

Rapport de l'épreuve de Physique A

Présentation du sujet

Ce sujet avait pour thème le confort et les performances énergétiques de l'habitat. Il était composé de cinq parties indépendantes :

- la première partie s'intéressait à l'isolation thermique d'un toit (diffusion thermique) ;
- la deuxième partie était consacrée au fonctionnement d'une cellule photovoltaïque puis d'un panneau solaire (électrostatique, électronique) ;
- la troisième partie se penchait sur le fonctionnement d'un onduleur (électronique, filtrage linéaire) ;
- la quatrième partie abordait la régulation automatique du niveau d'un bassin (électronique, ALI, dynamique des fluides) ;
- la cinquième partie modélisait le fonctionnement d'une horloge à eau (mécanique).

Remarques générales

Comme l'an dernier, le jury regrette un manque de soin dans un certain nombre de copies. L'écriture laisse parfois à désirer, de même que les schémas et les graphes. L'utilisation du brouillon est fortement recommandée. Le jury étant conscient que l'utilisation d'effaceur est proscrite, il est tout à fait possible de raturer proprement un résultat et de reprendre le calcul en dessous.

On peut parfois regretter un manque de justifications et de clarté. En particulier, quelques questions n'attendant aucun calcul n'ont pas souvent été bien menées. À titre d'exemple, de nombreux candidats savent calculer une fonction de transfert (question 30) sans vraiment en comprendre la finalité, comme le montrent les questions 29 et 31. À la question 8, la justification de la dimension de δ est attendue pour obtenir le point. Dans les questions où le résultat à trouver est fourni, on attend une grande rigueur de raisonnement ; par exemple, à la question 46, le facteur $\cos \theta$ (fourni) ne doit pas émerger de nulle part, un schéma est souhaitable.

Certaines applications numériques sont parfois demandées. En l'absence de calculatrice, le jury est indulgent quant au résultat obtenu. Des aides numériques sont parfois fournies (par exemple, en début de partie III). On note que certains candidats évitent ces applications numériques alors que les expressions littérales sont correctes, ce qui est dommage. Toutefois, on ne peut espérer obtenir de points si le résultat final n'est pas simplifié (par exemple, un résultat laissé sous forme d'un rapport à la question 28) ou si l'unité est manquante ou fausse.

Enfin, on recommande aux candidats de vérifier régulièrement l'homogénéité de leurs résultats, permettant de corriger des erreurs de calcul et de sauver de nombreux points.

Analyse par partie

Partie I - Isolation thermique d'un toit

- La loi de Fourier est généralement connue, le signe $-$ n'est pas toujours compris.
- La démonstration de l'équation de la chaleur doit être soignée : il faut commencer par définir (ou dessiner) le système d'étude avant de lui appliquer le premier principe.
- De nombreuses erreurs de compréhension de la question 4. Les candidats aboutissent souvent à un facteur 10 au lieu d'un facteur 9.
- La fin de la partie était calculatoire mais guidée : il fallait injecter la solution proposée dans l'équation de la chaleur, puis exploiter les conditions aux limites. Si l'équation de la chaleur est incorrecte, on ne peut espérer des points sur ces questions.

Partie II - De la cellule photovoltaïque au panneau solaire

- Les candidats doivent savoir que le champ électrique est un vecteur, que l'opérateur divergence n'est pas surmonté d'une flèche, et que le théorème de Gauss s'applique sur une surface fermée.
- La distribution de charge étant plus originale que celles traitées en cours, le calcul du champ électrostatique a été très peu réussi. Deux méthodes étaient possibles (locale ou intégrale).
- L'exploitation de la caractéristique du panneau n'est pas souvent réussie.
- La fin de la partie était plus calculatoire. Un faible nombre de candidats s'en sont bien sortis. Il était possible de traiter ces questions sans les équivalences Norton-Thévenin (hors-programme), en exploitant la symétrie du circuit.

Partie III - Conversion continu-alternatif : nécessité d'un onduleur

- Lorsqu'un graphe est demandé, on attend que les axes soient nommés et, lorsque c'est possible, que des valeurs remarquables apparaissent sur les axes.
- La notion de spectre de Fourier en amplitude est obscure pour une partie des candidats.
- De nombreux circuits électriques équivalents font apparaître un fil au lieu d'un interrupteur ouvert au niveau de la tension $u(t)$, provoquant un court-circuit de la tension continue E !
- Les définitions des valeurs moyenne et efficace sont souvent entachées d'erreurs.
- Très peu de candidats ont compris que la cellule LR avait pour but de réaliser un filtrage passe-bas.
- Il convient de distinguer fréquence de coupure et pulsation de coupure.
- La discussion sur le choix de L doit être claire. Une réponse de type « si L est trop grande, f_c est trop petite et inversement » n'est pas suffisante.

Partie IV - Régulation du niveau d'un bassin

- Une bonne partie des candidats reconnaissent le bloc comparateur à hystérésis. Il convient de soigner le tracé de sa caractéristique (valeurs, branches horizontales, sens de parcours du cycle).
- L'explication demandée à la question 37 n'est pas toujours convaincante. Les candidats qui ont bien compris le principe du montage ont souvent récolté les points dans les deux questions qui suivent.
- La question 40, peu guidée, a été très compliquée. Il faut soigner le bilan hydraulique, préciser entre quels points on l'applique, énoncer chaque hypothèse permettant de simplifier des termes.
- La longueur pertinente du nombre de Reynolds est le diamètre de la conduite et non sa longueur.

Partie V - Horloge à eau

- Placée en fin de sujet, cette partie a été peu abordée.
- L'équation à obtenir à la question 47 était fournie. Certains candidats ont tenté de répondre à la question 46 sans vraiment comprendre ce qu'ils écrivaient, pour aboutir au résultat attendu. Ce genre de comportement est sanctionné.
- Même si on devine que l'horloge est stable (resp. instable) pour une faible (resp. grande) hauteur d'eau, à la lecture de l'énoncé, il convenait de le montrer à partir de l'expression de l'énergie potentielle. Il s'agissait d'étudier le signe de la dérivée seconde de E_p par rapport à θ , en $\theta = 0$.
- La résolution d'une équation du 2nd degré pose des problèmes à une partie des candidats.

Conclusion

La diversité des chapitres évalués dans ce sujet a donné à tous les candidats des chances de s'exprimer. La variété des questions posées (définitions, questions de sens physique, questions calculatoires, applications numériques) a permis de classer les candidats sur une distribution de notes très étendue. La présence de questions proches du cours tout au long du sujet permet à tout candidat connaissant bien son cours d'obtenir une note honorable. Le jury souhaite enfin féliciter les candidats ayant rendu des copies particulièrement consistantes, rigoureuses et soignées, de bout en bout.

Epreuve Physique B – Chimie

(Durée 2h)

Présentation du sujet

Le thème du sujet de cette année était l'extraction et la transformation de l'uranium. Le sujet était constitué de cinq parties qui portaient sur l'ensemble du programme des deux années : la première partie traitait de l'étude structurale de l'uranium et de l'oxyde d'uranium (cristallographie), la deuxième partie se proposait d'étudier l'extraction des oxydes d'uranium des minerais (utilisation d'un diagramme E-pH) ; la troisième et la quatrième parties abordaient la transformation de UO_2 en UF_4 d'un point de vue thermodynamique et cinétique, et pour terminer la dernière partie était consacrée à l'obtention par électrolyse du difluor (réactif utilisé dans le processus de transformation de l'uranium) .

Le sujet aborde donc de façon la plus diversifiée possible les programmes de chimie des classes PTSI et PT. L'évaluation de notions proches du cours y est privilégiée de façon à valoriser des étudiants ayant fourni un travail sérieux en chimie.

Remarques générales

Les conseils et les remarques qui suivent viennent compléter les recommandations formulées les années précédentes.

Le jury a souvent apprécié la qualité de la présentation (résultats numériques soulignés, expressions littérales encadrées, utilisation de couleurs même si celle-ci est limitée par la numérisation des copies) et de la rédaction. Il encourage les futurs candidats à maintenir ces exigences et rappelle que la présentation de la copie fait partie intégrante de la note finale.

Le jury rappelle que seule une réponse justifiée et argumentée est récompensée par l'intégralité des points associés à la question.

Les applications numériques ont posé des soucis : l'épreuve étant sans calculatrice, il est attendu des candidats qu'ils soient à l'aise avec la réalisation des calculs.

Remarques particulières

Partie A – Etude structurale

Q1 et Q2 – Des confusions ont été notées entre le numéro atomique, le nombre de masse et leurs significations.

Q3 – Cette question a souvent été mal traitée. De nombreux candidats n'ont pas su comment exploiter l'information de la proportion en quantité de matière. Outre le fait que le rapport des masses molaires a souvent été oublié, c'est surtout l'absence de recul quant au résultat obtenu qui a été surprenant : ainsi, pour obtenir 1 kg d'uranium 235, certains candidats ont trouvé qu'il fallait 7 g ou 14 g d'uranium naturel. La confusion entre 7 % et 0,7 % a été relevée fréquemment.

Q4 et Q5 – les questions de cristallographie ont globalement été bien traitées même si le calcul du paramètre de maille a été source de difficultés : de nombreux candidats ont écrit une relation de tangence cation-cation plutôt que la relation de tangence cation-anion.

Partie B- Concentration de minerais

Q6 – L'identification des espèces dans le diagramme E-pH a été correctement effectuée par la plupart des candidats.

Q7 – Cette question a été source d’erreurs : de nombreux candidats ont assimilé pH de précipitation et valeur de K_s .

Q8 et Q9 – questions bien traitées de manière générale.

Q10- L’écriture de l’équation de réaction se déroulant en milieu acide entre l’ion Fe^{3+} et l’ion U^{4+} a posé souci. Comme mentionné dans le rapport précédent, le calcul de la constante de réaction a rarement été fait correctement.

Partie C- Etude thermodynamique de l’obtention de tétrafluorouranium

Q11, 12, 13 - Les questions portant sur les calculs des grandeurs standards de réaction ont été globalement bien abordées hormis les applications numériques comme expliqué dans les remarques générales.

Q14 – La valeur de la température choisie industriellement n’a pas toujours été correctement justifiée car la relation de Van’t Hoff n’est pas forcément connue (erreur de signe notamment).

Q15 – Le tableau d’avancement a été bien écrit mais l’expression de α a été source d’erreurs, ce qui posait nécessairement des problèmes pour la question suivante.

Q16 – L’expression de la constante d’équilibre en fonction des activités et donc des pressions partielles a été correctement donnée par la majorité des candidats. Toutefois, une mauvaise expression de la quantité de matière totale de gaz ou de α empêchait d’obtenir la relation donnée dans l’énoncé. Le jury souligne qu’il préfère l’honnêteté scientifique de certains candidats qui expliquent que leur raisonnement ne peut aboutir plutôt qu’un développement confus qui aboutit contre toute attente à la formule souhaitée.

Q17 –L’application numérique a posé problème notamment pour une simple question d’unité : attention, P° est égale à 1 bar.

Q18 - Cette question classique sur l’influence de la pression sur un équilibre a été étonnamment mal traitée.

Partie D – Etude cinétique de l’obtention de tétrafluorouranium

Q19 et Q20 - Cette partie a clairement été la moins bien traitée par l’ensemble des candidats. La proportionnalité entre fraction molaire et concentration d’une espèce en phase gazeuse a été expliquée à l’aune du graphique de la vitesse en fonction de la fraction molaire et non de la relation des gaz parfaits. De plus, de nombreux candidats n’ont pas correctement analysé les grandeurs portées en abscisse et en ordonnée du graphique et ont donc conclu à un ordre zéro en observant la relation de proportionnalité.

Partie E – Obtention de F_2 par électrolyse

Q21 – cette question a été bien traitée dans l’ensemble.

Q22 – cette question a donné lieu à des réponses souvent lacunaires : la forte électronégativité du fluor a souvent été mentionnée sans le développement attendu à savoir que sa capacité à attirer les électrons était donc élevée, ce qui est la définition d’un oxydant fort.

Q23 – La structure de Lewis de F_2 a étonnamment donné lieu à des structures fantaisistes où la règle de l’octet n’existe pas.

Q24- La faible température d’ébullition a été très souvent mal justifiée. Beaucoup de candidats ont raisonné sur la faiblesse de la liaison covalente entre les deux atomes de fluor et la notion d’interactions intermoléculaires a été peu mentionnée.

Q25- La connaissance des pictogrammes est indispensable pour un minimum de sécurité dans un laboratoire. La confusion entre inflammable et comburant a régulièrement été faite.

Q26 à 29 – Le traitement des courbes i-E a été particulièrement discriminant : certains ont traité cette partie sans aucun problème tandis que pour d'autres, la compréhension des phénomènes redox a été plus délicat : ainsi, le couple (HF/H₂) a perturbé de nombreux candidats. Le jury rappelle que pour qu'un processus redox ait lieu, il faut que l'espèce réactive soit présente (ce qui n'était pas le cas de H₂ par exemple).

D'autre part, l'électrolyseur a rarement été correctement schématisé : un sens de circulation des électrons contraire à la polarité du générateur et aux processus redox se déroulant aux électrodes a été fréquemment observé ou trop de montages à 3 électrodes ont été décrits.

Q30 à 32 – Ces questions ont rarement été abordées.

Conclusion

Le jury a eu le plaisir à nouveau cette année de lire quelques excellentes copies. Il félicite vivement ces candidats du soin apporté à la présentation et de la rédaction claire, précise et soignée de leurs réponses.

Compte-rendu

Thermodynamique PT

Remarques générales

- Les applications numériques sont rarement traitées alors qu'il y avait pas mal de points dessus.
- Les unités des expressions établies sont rarement vérifiées par les candidats.
- Le sujet devient vite compliqué pour les candidats qui ne savent pas la différence entre un moteur, une pompe à chaleur et un réfrigérateur. La confusion rendement/efficacité est extrêmement courante.
- Les qualificatifs ne sont pas forcément associés aux bons sujets. Ces abus de langage traduisent souvent un manque de précision dans les copies concernées. Le champ lexical est pour beaucoup de candidats très limité.
- Les réponses sont souvent encadrées, mais les mots-clefs ne sont pas systématiquement soulignés.
- Les candidats manquent de transparence dans leurs copies. Ils ont tendance en particulier à « tricher » sur les démonstrations pour aboutir à l'expression désirée, fournie dans le sujet.
- Trop de candidats ne font aucun effort sur la présentation de la copie : non souligné, non encadré, écriture de qualité médiocre, encre trop transparente, rature, ordre aléatoire des questions...

Partie A : application directe du cours, très classique, traitée par tout le monde, mais qualité trop variable sur les copies, ce qui dénote sans aucun doute un manque de préparation.

Partie B : partie plus originale, destinée à mettre un futur ingénieur dans une situation nouvelle, trop peu de copies l'ont traité. On ne peut se contenter d'avoir comme unique objectif après 2 années de CPGE, de ne savoir refaire que des problèmes vus pendant ses études.

Remarques et erreurs par question :

Partie A

- Q1 Capillaire rarement justifié. Confusion échangeur 1 et 2 courant. Certains utilisent des points A, B, C, D comment étant des « éléments » de la machine thermique. Trop de copies ont affecté le condensateur/l'évaporateur aux les pompes, générateur d'ozone, filtre à eau,
- Q2 Sens 1 assez mal justifié. Trop souvent difficile de comprendre où les candidats. veulent en venir. Grosses erreurs comme : « tourner dans l'autre sens permet de faire un moteur ».
- Q3 Convection forcée rarement invoquée.
- Q4 Conversion en MPa a souvent posé problème.

Position du point B souvent sur la courbe de rosée au lieu de suivre l'isentrope ;

Position du point D souvent sur la courbe de bulle.

Confusion entre isenthalpe, isentrope et adiabatique pour le segment CD.

Plateau DA souvent mal positionné à la mauvaise température.

- Q5 Erreur en lien avec les Q précédente.
- Q6 Nombre non négligeable de candidats n'ont pas vu les isotitres.
- Q7 Bien réussi en général, le segment à étudier a été généralement bien identifié. Inversion du signe sur quelques copies.
- Q8 Mieux réussi que la précédente en général, le segment à étudier a été généralement bien identifié. Inversion du signe sur quelques copies. Quelques difficultés parfois à lire les isenthalpes pour les points A et B.
- Q9 Ok en général. Quelques copies calculent le COF de Carnot au lieu de réutiliser les questions 7 et 8.
- Q10 Choix des températures problématique et rarement justifié. Comparaison du COF et COF_{Carnot} rarement fait.

Partie B

- Q11 Les positions des phases L et V sont souvent inversées. L'orientation des courbes de saturation est souvent erronée, en particulier, pour la transition S/L.

Confusion avec le diagramme de Clapeyron courant.
Inversion des axes P et T (moins dérangent, mais non conventionnel).
- Q12 Confusion potentiel chimique en condition normal et standard.
- Q13 Unité du potentiel chimique absent ou confondu avec le potentiel électrostatique. Signe assez aléatoire sur la différence de potentiel chimique → liquéfaction et vaporisation trop souvent confondu.
- Q14 Analyse quasiment jamais mise en relation avec la différence de potentiel chimique.
Réponse souvent incomplète. Schéma sur diagramme PT se limitant à un refroidissement isobare V → L.
- Q15 Question (avec la Q12) la mieux réussie de cette partie. Malgré tout, ordres de grandeurs et échelles incohérentes sont rarement commentées par les candidats. Trop souvent, les réponses se limitent à des calculs sans aucune interprétation.
- Q16 Pas de question
- Q17 Le mot endothermique est une denrée rare...
- Q18 Question avec beaucoup de falsification dans la démonstration. Confusion entre P, Pair sec ... qui empêche tout développement cohérent.
AN bien faites quand elle est présente (rare).
- Q19 X_r trouvé si Q18 ok. X_r et X_a négatif ou supérieur à 1 trouvé dans de nombreuses copies.
- Q20 X_{aDma} trouvé en général. Une autre affaire pour les deux autres. L'expression quand elle est trouvée est souvent propulsée sans aucune explication.
- Q21 Soit l'expression est donnée en énergie au lieu de puissance, soit les débits massiques sont mal placés, soit l'énergie cinétique est écrite avec une faute, soit le signe entrée/sortie est inversé (convention cédée plutôt que reçue non utilisée en prépa).
- Q22 Le fait de poser un 0 d'énergie (pour simplifier la suite) n'a pas été accepté par tous les candidats, on acceptait néanmoins tous les résultats cohérents.
Notations choquante : $h = c \, dT$ ou $dh = cT \dots$
- Q23 Le cycle thermodynamique est la grande inconnue de cette épreuve. Les candidats construisent un chemin sans queue, ni tête, pour coller linéairement à l'expression formulée dans l'énoncé !
- Q24 2 développements menés partiellement sur 400 copies ... Le plus souvent, quand la

question est traitée, une expression aléatoire apparaît sans aucune explication.

Q25 Traitée dans 1 copie / 400 sur un coup de chance, puisque le candidat n'avait pas trouvé la Q24.

Q26 Question plus souvent traitée que les deux précédentes.