

Présentation du sujet

Le sujet propose aux candidats d'explorer plusieurs facettes de la production d'énergie électrique nucléaire et de mettre en évidence quelques difficultés afférentes à sa mise en œuvre. Le questionnement débute par une étude de l'uranium comme source d'énergie, d'abord sous sa forme naturelle, puis sous forme de combustible nucléaire enrichi en isotope 235. La deuxième partie du sujet porte sur l'étude thermique du

...

Avec son architecture en trois parties indépendantes, de poids relativement similaires, le sujet offre l'opportunité aux candidats de mettre en évidence leur bonne maîtrise des notions et capacités du programme en lien avec le concept d'énergie au sens large. Il comporte un nombre significatif de questions non-guidées, de difficultés variées, destinées à tester les compétences d'appropriation et d'analyse des candidats. Plusieurs documents, dont un placé en annexe comportant de nombreuses données numériques authentiques, sont intégrés dans le sujet de façon à étayer la discussion physique des enjeux du problème et des résultats obtenus par la modélisation.

Analyse globale des résultats

La longueur du sujet étant raisonnable, quasiment tous les candidats ont abordé, au moins partiellement, chacune des trois parties du problème. La réussite d'ensemble sur chacune d'entre elles est inégale : la partie I est celle sur laquelle les candidats ont rencontré le moins de difficultés, tandis que le traitement réservé à la partie II s'est étonnamment révélé décevant. Les démonstrations classiques du cours sont le plus souvent bien restituées et le traitement réservé aux questions de difficulté modérée est satisfaisant en général. Les questions plus fines sur le plan de l'analyse physique, dont les questions non-guidées, ont permis quant à elles de bien différencier les candidats au sein des deux premiers quartiles. Les meilleurs candidats ont compris l'ensemble des enjeux du problème posé et ont remis des copies de grande qualité.

Comparativement à la session précédente, les candidats ont davantage abordé les questions non-guidées. À titre d'exemple, la première d'entre elles est abordée, au moins partiellement, dans plus de 60 % des copies. Le jury tient à souligner cet effort important, même si la stratégie adoptée, l'extraction des données pertinentes et l'interprétation des résultats sont parfois maladroites.

Sur la forme, l'ensemble des correcteurs affectés à cette épreuve déplore une très nette dégradation de la présentation des copies par rapport à l'an dernier. Les défauts de rédaction, déjà signalés dans les rapports antérieurs, perdurent et nuisent malheureusement trop souvent à la clarté du propos.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attentes du jury sur le plan rédactionnel

De façon générale, le jury attend des raisonnements concis et précis, menés sur des systèmes clairement définis et faisant appel à des lois explicitement citées, hypothèses sous-jacentes incluses. Le barème élaboré est toujours suffisamment détaillé pour valoriser les candidats qui se soumettent à ces exigences de rigueur.

Les réponses aux questions qualitatives doivent évidemment être argumentées et rédigées en respectant les règles grammaticales les plus élémentaires. En outre, une tautologie ne saurait jamais faire office de réponse à une question qualitative.

L'usage irraisonné d'abréviations doit être proscrit. À contrario, 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.

Attentes du jury sur les questions non-guidées

Les 6 questions non-guidées proposées dans ce sujet (sur 36 au total) représentent à elles seules un tiers du barème, ce qui est considérable ! Le jury a parfaitement conscience du temps nécessaire à leur résolution, puis à la rédaction structurée des réponses dans la copie, et tient à valoriser les efforts correspondants. À ce titre, il est indispensable que les candidats retranscrivent leurs pistes de réflexion, même si celles-ci n'ont pas permis d'aboutir au résultat final attendu : la démarche est évaluée indépendamment du résultat.

Pour la restitution des éléments de réponse, le jury recommande fortement aux candidats :

- de commencer par présenter la stratégie adoptée de façon claire ;
- de s'appuyer sur un schéma-modèle si cela s'avère pertinent ;
- de lister l'ensemble des hypothèses formulées pour la modélisation ;
- d'introduire des notations pour toutes les grandeurs physiques utiles, de façon à mener à leur terme les calculs sous forme littérale exclusivement (cette règle ne devant souffrir aucune exception) ;
- de commenter les valeurs numériques obtenues, en signalant — le cas échéant — si elles semblent aberrantes ;
- de respecter les consignes de rédaction rappelées précédemment.

I L'uranium

Q3. Certains candidats ne pensent pas à exploiter l'équation différentielle dont la démonstration faisait l'objet de la question précédente et proposent une expression fantaisiste de la période radioactive.

Q4. Pour cette question, comme pour la plupart des applications numériques ultérieures, le jury attendait que les candidats mentionnent explicitement les données numériques retenues pour l'évaluation des grandeurs recherchées. Rappelons également que les résultats numériques doivent être écrits avec un nombre de chiffres significatifs adapté.

Q6. 76 % des candidats qui ont abordé cette question ont vu leurs efforts au moins partiellement récompensés. La définition mathématique du taux d'uranium 235 est correctement posée la plupart du temps. En revanche, de nombreux candidats ont été perturbés de trouver un instant négatif à l'issue du calcul et ont mal conclu leur raisonnement. À cette occasion, le jury a été surpris de constater que seuls 16 % des candidats fournissent un ordre de grandeur correct de l'âge de la Terre.

Q8 à Q10. L'appropriation de la structure cristallographique de UO_2 par les candidats est très satisfaisante. En revanche, la détermination du paramètre de maille s'est avérée plus laborieuse et la confrontation avec les rayons ioniques, pourtant classique, est source d'erreur.

Conclusion

Comme tous les ans, le jury attire l'attention des candidats sur l'importance d'une lecture attentive de l'énoncé. Cette étape préliminaire est fondamentale pour l'appropriation des enjeux physique inhérents au problème étudié et l'appréhension du questionnement proposé.

Afin de se préparer au mieux aux épreuves du concours Centrale-Supélec, les futurs candidats doivent garder à l'esprit les éléments suivants.

- 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 et aux ordres de grandeur classiques.
- La qualité de la rédaction constitue une part importante de la notation. 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, faisant ainsi perdre des points. Les réponses aux questions qualitatives doivent être argumentées.
- Les calculs doivent toujours être menés de façon littérale. Les candidats qui s'aventurent à une pratique du calcul semi-littéral le font souvent au détriment de l'homogénéité, de la compréhension globale du propos ainsi que de la clarté de la communication, et s'en voient lourdement pénalisés.
- Le jury encourage toujours 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 encourage vivement les candidats à prendre connaissance des questions identifiées comme non guidées, et à y consacrer un temps de réflexion suffisant. À l'issue de cette réflexion, les candidats doivent consigner sur leur copie leurs pistes de réflexion, accompagnées des éléments d'explication utiles, et ce même si le raisonnement n'est pas totalement abouti. Le barème réserve en effet de nombreux points à la mise en place de la démarche scientifique.
- Les candidats doivent veiller à la bonne présentation de leur copie et à la lisibilité de leurs réponses, particulièrement sur les questions calculatoires. Le recours à une ou plusieurs feuilles de brouillon ne constitue pas une perte de temps et permet, au contraire, de restituer sur la copie une version efficace et claire des démonstrations. Les résultats définitifs doivent également être mis en valeur (soulignés ou encadrés).

CCS MP 2021 Physique-Chimie 2

Extrait du rapport du jury

Présentation du sujet

L'épreuve de physique-chimie 2 MP comporte cette année trois parties indépendantes, abordant chacune à sa manière diverses questions liées à la purification de l'eau du circuit primaire d'une centrale nucléaire.

Les deux premières concernent le programme de chimie et traitent de la structure du plutonium et de son oxyde, de la synthèse du styrène puis de la capacité d'une résine échangeuse d'ions. La troisième partie, bien plus longue que la réunion des deux précédentes, aborde une technique spectroscopique d'analyse et traite successivement de questions d'optique ondulatoire dans III.A (résolution du spectroscopie) et d'électromagnétisme dans III.B (champs dans une torche à plasma).

Analyse globale des résultats

Les questions de chimie se trouvent placées en début d'énoncé. Ce choix souligne l'importance qui leur est accordée. Pourtant moins nombreuses que les questions qui relèvent de la physique, elles ont permis de valoriser les candidats et pèsent de façon significative dans les prestations moyennes. La longueur de l'énoncé n'était cependant pas excessive et les meilleures notes récompensent les candidats qui, forts de leur assurance dans tous les domaines, parviennent à fournir des réponses convaincantes non seulement en chimie, mais en traitant également une large fraction des sous-parties III.A et III.B.

Dans l'ensemble, la présentation des copies s'avère convenable bien que quelques candidats semblent oublier que leurs écrits ne sont pas destinés à eux-mêmes, mais à un correcteur qui devra les lire afin d'en apprécier la valeur scientifique. Un minimum d'efforts de lisibilité et de clarté est donc attendu. Après avoir alerté durant de nombreuses années sur ce thème, nous avons décidé cette année de sanctionner formellement les copies indigentes en la matière. Environ une copie sur vingt a ainsi vu sa note réduite.

L'unique question signalée comme « peu guidée » a reçu un accueil assez timoré de la part des candidats. Il était pourtant possible de la résoudre, au moins en partie, en tirant les conséquences des questions précédentes. Nous encourageons les futurs candidats à ne pas redouter les questions de ce type qui, loin de constituer des pièges, leur permettent de montrer leur capacité à raisonner de manière autonome, sur la base de connaissances bien maîtrisées et dans un contexte (ici industriel) précis.

La sous-partie II.B, qui s'appuie sur une technique de laboratoire tout à fait élémentaire (dosage d'un acide fort par une base forte), a posé aux candidats des difficultés imprévues. Rappelons que l'enseignement expérimental doit non seulement permettre aux étudiants de se familiariser avec certains instruments, mais aussi de développer leur capacité à s'approprier une situation nouvelle. Ces deux points ont été plutôt défaillants et peut-être faut-il y voir une conséquence des perturbations que l'épidémie de covid-19 a occasionnées dans les établissements scolaires. Puisque la situation sanitaire semble devoir s'éclaircir dans les mois à venir, rappelons que les compétences acquises par la formation expérimentale ne sont pas à négliger et font partie de ce qu'une épreuve de concours, même écrite, est susceptible d'évaluer.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Signalons maintenant quelques points particuliers sur lesquels les futurs candidats pourront faire porter leur attention afin d'optimiser leur préparation et de ne pas tomber dans les mêmes travers que leurs prédécesseurs.

- La question **Q13** a montré une connaissance correcte du vocabulaire lié à la verrerie, mais une incapacité généralisée à identifier des électrodes d'usage courant.
- Les questions d'optique **Q18** à **Q20** ont été assez bien réussies par les candidats qui ont assimilé le rôle d'une lentille dans le contrôle de la phase d'une onde lumineuse. L'énoncé demandait *d'établir* l'expression de l'intensité lumineuse et le jury attendait donc la démonstration usuelle de la formule de Fresnel, que beaucoup de candidats ont simplement rappelée. Signalons, à propos des questions 23 et suivantes, que cette relation ne convient pas pour les interférences à N ondes.
- Les questions **Q25** à **Q27** ont été rarement traitées correctement, en raison de la difficulté de linéariser des relations trigonométriques au voisinage de valeurs non nulles.
- Pour l'écriture intégrale des équations de Maxwell, il est important de spécifier quelles surfaces (ou contours) d'intégration sont fermées et lesquelles ne le sont pas.
- Les questions d'électromagnétisme **Q29** à **Q32** font largement appel aux propriétés de symétrie des champs électrique et magnétique. Rappelons qu'en ce domaine comme dans d'autres, la rigueur est de mise. Tout d'abord, une analyse correcte des symétries, même en régime variable, ne peut être conduite correctement que si l'on distingue clairement les champs d'une part, et les sources qui en sont la cause d'autre part. Ensuite, trop de démonstrations erronées justifient la direction d'un champ en un point particulier en exploitant un plan mal identifié ou n'entretenant aucun rapport avec ce point.
- Dans les questions d'analyse dimensionnelle, le jury a été bienveillant quant à la confusion, souvent fréquente, entre dimension et unité SI d'une grandeur. Par contre, il a pénalisé les démonstrations dans lesquelles le passage délicat d'une dimension à l'autre se fait sans justification.
- Les manipulations d'analyse vectorielle et de calcul différentiel (**Q33** à **Q36**) sont souvent abordées avec succès, pourvu que les candidats distinguent bien les grandeurs vectorielles des grandeurs scalaires.
- L'expression de la puissance volumique cédée par les champs à la matière chargée est peu connue.

Conclusion

Comme on le voit, les exigences du jury n'ont rien de démesuré. Les candidats ayant acquis l'ensemble des connaissances prévues par le programme officiel de la filière MP, et capables de les mobiliser dans un énoncé abordant des thèmes variés, tirent naturellement leur épingle du jeu.