

2.1.C - PHYSIQUE - Filière PSI

I) REMARQUES GÉNÉRALES

Les candidats doivent garder à l'esprit qu'une autonomie minimale et des capacités d'initiative sont valorisées par le jury.

Après avoir bien lu l'énoncé, le candidat devrait proposer un schéma et y faire appel spontanément, pour supporter son raisonnement et ainsi écrire les équations relatives au mécanisme étudié correctement.

Les graphes sont bien entendu un outil précieux qui nécessitent très rarement de laborieux calculs de dérivées... (les comportements asymptotiques et la perception des domaines de monotonie conduisent en général à une courbe rapidement tracée).

Par ailleurs, que ce soit à l'occasion d'une éventuelle question de cours ou d'un exercice, la qualité et le plan de la démarche suivie sont souvent déterminants. Les analyses qualitatives préalables, ou en cours d'exposé, sont trop fréquemment négligées. Ainsi un résultat incohérent est sanctionné sévèrement : au contraire, on attend une validation de l'expression littérale (homogénéité, rôle des paramètres attendus,...) et de sa valeur numérique (appartenance à l'intervalle pressenti, comparaison avec des valeurs de référence).

S'agissant des calculs, on observe un manque d'aisance préoccupant : la gestion des fractions, l'utilisation des formules de trigonométrie, l'utilisation des nombres complexes, la résolution des équations différentielles les plus simples, se révèlent parfois insurmontables. Calculer nécessite un minimum d'humilité et il faut accepter de décomposer un calcul. Effectuer trois opérations simultanées (changement de signe, transposition, inversion, ...) conduit à perdre un temps considérable et produit des erreurs inutiles, souvent non détectées par le candidat.

Insistons sur le fait que, au-delà de ses aspects techniques, un calcul est largement facilité (et les erreurs plus facilement décelables), si l'on a su formuler des attentes sur les principaux facteurs qui vont intervenir. Par exemple, la forme des solutions de l'équation de diffusion thermique ne saurait être un produit de fonctions sinusoïdales du temps et de l'espace.

Les applications numériques entrées directement dans la calculatrice produisent souvent des résultats incorrects et invérifiables par l'examineur.

Rappelons que l'épreuve est "en temps limité" et que le candidat ne doit pas considérer qu'il a tout son temps devant lui.

Rappelons enfin que les interrogations portent sur les deux années de Classes Préparatoires.

II) REMARQUES PARTICULIÈRES

Mécanique

Le cours de mécanique du point matériel de 1^{ère} année n'est pas suffisamment maîtrisé.

Les lois de Kepler sont trop souvent méconnues, le référentiel de Copernic donnant parfois lieu à des définitions fantaisistes. Quant aux démonstrations, elles sont souvent laborieuses ou inexistantes.

Par exemple, pour un mouvement dans un champ gravitationnel, dans le cas particulier d'une trajectoire circulaire de rayon R , il faut bien comprendre que toutes les grandeurs utiles sont des fonctions du seul rayon (notamment la vitesse, via le principe fondamental de la dynamique, de sorte que l'énergie mécanique est bien elle aussi une fonction de R).

Les ordres de grandeur relatifs au système solaire (Soleil, Terre, Lune) sont le plus souvent ignorés. Une utilisation habile de la 3^{ème} loi de Kepler, (dont on doit comprendre la pertinence, en

particulier de manière approchée pour le système Terre-Lune), permet pourtant de ne pas avoir à les retenir tous.

Électronique, électrocinétique

L'étude des filtres donne lieu à des diagrammes de Bode souvent satisfaisants, si l'on n'oublie pas qu'ils nécessitent l'étude des 2 fonctions $G_{dB}(\log \omega)$ et $\varphi(\log \omega)$. En revanche, le comportement asymptotique sans calcul et la réponse qualitative à des signaux carrés ou triangulaires de ces mêmes filtres laissent de nombreux candidats sans voix.

Le tracé du diagramme s'effectue trop souvent en calculant le module de la fonction de transfert, au lieu d'utiliser la décomposition des numérateurs et dénominateurs en éléments simples.

Lors de l'utilisation des théorèmes de Norton et Thévenin, la linéarité permet de déterminer indifféremment deux des trois paramètres, tension en circuit ouvert, courant de court circuit, ou bien résistance équivalente.

Les équations différentielles et les régimes d'oscillations forcées conduisent inmanquablement à la méthode de variation de la constante, après résolution de l'équation sans second membre, même dans les situations où le régime transitoire n'est pas étudié.

Thermodynamique

Dans le cas d'un système moteur, le bilan thermodynamique n'est pas clairement effectué sur le cycle fermé de la machine. Les notions importantes de rendement et d'efficacité sont trop souvent incomprises : là aussi, le rattachement à des systèmes réels est essentiel. À ce sujet, rappelons que le caractère moteur ou récepteur d'un cycle peut être affirmé à partir de son sens de parcours, sans se précipiter sur les détails de chaque transformation.

La notion d'entropie d'échange augmente la confusion dans l'esprit des candidats qui ont déjà du mal à assimiler la notion d'entropie. Tout le formalisme développé à cette occasion conduit aux difficultés rencontrées lors des évaluations pratiques, les candidats oubliant que l'entropie est une fonction d'état.

L'utilisation de l'identité thermodynamique fondamentale sous forme différentielle $dU = TdS - PdV$ (pour un système fermé homogène), dans le cas d'une évolution macroscopique (quasi-statique ou non, réversible ou non) où le travail est systématiquement calculé depuis cette formule, conduit à des résultats erronés.

Rappelons que la loi de Laplace $PV^\gamma = C^{te}$ nécessite la réversibilité.

Mécanique des fluides

La formule de Bernoulli est parfois appliquée en dehors de son domaine de validité. Très peu de candidats savent clairement l'interpréter et aucun ne la perçoit également comme conséquence du 1^{er} principe de la thermodynamique en régime stationnaire.

Optique

La qualité des schémas est absolument essentielle à une bonne compréhension du dispositif.

Il n'est pas normal que le principe de fonctionnement des appareils d'optique rencontrés au laboratoire (collimateur, lunette, ...) soit si peu maîtrisé. La valeur de l'indice de l'air, de l'eau, ainsi que l'intervalle caractéristique couvert par l'indice $n(\lambda)$ d'un prisme (utilisé en travaux pratiques), lorsqu'on parcourt le spectre visible, devraient être mieux connus.

Électrostatique et magnétostatique

L'étude des symétries est toujours un préalable à tout calcul de champ, fût-il demandé uniquement en un point ou sur un axe. Dans ces derniers cas cependant, si la forme du champ est beaucoup trop

compliquée ailleurs, le recours aux théorèmes de Gauss ou d'Ampère est sans issue. Un calcul direct peut alors être envisagé.

Un certain nombre de champs relatifs à des distributions connues (champ magnétique créé par une spire sur son axe, par un solénoïde infini en tout point, ...) doivent être utilisés sans démonstration préalable, notamment lorsque la distribution proposée se ramène à un ensemble de distributions simples.

Induction électromagnétique et électrotechnique

C'est une partie du cours peu maîtrisée. Là encore, une analyse qualitative préalable est souvent très utile (loi de Lenz).

Soulignons que l'on se place dans le régime d'approximation des courants stationnaires (ou permanents), pour lequel on prolonge les lois de la magnétostatique à tout instant, mais qui prend en compte le couplage des champs électrique et magnétique via l'équation de Maxwell-Faraday. Précisons qu'il ne suffit pas de négliger le terme $\varepsilon_0 \omega E$ par rapport au terme γE pour obtenir une valeur satisfaisante de la fréquence maximale d'utilisation de l'ARQS.

Les conventions de signe doivent être précisées et utilisées avec rigueur, à partir d'un schéma clair du dispositif.

Électromagnétisme (régimes variables)

Les ondes électromagnétiques et le formalisme qui s'y rattache sont souvent bien assimilés, sauf celui des représentations complexes dans les cas de calcul de l'énergie. Les calculs de puissance électrique dans un circuit RLC posent également problème. De façon générale, la manipulation des nombres complexes reste très délicate et les notions de module et argument sont mal maîtrisées.

Ondes mécaniques et thermiques

Les ondes longitudinales dans une tige sont comprises, mais la définition et le sens physique du module d'Young ne sont pas suffisamment maîtrisés. Le lien avec une image microscopique (chaîne de ressorts) est souvent très laborieux.

III) CONCLUSION

Les remarques précédentes soulignent les points à améliorer : il faut noter également avec satisfaction les qualités intellectuelles et le travail manifeste de beaucoup de candidats, face à une épreuve de concours que nous savons être inévitablement quelque peu stressante et sans doute difficile.

Il faut donc garder à l'esprit ces quelques conseils de bon sens, quitte à se répéter :

L'oral est une épreuve où sont jugées les qualités d'exposition, la clarté et la rigueur du raisonnement, la capacité à réagir aux indications de l'examinateur, notamment pour amener le candidat à corriger une de ses erreurs.

La maîtrise du cours des deux années de classe préparatoire est un élément absolument essentiel et pas seulement dans les questions de cours proprement dites.