

ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE 2

par **Henri CORTÈS, Maître de Conférences**

Avec des questions variées en difficulté comme en nature, faisant appel aux connaissances acquises sur les deux années de classes préparatoires, plusieurs parties du programme ont été abordées dans cette épreuve. Quelques unes nécessitaient du sens physique tandis que d'autres exigeaient des développements plus calculatoires.

Comparativement à l'an dernier, l'épreuve a été sensiblement moins bien réussie, tant pour le premier problème à l'aspect technique plus marqué que pour le second qui demandait des commentaires physiques.

Quelques remarques générales :

- il a été agréable de constater que, hormis quelques exceptions, la tenue des copies a nettement progressé : on rappelle qu'une note est désormais réservée à la présentation !

- par contre, les connaissances mathématiques de base font souvent défaut, par exemple pour la résolution des équations différentielles ou pour l'écriture des développements limités. De même, l'usage de la notation complexe n'est pas suffisamment maîtrisé.

- regrettable est aussi la tendance à ne pas faire de schémas pour expliquer une notion ou pour illustrer une démonstration (calcul du champ magnétique, angles dans le prisme, différences de marche). Trop de copies se résument à une succession d'équations sans explications ni rédaction.

Dans le but premier d'éclairer les futurs candidats sur la manière d'orienter leurs efforts, est présenté, ci-après, un "concentré" des principales fautes commises, accompagné de quelques observations.

PROBLÈME I PROPAGATION LE LONG D'UNE LIGNE ÉLECTRIQUE - Effets d'échos - Reproduction retardée d'un signal -

A) Préliminaires

A.1) Partie globalement bien réussie malgré quelques réponses inadaptées, telles que " rE est constant", constance souvent comprise en fonction du temps alors que ce produit est seulement indépendant du rayon r .

A.2) Très souvent, les candidats qui trouvent la bonne norme pour le champ magnétique, n'ont pas expliqué quel parcours d'Ampère ils ont choisi ; nombreux sont ceux qui, tout en ayant trouvé l'expression correcte de cette norme, ont écrit que le champ magnétique est radial ou porté par l'axe des abscisses.

B) Ligne coaxiale sans perte à constantes réparties

B.1 à B.5) Les notations complexes ne sont pas toujours maîtrisées et il n'est pas rare que des erreurs dans les développements limités faussent les résultats. On trouve en particulier des résidus d'éléments différentiels dont certains n'arrivent plus à ce défaire !

Que de difficultés pour diviser une tension !!!

B.6 à B.9) Partie du problème généralement abandonnée, seulement abordée par les meilleurs candidats. Expression de $\underline{V}(x)$ rarement simplifiée. Très exceptionnelle représentation de $\underline{V}_e$ en fonction de la fréquence.

C) Ligne sans perte, à constantes localisées

C.1) Question généralement traitée avec succès

C.2) Le résultat attendu $\left| \sin\left(\frac{\omega\tau}{2}\right) \right| = \frac{\omega\sqrt{LC}}{2}$ a été pratiquement atteint dans un bon tiers des

copies. Cependant, faute d'avoir considéré les bornes de la valeur absolue du sinus, les candidats ont eu du mal à reconnaître un filtre passe-bas. La coupure haute n'a été que rarement mentionnée.

Peu ont reconnu la dispersion, certains osant même démontrer son absence en s'appuyant sur le fait que ω est réel !

C.3) Dans le texte, une malencontreuse faute de frappe donnait :

$$\operatorname{th}(\alpha + \beta) + \operatorname{th}(\alpha - \beta) - 2 \operatorname{th}(\alpha) = 2 \operatorname{th}(\alpha) \operatorname{th}^2(\beta) \frac{\operatorname{th}^2(\beta) - 1}{1 - \operatorname{th}^2(\alpha) \operatorname{th}^2(\beta)}$$

en lieu et place de : $\operatorname{th}(\alpha + \beta) + \operatorname{th}(\alpha - \beta) - 2 \operatorname{th}(\alpha) = 2 \operatorname{th}(\alpha) \operatorname{th}^2(\beta) \frac{\operatorname{th}^2(\alpha) - 1}{1 - \operatorname{th}^2(\alpha) \operatorname{th}^2(\beta)}$

Elle conduisait à $P = R \frac{\operatorname{th}^2(v\tau) - 1}{\operatorname{th}^2(vt) - 1}$ interdisant la simplification prévue pour obtenir $P=R$.

Parmi les candidats qui ont abordé cette question, la majorité a abandonné rapidement pour passer au problème suivant. Cependant, un bon nombre (10% environ), disons "guidé par l'intuition de ce qui était attendu", s'est retrouvé sur les rails pour achever l'étude proposée avec $P=R$! Chose plus rare, beaucoup mieux appréciée, quelques uns (1% environ) ont clairement déclaré continuer dans l'hypothèse d'une erreur de l'énoncé. *Une notation avantageuse a bien sûr dédommagé les candidats qui ont persévéré dans la logique de la coquille.*

PROBLÈME II DÉCONVENUES EXPÉRIMENTALES

1) Surchauffe ?

Le fait que la puissance dissipée dans une résistance s'écrive non seulement RI^2 mais aussi U^2/R ne semble pas évident pour tous les candidats ; faute de l'avoir compris, beaucoup ont développé des calculs fastidieux pour déterminer les intensités dans les diverses branches du circuit. En outre, certains ont voulu simplifier au moyen de transformations "Thévenin-Norton", ignorant que ces modèles ne conservent les équivalences que pour ce qui leur est extérieur, les puissances dissipées en interne n'ayant rien de comparable !

Quelquefois, dans l'application numérique, les 15 volts (écrits 15 V) se sont transformés en 15 fois la valeur littérale du potentiel V !

Cet exercice était une occasion de mettre en évidence un aspect particulier du principe de moindre action, applicable à tout réseau résistif : les courants s'y répartissent de manière à minimiser la puissance globalement dissipée.

2) Gain hâtivement estimé ?

Ici, les questions étaient pour souligner l'importance de l'adaptation d'impédance lors de tout branchement.

Assez peu ont exprimé clairement que l'impédance d'entrée du montage amplificateur modifiait l'équilibre du pont diviseur. Quelques-uns ont su prolonger en proposant l'interposition d'un suiveur.

3) Fonction de transfert rebelle à l'expérimentation ?

La fonction de transfert a souvent été obtenue ainsi que l'équation différentielle afférente. Par contre, la résolution de cette dernière a régulièrement posé problème. Beaucoup de candidats, conditionnés par des solutions en $\exp(-t/RC)$, n'ont pas su justifier le fait que l'amplificateur soit rapidement saturé.

4) Quel trajet pour la lumière ?

La réflexion totale n'a été qu'exceptionnellement établie. Souvent donnée sans justification, la formule $A=r+r'$, sans doute mémorisée dans un cas de figure différent, ne convenait pas ici.

Des confusions dans l'écriture des chemins optiques.

Beaucoup d'ambiguïtés, tant pour définir un plan d'onde que pour énoncer le théorème de Malus.

Curieusement, beaucoup se sont appuyés sur le principe de retour inverse de la lumière pour affirmer que le plan (P) est un plan d'onde, alors que perpendiculairement à lui, les ondes s'accompagnent sans être en concordance de phase.

Quelques excellents commentaires aussi !