

Commentaire général

Il est nécessaire de rappeler les principales caractéristiques de l'épreuve écrite de Physique au Concours DEUG.

L'objectif de l'écrit de Physique est de contrôler les connaissances de base que doivent maîtriser les étudiants, après deux années passées à l'Université. La conception du sujet n'a pas d'autres prétentions.

L'écrit est composé de deux parties.

- La partie **I** (tronc commun pour les trois options) repose sur trois ou quatre exercices indépendants et simples. Les candidats sont interrogés dans tous les domaines du programme (thermodynamique, électromagnétisme et optique géométrique cette année). Les exercices ne font appel qu'à un outil mathématique simple. Ils sont à la portée de tous ceux qui travaillent régulièrement et normalement. Les formules, que l'on pourrait trouver stockées dans une bonne calculatrice, sont le plus souvent rappelées.
- La partie **II**, réservée aux options mathématiques et physique, est plus ambitieuse. Elle s'articule autour d'un thème donné (circuits électriques et électroniques cette année). Le concepteur du sujet essaie, dans la mesure du possible, d'y présenter deux ou trois parties indépendantes (diffusion thermique et électrique, électrocinétique des régimes stationnaires, électronique et modulation-démodulation des signaux électrique cette année).

Beaucoup de questions sont « basiques » et indépendantes les unes des autres : des étudiants, un peu motivés, peuvent s'exprimer dans chacun des paragraphes proposés.

Analyse des différentes parties du sujet

Partie I

Cette année, les matières abordées sont : la thermodynamique (détente de Joule & Gay-Lussac et transformations couplées de gaz parfaits), l'électromagnétisme (induction) et l'optique géométrique (étude d'une lentille convergente et principe du microscope et du téléobjectif). Les différentes parties **A**, **B**, et **C** sont totalement indépendantes.

A–Thermodynamique

L'exercice est un « grand classique » : il s'appuie sur les premiers cours de thermodynamique.

A.I. Détente de Joule & Gay-Lussac

- Ces questions sont souvent bien maîtrisées.
- Le principe du calcul de la variation d'entropie ΔS se conduit de manière « moderne », à partir des identités thermodynamiques : point positif à souligner.
- En revanche, le signe positif du ΔS_{gaz} ne suffit pas à affirmer que la transformation est irréversible. Encore faut-il mentionner que le système gazeux est isolé : ΔS_{gaz} est alors égale à une création d'entropie.

A.II. Transformations couplées

- Exercice traditionnel de la thermodynamique de Première Année...
- L'erreur capitale consiste à considérer, à tort, la transformation du gaz parfait contenu dans le compartiment (C_1) comme une transformation adiabatique mécaniquement réversible. Les formules de Laplace, du type $PV^\gamma = C^{\text{ste}}$, n'y sont pas applicables, car le gaz y reçoit de l'énergie thermique par effet Joule : $Q_1 > 0$! Mais elles le sont pour le gaz du compartiment (C_2), thermiquement isolé.
- D'autres difficultés apparaissent dans la maîtrise des exposants...
- Les applications numériques sont les mal aimées des questions. Elles ne sont pas subsidiaires et ne font pas « perdre du temps » ! Elles occupent équitablement leur place dans le barème, à la condition, bien sûr, que le résultat soit exprimé avec la bonne unité.

B–Électromagnétisme

C'est l'occasion d'étudier quelques exemples simples où se manifeste le phénomène d'induction.

B.I. Flux du vecteur champ magnétique

- Si l'expression scalaire du champ magnétique créé par le courant filiforme est connue, son établissement, par le théorème d'Ampère, est rarement couronné de succès. Peu de candidats ont proposé une écriture vectorielle correcte.
- L'allure des lignes de champ est souvent fantaisiste : la symétrie du problème est facilement oubliée.

B.II. Force électromotrice et courants induits

- Si le sens de circulation du courant induit est souvent exact, la justification est absente. La loi de Lenz (ou toute idée générale de modération) n'est que très peu mentionnée.
- Le calcul de la f.é.m. n'aboutit pas toujours, des difficultés naissent dans la dérivation des expressions mathématiques.

C–Optique géométrique

On étudie une lentille convergente, puis deux modèles simples d'instruments d'optique (microscope et téléobjectif).

C.I. Étude de la lentille convergente (L_1)

- Cette partie, comme la suivante d'ailleurs, est très discriminante. Les impasses totales dans ce domaine sont évidentes. Le niveau général dans cette partie est globalement très insuffisant.
- Les notions d'objet (ou d'image) virtuel ou réel sont très peu comprises.
- L'habitude de travailler avec des grandeurs non algébriques, en optique géométrique, semble malheureusement prise ! On en retrouve alors les conséquences...

C.II. et C.III Principe du microscope et du téléobjectif

- Les tracés de rayons ou de faisceaux lumineux sont parfois « extraordinaires » : orientation dans le sens indirect (sans miroir), discontinuité générale, génération spontanée, etc.
- Quelques rares copies émergent avec efficacité de ce tableau noir...

Partie II

Le problème II, composé de trois parties, permet d'envisager différents aspects des circuits électriques et électroniques.

A–Étude préliminaire d'une diffusion thermique et électrique

Les paragraphes I et II sont réservés à l'étude de la diffusion thermique (loi de Fourier), la partie III à l'étude d'un couplage des phénomènes de transport (diffusion thermique et électrique).

A.I. Diffusion thermique dans un barreau calorifugé

- La méconnaissance des notions de flux et de bilan thermique plonge les notes vers le bas.
- Les quelques outils mathématiques, appliqués à la physique, ne sont pas dominés : l'aventure s'arrête souvent à l'égalité $dT(x)/dx = dT(x+dx)/dx$, ou à l'équation différentielle $d^2T(x)/dx^2 = 0$.

A.II. Diffusion thermique avec pertes latérales

- Là aussi, les notions essentielles de bilan sont malmenées.
- Un dessin symbolisant les différents flux thermiques, entrant ou sortant, de la couche élémentaire peut efficacement venir en aide au candidat. Ne pas négliger cette approche.
- Le problème de l'intégration des équations différentielles (simples) se retrouve ici une nouvelle fois posé...

A.III. Diffusion thermique et électrique

- La loi d'Ohm est parfois oubliée : $R = \ell / \sigma s$ (soit $dR = dx / \sigma s$ dans la tranche élémentaire).
- Les bilans sont non homogènes, ce qui constitue fréquemment un point d'arrêt.

B–Étude d'un capteur de pression

Le problème porte sur le comportement d'une jauge d'extensométrie, résistor dont la résistance variable est fonction des contraintes de pression extérieures.

B.I. Pont de résistors

- Malheureusement, ce paragraphe n'est pas la « formalité » que l'on attendait !
- Il s'agit de l'équilibre du pont de Wheatstone : le résultat est plus connu que sa démonstration.

B.II. Jauge d'extensométrie

- Nouveaux problèmes mathématiques appliqués à la physique : le passage à l'expression différentielle, et le calcul par la méthode des petites variations...
- Il est toujours vivement conseillé de vérifier continuellement l'homogénéité des diverses expressions littérales manipulées, pour éviter les aberrations.

B.III. Dispositif d'amplification

- Cette partie est mieux réussie, les candidats maîtrisant plus efficacement les bases de l'électronique, notamment l'utilisation des amplificateurs opérationnels.
- Dommage(s) pour ceux qui ne dominent pas les lois fondamentales de Kirchhoff en électrocinétique.

C–Modulation et démodulation

Le problème porte sur les notions de modulation d'amplitude et sur la démodulation du signal.

C.I. Présentation de la modulation d'amplitude

- L'intérêt de la modulation d'amplitude est rarement souligné.
- L'allure des courbes représentatives associées n'apparaît que rarement.

C.II. Création du signal modulé

- Regain d'intérêt pour cette question d'électronique, partie dans laquelle le théorème de Millman peut s'appliquer avec un avantage non négligeable.
- Recommandons, ici encore, la vérification constante de l'homogénéité des formules.

C.III. Démodulation du signal

- La résolution des questions ne peut raisonnablement pas être menée avec des réels.
- L'utilisation des nombres complexes, fortement recommandée, n'est pas toujours bien menée, d'autant plus que des erreurs capitales surviennent (mauvaise impédance complexe de certains dipôles, par exemple).

Conclusion

Pour réussir cette épreuve, il est nécessaire de bien dominer les bases fondamentales du programme, grâce à un travail assidu : « travailler pour gagner plus de points ». Les étudiants ne peuvent se contenter de connaissances approximatives dans les notions essentielles.