

RAPPORT EPREUVE PHYSIQUE A

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet de l'épreuve A de Physique comportait 3 parties largement indépendantes.

Dans une première partie, on s'attachait à la mesure de la température et de la pression d'un lac, montrant le principe de différents capteurs.

Dans une seconde partie, on s'intéressait à l'étude mécanique de deux dispositifs en mouvement sur le lac.

Enfin, la troisième partie étudiait l'évolution temporelle du gel du lac.

Le sujet faisait ainsi appel à des notions très diverses des programmes des classes PTSI et PT.

Ont ainsi pu être testées les connaissances des candidats en électricité, électronique, électromagnétisme, mécanique et diffusion thermique.

COMMENTAIRE GENERAL

La présentation des copies est très inégale, et nombre d'entre elles sont assez mal présentées et parfois désagréables à lire ; les membres du jury apprécient lorsque les questions sont correctement numérotées, même celles non traitées.

Il est par ailleurs fortement recommandé de traiter les questions dans un ordre raisonnable : Un candidat qui traite la question 1 puis la 14 puis retour à la 3 puis la 16, ne fait pas preuve d'une grande rigueur et de ce fait, se trouve pénalisé lors de la notation.

Les membres du jury rappellent également que des résultats numériques sans unité, ainsi que des résultats donnés sans aucune démonstration, ne peuvent être validés.

De nombreuses erreurs de signes ont été également relevées dans les calculs de champs, de moments, de courants, de transferts thermiques. Rappelons donc qu'un signe est important puisqu'il renseigne sur le sens d'une grandeur ou d'un transfert.

ANALYSE PAR PARTIE

Partie A

Les premières questions sont le plus souvent bien traitées, même s'il arrive que la courbe $R(T)$ soit croissante, ou bien croissante puis décroissante.

Par contre, la notion de sensibilité n'a donné que très peu de points sur l'ensemble des candidats ; elle est le plus souvent confondue avec incertitude. Même lorsque le candidat comprend qu'il est préférable d'avoir un capteur sensible, il se trompe quand même, pensant que 0,5% est supérieur à 0,04, ou bien qu'une sensibilité positive est préférable à une sensibilité négative.

Le cas idéal de l'A.L.I. est connu de la plupart des candidats ; par contre beaucoup moins pour les ordres de grandeur ; certains exagèrent un peu sur le gain en allant jusque 10^9 , mais c'est toujours mieux que 10^{-3} ou 10^{-9} ou même 1 ! Par contre, les courants d'entrée, lorsqu'ils sont cités, sont de souvent de quelques mA, mais parfois quelques A, voire dizaines ou centaines d'Ampères ! Peut-on alors vraiment les négliger ?

On a pu voir aussi un courant réel de 1 mA pour un courant idéalisé de 1A !

La rétroaction négative et la nullité de la tension d'entrée est connue de pratiquement tous les candidats, même si certains tentent d'exprimer cette dernière en fonction du circuit.

Le calcul de u est souvent bien fait mais certains s'embrouillent vite dans les calculs et n'aboutissent pas. L'hypothèse de la linéarité de l'A.L.I. est le plus souvent bien vérifiée, sauf pour certains candidats qui la confondent avec la linéarité entre la tension de sortie et la tension d'entrée du montage.

La question 10 est le plus souvent bien traitée, la question 11 beaucoup moins.

La mesure de la fréquence n'est pas toujours bien obtenue et on n'associe pas forcément cette fréquence à des ultrasons, mais parfois à des ondes radio, micro-ondes, ou même visibles ou rayons gamma.

La mesure de la profondeur du lac selon le principe du sonar, bien que très simple, n'est pas toujours traitée correctement ; on oublie souvent le facteur 2 dû à l'aller-retour, et les expressions fournies ne sont pas toujours homogènes.

Les équations de Maxwell sont le plus souvent bien écrites ; cependant, on pense souvent à annuler ρ dans le vide, mais pas toujours j , et on trouve parfois des équations pour le moins surprenantes, comme

$$\overline{\text{Rot}}\vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \vec{j}_{\text{enlacé}} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad \text{ou} \quad \text{div}\vec{E} = \frac{\mu_0}{\epsilon_0}.$$

Pour les questions 15 à 17, beaucoup de candidats s'y prennent bien et aboutissent assez rapidement. Par contre, d'autres s'empêchent dans des équations différentielles compliquées ou bien tentent d'utiliser des formes intégrales et n'aboutissent pas. Certains affirment la condition $k=w/c$ sans aucune démonstration, tandis que d'autres imposent $k=0$ ou bien $k > 0$, ou encore $k > \omega/c$.

Peu de candidats remarquent que $\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ est perpendiculaire au vecteur normal, et beaucoup tentent de dire que ce

terme est négligeable du fait qu'on est dans le vide, ou bien en régime quasi-stationnaire.

Le vecteur de Poynting est le plus souvent mentionné et calculé, mais l'expression exacte de la puissance moyenne n'est pas souvent obtenue.

L'évolution de la pression dans un liquide est connue de la grande majorité des candidats, même si certains mentionnent la décroissance exponentielle propre à celle d'un gaz supposé parfait et isotherme.

Cela dit, on note de nombreuses erreurs sur la valeur de la pression obtenue : soit on oublie la pression atmosphérique, soit des erreurs d'unités conduisent à valeurs telles que 41, 3,1, 300 ou bien 1,003 bars ; on obtient parfois aussi des valeurs négatives telles que -3 bars.

Le calcul du champ magnétique créé par un solénoïde infini est le plus souvent fait correctement, même si certains candidats considèrent le champ comme colinéaire à \vec{u}_θ , et adoptent un contour fermé circulaire. Le résultat est parfois donné sans aucune démonstration.

La définition de l'inductance propre est connue de la quasi-totalité des candidats ; par contre, on oublie très souvent que le solénoïde comporte N spires et non une seule.

Les expressions des impédances sont souvent correctes, mais on relève également des expressions erronées telles

que $Z_2 = \frac{1}{jC_2\omega} + R_2$, $Z_1 = L_1 + R_1$, $Z_1 = \frac{R_1}{R_1 + L_1}$, $Z_2 = \frac{R_2 C_2}{R_2 + C_2}$, $Z_2 = \frac{j\omega C_2}{R_2}$.

La fin de cette partie est plutôt bien réussie.

Partie B

On trouve trop souvent des expressions inhomogènes du vecteur position faisant intervenir l'angle θ .

Par ailleurs, bien que l'expression de la vitesse soit demandée et souvent écrite correctement, l'énergie cinétique se réduit trop souvent à $E_c = \frac{1}{2} m \dot{z}^2$.

L'équation $\ddot{z} = \frac{B}{A}$ conduit parfois à des solutions en $\alpha e^{\sqrt{B/A}t} + \beta e^{-\sqrt{B/A}t}$.

L'expression du travail de la force de frottement a été obtenu de façon très exceptionnelle.

Les questions 33 à 36 sont généralement bien traitées ; c'est l'expression de la puissance des forces de Laplace qui est rarement correcte, la plupart des candidats oubliant que cette force s'applique au centre de la tige.

Partie C

Le transfert thermique dû à la fusion est assez souvent confondu avec celui induit par le passage de la glace de -10 °C à 0 °C. Le transfert thermique nécessaire à la solidification de l'ensemble du lac conduit rarement à une valeur numérique correcte.

La loi affine de la température en régime quasi-stationnaire est le plus souvent bien traitée.

Bien que la suite de cette partie soit très guidée, on note beaucoup d'erreurs dans les expressions demandées, ainsi que dans les résultats attendus.

ℓ_0 est parfois confondue avec la valeur initiale de ℓ , et on lui trouve parfois des unités très étonnantes telles que $W.J.m^{-1}$.

CONCLUSION

Le sujet semble avoir rempli son objectif en testant les connaissances des candidats dans des domaines variés. Beaucoup de calculs demandés étaient d'une difficulté très raisonnable avec quelques applications numériques également simples.

Les membres du jury sont satisfaits d'avoir pu lire de très bonnes copies et souhaitent que ce rapport soit utile aux futurs candidats.