

Comme chaque année, nous nous permettons de rappeler les principales caractéristiques de l'épreuve écrite de Physique au Concours National 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 tous les candidats) repose sur trois ou quatre exercices indépendants et simples. Les candidats sont interrogés dans tous les domaines du programme (électrostatique, électrocinétique et thermodynamique 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, qu'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 (développement durable cette année). Le concepteur du sujet essaie, dans la mesure du possible, d'y présenter deux ou trois parties indépendantes (phénomène de transport avec le principe du double vitrage, thermodynamique avec l'étude d'une machine thermique ditherme et électronique avec l'étude d'un capteur de température 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 : l'électrostatique (étude de plans infinis chargés), l'électrocinétique (dipôle R, L, C) et la thermodynamique (étude des transformations d'un corps pur, puis phénomène de diffusion de matière) réparties en trois parties **A**, **B**, **C** et **D** totalement indépendantes.

### A – Électrostatique : Modèle de plans infinis

Ce chapitre est souvent délaissé par les candidats. L'électrostatique demeure toujours un « tabou », bien que les calculs imposés dans cette partie soient d'une simplicité sans appel.

## I. Plan infini

- La symétrie est le plus souvent remarquée, mais les réponses sont loin de faire preuve de bon sens. On comprend rapidement que les simples bases ne sont pas acquises dans ce domaine.

## II. Deux plans infinis

- La majorité des candidats est déjà passée à d'autres parties (**B**, **C** ou **D**). Pour ceux qui se sont attardés, les erreurs de signe, dues au manque de rigueur, apparaissent. Seule environ une copie sur vingt présente un tracé des vecteurs représentatifs du champ électrique, ... et de bons résultats.
- Même si la formule  $\vec{E}_{tot}(x) = -\vec{\text{grad}} V_{tot}(x)$ , qui permet le passage de  $\vec{E}$  à  $V$ , est rappelée dans l'énoncé, les ennuis continuent avec un manque de réussite dans les calculs d'intégrales, par oubli de la constante ou l'oubli des bornes. Les courbes tracées soulignent de grosses lacunes : la courbe  $V=f(x)$  est trop souvent discontinue.
- Pour conclure, le niveau est catastrophique en électrostatique.

## B – Régime sinusoïdal forcé d'un dipôle R, L, C série

Là aussi, la méconnaissance du cours conduit au désastre.

### I. Caractéristique de la tension d'alimentation $e(t)$

- La réponse à la première question est plutôt rassurante : la relation  $T = 2\pi/\omega$  est connue du plus grand nombre.
- La valeur efficace  $E$  est donnée, mais généralement sans définition et sans démonstration.

### II. Caractéristiques de la tension $u_C(t)$

- Confusion générale entre partie réelle  $a$  de l'impédance complexe  $Z_{AB} = a + j b$  et l'impédance réelle  $|Z_{AB}| = (a^2 + b^2)^{1/2}$ .
- Ensuite cela évolue mal, souvent pour des raisons mathématiques, car les notions de base, dans le traitement des nombres complexes, vues en Terminale S sont oubliées.

## C – Corps pur : transformations d'une masse de dioxyde de soufre

Cette partie n'a pas permis de rattraper ce qui précède...

## I. Étape (1) A → B

- Bien que les diagrammes  $P = f(T)$  et  $P = f(V)$  du corps pur soient tracés dans l'énoncé, la représentation des transformations dans les deux diagrammes va souvent, malheureusement, à l'encontre du bon sens physique.
- Si la définition du travail  $W = - \int P_{ext} dV$  est connue, les caractéristiques du changement de phase réversible sont oubliées. Le calcul de cette grandeur de transfert s'appuie sur les propriétés d'une transformation isotherme de gaz parfait... alors que  $P_{ext} = P^* = Cste$  et que nous sommes en présence d'un corps pur réparti entre deux phases.
- Les conventions de signe sont malmenées.

## II. Étapes (2) B → C & (3) C → A

- Le travail  $W_{CA}$  mis en jeu par le corps pur au cours de l'expansion libre dans le vide est à 99 % faux. Rappelons qu'au cours de la vaporisation, les forces extérieures existent (sinon le dioxyde de soufre diffuserait à l'infini) mais ne travaillent pas. La définition originelle du travail mis en jeu, grâce aux forces de pression, se traduit pas «  $W =$  Travail des forces de pression extérieures ». Les quelques rares résultats corrects  $W_{CA} = 0$  s'appuient sur une démonstration fautive, dans laquelle il est mentionné une pression extérieure nulle.

## III. Étude du cycle A → B → C → A

- Enfin, les valeurs de  $\Delta U$  et  $\Delta S$  au cours d'un cycle sont correctes sur l'ensemble des copies qui ont abordées la question.

## IV. Application numérique

- Les applications numériques sont les mal aimées des questions. Elles ne sont pas subsidiaires et ne font pas « perdre du temps » ! Elles ont équitablement leur place dans le barème, à la condition, bien sûr, que le résultat soit exprimé avec la bonne unité.
- Une variation d'entropie  $dS$  (ou  $\Delta S$ ) négative n'est pas contraire au second principe ! Une variation  $\Delta S$  positive n'entraîne l'irréversibilité que si le système considéré est isolé.

## D – Diffusion de neutrons dans l'eau lourde

Le début est prometteur mais la suite moins réussie...

## I. Le milieu n'absorbe pas les neutrons

- Cette partie est généralement abordée avec un certain succès.
- Le bilan particulaire sur un petit élément volumique de colonne, d'aire  $S$  et d'épaisseur  $dx$ , situé entre les abscisses  $x$  et  $x+dx$ , est proposé correctement et aboutit, le plus souvent, à l'équation  $d^2N^*/dx^2 = 0$ . Et même si la démonstration n'est pas parfaite, la linéarité de la fonction  $N^*(x)$  est connue.
- Le manque d'attention de certains conduits à des courbes à pente positive, contraire à la réalité physique.

## II. Milieu absorbant

- Seul un bilan particulaire solide peut permettre la résolution des dernières questions.

## Partie II

Le problème II, composé de trois parties, permet d'illustrer quelques aspects du développement durable : le double vitrage, la pompe à chaleur et le contrôle des températures par capteur.

## A – Pour une maîtrise des pertes d'énergie à travers le vitrage

Partie assez bien menée...

### I. Simple vitrage

- Il s'agit ici d'un transfert de chaleur. Les candidats se sont échauffés, dans la première épreuve, sur les phénomènes de transport et de diffusion, ce qui explique peut-être les bonnes réponses. Les lois sont connues et l'ensemble est satisfaisant.

### II. Avantage du « double vitrage »

- La relation de Chasles des températures est maîtrisée.
- L'addition des résistances thermiques ne pose aucun problème.
- Conseillons cependant aux candidats de contrôler régulièrement leurs formules en vérifiant l'équation aux dimensions (ou aux unités). Cela évite d'aboutir à des résultats aberrants, comme celui de déconseiller le double vitrage car la puissance thermique, qui le traverse, y est plus élevée...

### III. Limitation des surfaces vitrées

- Cette partie n’a pratiquement pas été abordée.

## B – Pour un chauffage dans le cadre du développement durable

Des erreurs capitales...

### I. Évaluation des pertes

- Les premières questions § 1, 2 et 3 sont bien traitées.
- Si l’équation différentielle est généralement écrite correctement, la résolution est, comme toujours, défailante. Lorsque l’intégration fournit une formule, on l’essaie aux limites, à  $t = 0$  ou à  $t$  infini, par exemple. Cela évite de continuer avec des expressions aberrantes.

### II. Utilisation d’une pompe à chaleur

- Les sens effectifs des transferts d’énergie dans la pompe à chaleur sont faux dans un cas sur deux ! De même pour l’efficacité thermique  $\varepsilon_{th}$  du fluide, pourtant définie dans l’énoncé comme étant le rapport  $\varepsilon_{th} = \ll \text{énergie utile} / \text{énergie dépensée} \gg$ .
- Les deux principes de la thermodynamique aux machines thermiques dithermes sont bien appliqués, mais une mauvaise définition de l’efficacité ne permet pas d’aboutir.

## C – Contrôle des températures à l’aide d’une sonde thermique

L’échec de l’application du théorème de Millman...

### I. Principe de la sonde de température

- Les trois premières questions sont correctement traitées.
- Hélas, la valeur du potentiel  $V_A$  est fautive, suite à une application erronée du théorème de Millman. Ce théorème est pourtant d’une utilité primordiale en électronique.

### II. De la sonde au capteur de température

- Si, pour tous, le branchement du second A.O. au montage initial ne modifie pas le potentiel  $V_A$ , peu de candidats justifient leur réponse.
- Le gain en tension, exprimé en fonction des résistances  $R_C$  et  $R_D$ , est obtenu correctement

## Conclusion

Un bon point pour ceux qui, malgré un échec dans la démonstration et le traitement mathématique du problème, parviennent à proposer une explication du phénomène présenté, à donner une interprétation des faits observés, voire de prévoir l'évolution d'une situation ou de produire une courbe : l'occasion de faire preuve d'un bon sens physique. L'approche qualitative d'un problème nous semble souvent aussi importante que l'étude quantitative.

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

---