

## Commentaire général

En préambule, nous nous permettons 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 du concours) repose sur trois ou quatre exercices indépendants et simples. Les candidats sont interrogés dans tous les domaines du programme (thermodynamique, électrocinétique et électronique 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 (étude d'appareils domestiques cette année). Le concepteur du sujet essaie, dans la mesure du possible, d'y présenter deux ou trois parties indépendantes (électromagnétisme et électrocinétique avec le haut-parleur, électrocinétique avec la lampe « flash » et diffusion thermique avec le four à micro-ondes 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 (corps pur et transferts thermiques d'un système) et l'électrocinétique (filtre), réparties en trois parties **A**, **B** et **C** totalement indépendantes.

### A–Thermodynamique : quelques transformations du corps pur « eau »

#### I. Diagrammes du corps pur

- Des deux diagrammes, le diagramme  $P = f(V)$  est le plus mal traité. Le domaine diphasé d'équilibre  $L = V$  est rarement identifié : la suite ne peut donc être comprise.
- Les caractéristiques de la courbe de fusion de l'eau ne sont jamais justifiées et peu de candidats rappellent la relation de Clapeyron  $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta_{fus}h}{T(v_{liq} - v_{sol})}$  qu'il est nécessaire d'exploiter.

Quelques réponses, telles que « la pente est négative car la courbe penche vers la gauche », sont à éviter.

- Dans le même ordre d'idées, le changement d'état  $V \rightarrow L$  se nomme la liquéfaction (et non la liquidation).

## II. Transformations d'une masse d'eau

- Les réponses aux premières questions très abordables sont correctes.
- L'obtention de la grandeur de transfert  $W_{eau}$  se résume souvent à un calcul correspondant à une compression isotherme de gaz parfait : la décomposition du calcul de ce travail en deux parties est rarement vue.
- La représentation des transformations dans les deux diagrammes du corps pur va souvent, malheureusement, à l'encontre du bon sens physique.
- Pour certains, le passage à une matière plus condensée (passage de la phase gazeuse à la phase liquide) nécessite une « augmentation de volume isotherme ».
- Les unités employées dans les applications numériques ne sont pas toujours celles du Système International : les résultats obtenus sont alors aberrants mais cela ne perturbe pas toujours le candidat.
- 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.

## **B – Électronique : Étude d'un filtre**

### I. Étude théorique d'un filtre « RC » série

- Même si la nature « sans calculs » du filtre est très mal étudiée dans la première question, les étudiants se montrent plus à l'aise dans cette partie.
- La qualité de « passe-bas », « passe-haut » ou « passe-bande » du quadripôle est souvent confuse.
- La non maîtrise du cours de terminale sur les complexes ne permet pas toujours d'accéder au gain : un blocage certain au niveau des mathématiques de base est à signaler. La résolution des questions ne peut raisonnablement pas être menée avec des réels.
- Les propriétés du diviseur de tension, pourtant bien commodes, sont oubliées : ce qui entraîne une perte de temps dans l'établissement de la fonction de transfert et donc dans la résolution du problème.
- L'unité de la pulsation de coupure  $\omega_c = 1/(RC)$  est souvent donnée en «  $\Omega^{-1} F^{-1}$  » : les candidats suivent exagérément les conseils de leurs professeurs à propos du respect de l'homogénéité des formules et s'écartent, ainsi, de toute réalité physique.

### II. Branchement à l'oscilloscope

- L'association des dipôles en parallèle et le diviseur de tension sont sources de panique.
- Ces questions donnent l'occasion de découvrir, avec plaisir, la pugnacité de certains candidats qui se lancent dans les calculs avec succès.
- La comparaison des pulsations de coupure  $\omega_c$  et  $\omega'_c$  se fait trop souvent qualitativement par des « presque pareil », des « c'est à peu près la même chose » ou des « quasi égaux », mais jamais quantitativement par l'étude du rapport  $(\omega'_c / \omega_c)$  ou de l'écart relatif  $(\omega'_c - \omega_c) / \omega_c$ , par exemple.

## C – Thermodynamique : Étude des transferts thermiques dans un chauffe-eau

### I. Préliminaires

- Cette partie tourne autour de la fonction « enthalpie »  $H$  et du principe de calcul de la quantité de chaleur échangée au cours de transformations le plus souvent irréversibles, mais qui se déroulent à pression extérieure constante. Dans ce cas, l'égalité  $\Delta H_S = Q_{Pe}$  est fondamentale.
- Si la définition de  $H$  est connue, la démonstration de l'égalité  $\Delta H_S = Q_{Pe}$  fait apparaître un manque de rigueur. Les égalités (fausses)  $\Delta(PV) = P\Delta V + V\Delta P$  sont légion, même si les circonstances conduisent finalement au résultat attendu.
- Regrettons la multitude d'expressions non homogènes telles que «  $U = \delta Q + \delta W$  » et les grandeurs de transfert extraordinaires telles que «  $\Delta Q$  » ou «  $\Delta W$  ».

### II. Récipient thermiquement isolé

- Cette partie est assez bien traitée, même si des expressions non homogènes, telles que  $Q_{Pe} = P_{th} / \Delta t$ , conduisent à des résultats aberrants malheureusement non corrigés.

### III. Pertes thermiques

- En régime permanent et stationnaire, les candidats écrivent tous un bilan correct : la puissance apportée compense les pertes.
- Le calcul de la valeur du coefficient  $k$  est alors souvent bien mené et conduit à un résultat juste. Son signe, s'il est faux, est en accord avec ce qui a été annoncé par le candidat : c'est un point positif que les correcteurs ont apprécié.
- Mais, ensuite, les choses se gâtent rapidement : les bilans thermiques sur les « gains » et les « pertes », ou sur les « entrées » et les « sorties » sont catastrophiques. Dans le meilleur des cas, des erreurs de signe sont relevées, mais trop souvent les candidats oublient de raisonner pendant la durée élémentaire  $dt$  et produisent des équations « différentielles » non homogènes.
- Généralement, le sens physique est perçu, mais les étudiants sont victimes de leur manque flagrant de rigueur.

## Partie II

Le problème II, composé de trois parties, permet d'illustrer le principe de fonctionnement de différents appareils domestiques : le haut-parleur, la lampe flash et le four à micro-ondes.

### A – Le haut parleur

#### I. Étude préliminaire

- La résultante des forces de Laplace n'est pas toujours bien dessinée, car l'expression  $\vec{f}_L = i \int \vec{dl} \wedge \vec{B}$  est rarement écrite, et lorsqu'elle est écrite, la signification du produit vectoriel est défailante.
- Rappelons qu'une expression vectorielle de cette résultante est demandée et que les correcteurs ne peuvent se satisfaire d'une expression scalaire ou d'une norme.
- Les candidats doivent aussi prendre conscience que les signes ont une importance capitale dans les expressions vectorielles de l'électromagnétisme et que cette science ne supporte pas « l'approximation ».

- Rappelons la définition du champ électromoteur  $\overline{E_{m,i}} = \vec{v} \wedge \vec{B}$  souvent oubliée, tout comme celle qui lie  $\overline{E_{m,i}}$  et  $e_i$  :  $e_i = \int \overline{E_{m,i}} \cdot d\vec{l} \Rightarrow \boxed{e_i = vBl}$

## II. Comportement mécanique

- L'équation différentielle (**E<sub>1</sub>**) apparaît correctement dans bon nombre de copies par application du théorème de la résultante dynamique :  $m \frac{d^2z}{dt^2} \overline{e_z} = \overline{f_L} + \overline{f_f} + \overline{f_r}$ .
- Cependant trop de candidats oublient que la longueur  $l$  du §.A.I. devient  $2\pi\rho N$  au §. A.II., soit par étourderie, soit par méconnaissance du calcul de la circonférence d'un cercle.

## III. Comportement électrique

- L'équation différentielle (**E<sub>2</sub>**) n'est obtenue que si :
  - l'identification de la vitesse  $v$  du circuit avec la dérivée temporelle  $dz/dt$  apparaît ;
  - la loi des mailles (relation de Chasles des tensions) est écrite avec des termes et des signes corrects.
- Ce type d'exercice ne supporte donc pas l'improvisation.

## IV. Tension d'alimentation alternative

- Cette partie est peu abordée, soit par méconnaissance de l'impédance complexe (souvent confondue avec l'admittance complexe) des différents dipôles, soit par la non maîtrise du calcul complexe.

## **B – Alimentation d'une lampe flash**

### I. Obtention d'un courant alternatif

- Il s'agit, dans la première partie tout au moins, d'un bon exercice de niveau baccalauréat.
- Rarement les trois tensions initiales  $u_R$ ,  $u_L$  et  $u_C$  sont données simultanément justes.
- L'équation de maille est victime, là encore, de l'absence de rigueur : les signes sont proposés un peu au hasard.
- Cependant, pour ceux qui obtiennent une bonne équation différentielle, la fin du paragraphe ne présente aucune difficulté et les calculs sont menés à bien, notamment en ce qui concerne le circuit à résistance  $R$  négligeable qui permet d'obtenir une tension  $u_L$  alternative sinusoïdale.
- Il est demandé de dessiner l'allure des courbes représentatives des deux fonctions  $u_L(t)$  :  $u_L(t) = E \cdot \cos \omega_0 t$  pour  $R = 0$  et  $u_L(t) = E \exp\left(-\frac{R}{2L}t\right) \cos \Omega t$  pour  $R \neq 0$ . Certains ne jugent pas utile de présenter un dessin et signalent simplement, probablement pour gagner du temps mais au détriment des points, que ces courbes sont des sinusoïdes, ce qui n'est vrai que dans le premier cas.

### II. Alimentation du flash

- Directement inspiré du programme de Terminale S... mais pas si souvent traité...
- Si les formules classiques  $q_0 = C'E'$  et  $W' = \frac{1}{2}C'E'^2$  sont parfaitement sues, l'établissement de l'équation de maille, ainsi que l'intégration de l'équation différentielle correspondante, n'ont pas eu la réussite attendue.

- Attention aux vieux automatismes du secondaire dans la résolution des équations différentielles... ce qui conduit à des catastrophes si les variables n'ont pas été séparées auparavant.
- Quelques réponses correctes sont sauvées in-extremis : l'allure de la courbe représentative de la fonction  $i'(t)$  ou l'ordre de grandeur  $\Delta t$  du temps nécessaire à la décharge du condensateur, par exemple...

### C – Chauffage dans un four à micro-ondes

- Si la relation existant entre  $\Phi(r)$ ,  $j_{th}(r)$  et  $S(r)$  ne pose pas de problème, la suite est catastrophique...
- Le volume élémentaire  $dV = 4\pi r^2 dr$  compris entre les sphères concentriques, de centre O et de rayons respectifs  $r$  et  $r+dr$ , demeure toujours une énigme pour la plupart des candidats.
- La situation s'aggrave d'année en année et la lacune est abyssale : le calcul des périmètres, des surfaces et des volumes classiques n'est absolument plus maîtrisé. Les candidats ne dominent plus les outils de base et sont bloqués à la première difficulté.
- Le bilan thermique sur les « gains » et les « pertes », ou sur les « entrées » et les « sorties » dans la couche élémentaire de volume  $dV$  est, là encore, un fiasco.

### 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.