

ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE 2

par **Henri CORTÈS, Maître de Conférences à la retraite**

Les notes obtenues à cette épreuve se situent autour d'une bonne moyenne ; elles ont été souvent brillantes, rarement d'un niveau exagérément bas. Avec des questions assez diversifiées, pour un tiers très proches du cours et pour un autre tiers plus délicates, les meilleurs candidats ont réussi à se classer en bonne position, tandis que le plus grand nombre a pu tirer bénéfice de ses acquis.

Il est donc permis d'en conclure que le sujet a été d'une difficulté normale et d'une longueur bien adaptée. Pour être fidèle au programme et à l'esprit des classes de PC, il a couvert un large domaine de connaissances, tout en restant orienté vers des applications concrètes, mêlant questions qualitatives et dimensionnements avec attente de résultats numériques.

Le premier problème était très classique, avec des questions de difficulté variable, certaines exigeant cependant du bon savoir-faire. Elles étaient fréquemment indépendantes les unes des autres pour offrir des possibilités de relance.

Le second problème demandait quelques calculs bien soignés, mais sans difficultés particulières. Il exigeait cependant un réel effort d'attention et de réflexion pour assimiler l'objectif de l'énoncé et tirer profit des commentaires introduits ; cet effort a été effectivement consenti avec succès dans la majorité des cas.

- De nombreuses copies, bien présentées et clairement rédigées, ont été agréables à lire, en contraste avec d'autres rédigées sans soin : méthodes et calculs développés sans la moindre explication, figures absentes ou impossibles à interpréter, applications numériques bâclées, écriture brouillonnée, réponses inappropriées dues à une lecture inattentive du texte.

- Parmi les fautes les plus condamnables, on relève des manques de bons sens laissant sans aucune réaction, des résultats comme par exemple : 6,27 secondes ou encore 260 jours pour la mise en température d'un habitat !

- Les connaissances mathématiques de base sont souvent défaut au niveau de la résolution des équations différentielles linéaires du premier et du second ordre. On note généralement un manque de savoir-faire dans l'écriture des développements limités. ***La maîtrise de l'outil mathématique doit être impérativement améliorée pour ne pas faire obstacle au raisonnement physique !***

- La raison première de ce rapport étant de conseiller les futurs candidats pour mieux orienter leurs efforts, on comprendra que les observations relevées mettent surtout l'accent sur les défauts qu'un peu de travail et de réflexion auraient permis d'éviter. Evidemment, le fait de lister ces fautes ne signifie pas qu'elles aient été commises par tous les candidats et ne doit pas faire oublier la présence d'un bon nombre d'exposés dignes d'éloges.

PROBLÈME I

INTERFÉROMÉTRIE A DEUX ONDES

1) Le champ électromagnétique dans le vide

Les unités correctes, F/m pour la perméabilité diélectrique et H/m pour la perméabilité magnétique n'ont été données qu'une fois sur deux. Le souvenir de la formule du condensateur plan a parfois rendu service, mais - apparemment pas - celui de l'auto-inductance du solénoïde indéfini.

Les autres questions ont généralement bénéficié de bonnes réponses.

2) L'onde progressive unidirectionnelle dans le vide

- Des candidats, qui n'ont pas compris qu'il s'agissait de retrouver simplement les propriétés de l'onde électromagnétique plane, ont inutilement converti l'opérateur nabla en notation complexe, sans amener aucune justification.

- La divergence est parfois présentée sous forme d'un vecteur !

- On attendait qu'il soit fait mention de l'onde plane, avec sa propriété de rester identiquement définie en tout point d'un plan normal à sa direction de propagation ; hélas, dans l'esprit de beaucoup, l'onde est plane pour la raison que les champs sont transverses !

- La signification du vecteur de Poynting est parfois approximative et son flux à travers une surface est souvent interprété comme une énergie alors qu'il s'agit d'une puissance.

- En général les calculs conduisant à l'éclairement sont bien menés.

3) Superposition de deux ondes monochromatiques et conditions d'interférences

- De très bons exposés précis et concis sur la notion de cohérence. Cependant, "cohérence" est trop souvent lancé comme un mot bon à tout faire, à charge pour le correcteur de l'interpréter comme il lui plait ! La nécessité d'un déphasage indépendant du temps est souvent omise.

- On trouve beaucoup d'écritures confondant éclairement et amplitude du champ électrique.

- La différence de marche est souvent limitée comparativement à la longueur d'onde plutôt qu'à la longueur de cohérence.

4) Dispositif interférentiel

La partie concernant la lame inclinée, ressentie comme difficile, n'a rencontré que peu de succès : nombreuses copies impossibles à décrypter, absence de schéma ou bien angles mal définis (loi de Snell-Descartes sur la réfraction mal assimilée ?), développements limités non menés à leur terme ou comportant des erreurs inadmissibles, absence de simplifications !

L'approximation $\frac{1}{1-\varepsilon} \approx 1 + \varepsilon$ semble être ignorée par beaucoup !

L'uniformité de l'éclairement n'est pas évidente pour tous car quelques réponses donnent des éclairements alternés, voire dépendant du temps !

Assez peu ont bien expliqué que pour mesurer avec plus de précision une rotation déterminée, il fallait qu'elle engendre un déphasage le plus grand possible, d'où la nécessité d'augmenter l'épaisseur de la lame.

En lumière polychromatique, le calcul des longueurs d'onde éteintes est généralement compris et la notion de spectre cannelé bien exposée.

PROBLÈME II

GAIN DE TEMPS ET ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

1) Approche simplifiée du comportement thermique d'un habitat ; optimisation du temps de mise en température

1.1) Modélisation sommaire

Les analogies sont généralement maîtrisées. Bien que la manière de les aborder ait pu surprendre certains, on peut noter que, dans l'ensemble, les candidats s'en sont très rapidement accommodés.

Lors du bilan thermique, confusion fréquente entre la loi des nœuds et la loi des mailles.

Beaucoup ne tiennent pas compte de la température extérieure, oubliant qu'une fuite thermique à travers une résistance thermique résulte de la différence de température entre l'amont et l'aval.

1.2) Mise en température

Probable séquelle d'une mauvaise pédagogie, on voit trop souvent un condensateur chargé assimilé à un fil !

La résolution d'une équation différentielle linéaire du premier ordre avec second membre n'est pas toujours maîtrisée.

2) Economies d'énergie

2.1) Economie sur le chauffage de l'air neuf d'un logement

Question correctement interprétée mais avec des erreurs de signes fréquentes, quelques-unes étant subrepticement corrigées pour atteindre le résultat soufflé par l'énoncé !

L'évolution des températures est rarement déterminée sans erreur.

2.2) Pompe à chaleur à cycle de Stirling

Le schéma structurel de la pompe à chaleur est souvent folklorique, les signes des transferts sont mal définis, la notion d'efficacité n'est pas maîtrisée, ni les ordres de grandeurs puisqu'on trouve souvent des valeurs inférieures à l'unité !

La plupart des réponses révèlent qu'il ne reste absolument rien du cours de PCSI quant aux deux principes de la thermodynamique régissant le comportement d'une machine thermique lors d'un cycle réversible.

Il est étonnant de constater l'incapacité de nombreux candidats pour calculer la valeur maximale du volume total !

L'évolution du nombre de moles, d'un compartiment à l'autre, n'a été que rarement pris en compte dans le calcul de la pression. En conséquence, le résultat obtenu n'a été qu'exceptionnellement exact, ce qui a rendu vain l'abord de la discussion finale !