

1/ REMARQUES GÉNÉRALES

1.1 – PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet traitait de la contribution à l'entropie de la molécule d'éthane de la rotation du groupe méthyle autour de la liaison matérialisée par les deux atomes de carbone de la molécule.

Le sujet débutait avec quelques questions concernant la stéréochimie, une analyse énergétique des conformations (à partir d'un graphique décrivant l'évolution de l'énergie potentielle de la molécule en fonction de l'angle de rotation du groupe méthyle), un peu de mécanique du solide (calcul de moment d'inertie) et de la physique quantique (simplification de l'équation de Schrödinger à partir de l'analyse des invariances).

La partie suivante était relative à la résolution numérique du problème par la méthode de Numerov. Elle nécessitait l'écriture de développements limités pour établir la formule de récurrence nécessaire à l'intégration numérique de l'équation de Schrödinger. Une analyse graphique des fonctions d'ondes associées aux premiers niveaux d'énergie de l'oscillateur harmonique unidimensionnel permettait de justifier la méthode de recherche des valeurs propres par dichotomie. La partie codage en langage PYTHON qui suivait était classique avec cette année un programme à compléter, un algorithme à développer et des portions de codes à donner.

La dernière partie concernait une analyse physique sur l'entropie de la molécule à partir de données numériques. Il était notamment attendu de faire le lien entre l'augmentation de l'entropie en fonction de la température et la notion de désordre. Il était également demandé d'émettre des recommandations quant à l'utilisation des trois modèles proposés selon le domaine de température.

Le sujet n'était pas très long. Les concepts abordés et les questions posées dans le sujet étaient conformes au programme de PCSI et de PC. La plupart des résultats à démontrer étaient donnés pour permettre aux candidats de poursuivre sans être pénalisés.

1.2 – PROBLÈMES CONSTATÉS PAR LES CORRECTEURS

Soin apporté à la rédaction :

- certaines copies comportaient énormément de ratures et étaient à la limite de la lisibilité. Les ratures isolées avec un commentaire invitant le correcteur ou la correctrice à ne pas lire sont moins problématiques que les ratures mêlées au texte ou se trouvant au milieu d'une démonstration. Une meilleure utilisation des brouillons est à recommander.
- certaines copies étaient très agréables à lire, notamment lorsque les résultats étaient mis en valeur (soit encadrés, soit soulignés, avec une couleur différente du texte).
- l'orthographe et la grammaire laissent parfois à désirer. L'erreur la plus fréquente est la confusion entre le participe passé et l'infinitif.

Numérotation des questions : énormément de mauvaises numérotations des questions ont été observées cette année. Cela n'a pas été pénalisé malgré les difficultés que cela peut engendrer au moment de la correction. Il est fortement recommandé de respecter la numérotation des questions.

Rédaction des réponses :

- de manière générale les réponses ne sont pas assez étoffées, voire imprécise, et les arguments ne sont pas toujours présents ou clairement explicités. Certaines réponses apparaissent parfois comme une succession de mots clefs sans véritable lien et laissent libre cours à l'interprétation du lecteur. Plus problématique, le vocabulaire utilisé est très souvent inapproprié et très peu rigoureux. Il est recommandé de prendre le temps nécessaire et d'utiliser le vocabulaire adéquat pour rédiger correctement les réponses et exprimer clairement sa pensée.

- un manque de rigueur mathématique a également été observé avec des confusions au niveau de concepts de base (par exemple fonction / expression), le non-respect des notations (par exemple la notation de Landau dans l'expression d'un développement limité), des résultats numériques avec un nombre de chiffres significatifs totalement aberrant et des unités trop souvent manquantes ou fausses.

Écriture du code :

- très peu de copies proposent des commentaires permettant de comprendre les portions de codes développés par les candidats.

- la notion d'algorithme ne semble pas être claire pour une majorité des candidats. De nombreuses copies ont fourni un code à la place.

- dans de nombreuses copies les portions de code ont été incluses dans des fonctions alors que ce n'était pas demandé et que ce n'était pas utile. Les correcteurs et les correctrices ne comprennent pas l'intérêt et la raison de cette pratique à proscrire.

- dans certaines copies des libertés ont été prises pour modifier des parties du code qui étaient imposées. Cela n'est pas acceptable car cela va à l'encontre des compétences attendues lors de cette épreuve avec, certes, la capacité à rédiger du code, mais aussi la compréhension d'un code existant, ce qui demande une certaine adaptabilité.

- l'utilisation de fonctions intrinsèques de la bibliothèque Numpy avec des syntaxes fantaisistes a été observée dans de nombreuses copies (par exemple pour la création de vecteurs). L'utilisation de ces fonctions n'est pas proscrite ; cependant on est en droit d'exiger que la syntaxe soit correcte. Dans une telle épreuve, il est préférable d'utiliser, en lieu et place de fonctions intrinsèques, des codes certes moins compacts mais dont les syntaxes sont plus intuitives.

- dans certaines copies, des mélanges entre les opérations spécifiques aux listes et aux vecteurs ont été observés.

2/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

Q1 De nombreuses confusions entre les différents types d'isoméries ont été relevées dans les copies.

Q2 Cette question a été bien traitée dans l'ensemble même si parfois il y a confusion entre les conformations décalée et éclipsée. Les dessins des représentations ne sont pas toujours de bonne qualité.

Q3 Cette question a également été bien traitée dans l'ensemble ; la notion de gêne stérique apparaît dans de nombreuses copies.

Q4 Le relevé de la valeur de la barrière d'énergie potentielle et de la périodicité n'a pas posé de problème en général. Par contre seuls environ 2 % des candidats ont fourni l'expression correcte de la fonction permettant de représenter l'évolution de l'énergie potentielle en fonction de l'angle de torsion.

Q5 Cette question a été bien traitée de manière générale. Une très faible fraction de candidats s'est trompée au moment de l'interprétation. Le nombre de chiffres significatifs est souvent exagéré.

Q6 Question bien traitée de manière générale.

Q7 Un nombre non négligeable de candidats ont utilisé le cosinus de l'angle opposé au lieu du sinus. Certains se trompent dans les unités ou les oublient ou indiquent seulement SI. Le nombre de chiffres significatifs est la plupart du temps raisonnable. On trouve trop rarement un schéma décrivant les angles d'intérêt.

Q8 Les problèmes rencontrés concernent les unités (voir question précédente).

Q9 Les problèmes rencontrés concernent les unités (voir question précédente). Le nombre de chiffres significatifs est dans la majorité des cas correct.

- Q10** Cette question a été bien traitée dans l'ensemble. Quelques candidats ont mal analysé les invariances et se sont retrouvés avec des équations plus compliquées qu'il ne fallait. Peu ont fait le lien avec les indications de l'énoncé (« oscillateur harmonique unidimensionnel »).
- Q11** Question plus ou moins bien traitée. Parfois l'expression de epsilon est correcte mais l'analyse dimensionnelle est fautive.
- Q12** Certains pensent bien à faire remarquer la cohérence entre les dimensions de ϵ et de ξ pour confirmer le résultat.
- Q13** Cette question a posé problème à bon nombre de candidats qui n'ont pas vu que la fonction $s(x)$ devait être égale à 0. Dans bon nombre de copies on trouve un mélange de x et de ξ .
- Q14** L'ordre 4 ou 5 est la plupart du temps correct. L'écriture des DL n'est pas rigoureuse (il manque souvent le $o()$ ou le $O()$ et la discrétisation tombe souvent du ciel).
- Q15** En plus des remarques précédentes, bon nombre de candidats se sont lancés dans des dérivations hasardeuses au lieu de poser des DL à l'ordre 2 ou 3 pour la variable lambda.
- Q16** Question souvent mal traitée. Certains candidats ont confirmé le résultat (valeurs de a et b) grâce à la question qui suivait.
- Q17** Question bien traitée lorsque les valeurs de a et b obtenues à la question précédente étaient correctes.
- Q18** Question bien traitée en général.
- Q19** Question bien traitée en général. Dans certaines copies, seul le cas pair a été traité.
- Q20** Question assez bien traitée en général même si parfois les réponses manquaient de rigueur (un nombre de nœuds était donné mais on ne savait pas vraiment sur quel intervalle le raisonnement était réalisé).
- Q21** Cette question a posé problème (confusion sur le fait que i_{max} et i_{min} étaient inclus ou pas, confusion entre le pas dx et i_{max}) et la valeur de la variable i_{max} était souvent fautive.
- Q22** Les problèmes les plus fréquents sont des problèmes d'indices dans les boucles. Beaucoup n'ont pas compris ce que représentait x_{mesh} . Le code permettant de créer la variable x_{mesh} est souvent faux, voire absent. Le code permettant de créer la variable V_{pot} a posé moins de problème.
- Q23** Cette question a posé problème. Bon nombre de candidats ont considéré que le produit de y_{-1} et f_{-1} était égal à 0.
- Q24** Les problèmes les plus fréquents sont des problèmes d'indices dans les boucles. Beaucoup ont pris la liberté d'ajouter des arguments d'entrée alors qu'il était imposé que seul e soit argument d'entrée de la fonction $calcul_f(e)$.
- Q25** Question relativement bien traitée. Une erreur récurrente est de proposer comme test $y = 0$ alors que ce cas est hautement improbable. Dans certaines copies, on se contente d'expliquer qu'il faut incrémenter un compteur à chaque fois qu'un nœud est détecté.
- Q26** Question relativement bien traitée même si parfois des écarts au cadre imposé ont été observés. L'initialisation de la variable y est rarement abordée de manière correcte. La forme du test de parité était imposée ce qui a également posé problème à certains candidats qui aurait voulu procéder autrement. Une erreur est revenue assez souvent au niveau des indices de la boucle de calcul des valeurs f_i qui devait commencer à l'indice 2 puisque f_0 et f_1 avait déjà été calculées précédemment.
- Q27** Cette question a été très mal traitée. La notion d'algorithme ne semble pas bien connue des candidats qui ont donné à la place des portions de code.
- Q28** Cette question a été peu traitée. L'erreur qui revient souvent est l'oubli quasi systématique du facteur 2 lors de la comparaison de nodes (défini sur tout l'intervalle) et de $ncross$ qui était défini sur l'intervalle positif. Une autre erreur qui revient souvent est l'appel des fonctions $calcul_f(e)$ et $calcul_y_noeuds(nodes,f)$ en dehors de la boucle conditionnelle.
- Q29** Cette question n'a pas posé de problème.
- Q30** L'augmentation de l'entropie avec la température a été observée par une grande majorité. Bon nombre de candidats oublient de relier les observations à la notion de désordre.
- Q31** L'erreur qui revient souvent est de faire des recommandations sans préciser dans quels domaines de températures elles sont valables.
- Q32** Les justifications ne sont pas toujours claires et correctement exprimées, même si l'idée est souvent là. Certains se contentent de paraphraser ce qu'ils ont déjà exprimé à la question 30. La notion de système piégé dans un puit d'énergie potentielle dans le cas de l'oscillateur harmonique n'apparaît que rarement. Une confusion entre rotation et oscillation a été observée dans certaines copies.

3/ CONCLUSION

Les corrections de copies révèlent en premier lieu de sérieuses lacunes dans les différentes matières transversales abordées lors de cette épreuve. Une trop grande majorité de candidats ne maîtrise pas les outils mathématiques de base (trigonométrie, développements limités) et numériques (discrétisation, zéro numérique), voire des outils élémentaires (fonctions sinusoïdales). Ces difficultés se retrouvent également dans la partie informatique avec une logique de programmation qui laisse souvent à désirer, une syntaxe souvent erronée et des confusions entre des notions de base telles qu'algorithme et code. Il faut encourager les élèves de CPGE à plus s'impliquer en programmation, en particulier à adopter une plus grande rigueur dans la compréhension et l'utilisation des concepts de base en programmation. Il faut comprendre que ces acquis aujourd'hui indispensables, qui seront renforcés plus tard dans les Écoles d'Ingénieurs, seront valorisés dans leur future carrière d'ingénieur.

En second lieu, un manque de rigueur scientifique et rédactionnelle a été observé dans de nombreuses copies. Ce manque de rigueur concerne le vocabulaire et les concepts scientifiques de base qui sont utilisés de manière inappropriée rendant les réponses peu claires, voire incompréhensibles. Il concerne également la partie mathématique avec des confusions concernant des concepts élémentaires, le non-respect des notations, le nombre de chiffres significatifs des valeurs numériques et leurs unités. Il faut encourager les élèves de CPGE à plus de rigueur dans ces domaines de manière à pouvoir aborder la poursuite de leurs études et leur future carrière d'ingénieur dans les conditions les plus favorables qui soient.