

2 - PHYSIQUE

2.2 - Épreuves écrites

2.2.C - PHYSIQUE I - Filière PSI

I) REMARQUES GENERALES

L'épreuve de Physique I PSI du concours 2001 était constituée d'un problème relativement court. Sur le thème de la mesure des déplacements (sismologie), ce problème abordait des questions relevant de plusieurs parties des programmes de première et de seconde années.

Le jury s'est particulièrement attaché à évaluer la rigueur scientifique des candidats et le soin apporté à la rédaction, tout particulièrement dans les nombreuses parties du problème qui guidaient le candidat, par exemple par l'indication de nombreux résultats intermédiaires, vers une solution exacte.

Plusieurs candidats ont fait preuve d'un très bon niveau de connaissances en même temps que d'un soin apprécié dans la rédaction, et ont obtenu des notes élevées. Pourtant, comme il est d'usage, ce rapport s'attardera plus à signaler les erreurs commises par les candidats qu'à souligner leurs succès. Ce choix est destiné à aider les candidats aux prochaines sessions du concours : nous pensons que la lecture attentive du rapport fait partie intégrante de leur préparation.

Ainsi, plusieurs candidats qui ont abordé une partie significative du problème et obtenu bon nombre de résultats exacts se sont vu noter de manière sévère, tant ils ont accumulé d'approximations, d'affirmations non justifiées, de calculs non commentés ou non expliqués, sans parler de véritables « tours de passe-passe » pour parvenir au résultat souhaité. Le jury ne souhaite pas voir se reproduire une telle attitude manifestement non scientifique, dans les années à venir.

II) REMARQUES PARTICULIERES

2.1 - La première partie du problème abordait l'étude d'un oscillateur mécanique forcé, amorti par frottements fluides : étude dynamique, puis étude en fréquence (diagrammes de Bode). De nombreux candidats n'ont pas bien réussi cette partie pourtant simple, faute de rigueur essentiellement.

La question 1 demandait de *justifier soigneusement* l'établissement d'une équation différentielle régissant un oscillateur forcé, équation qui figurait explicitement dans l'énoncé. Dans cette équation, un choix convenable d'origine permettait d'éliminer l'expression du poids de l'oscillateur, tandis que le second membre de l'équation faisait apparaître l'onde sismique, grandeur à mesurer.

Pour obtenir l'équation, de nombreux candidats ont manqué de rigueur, voire d'honnêteté intellectuelle. Rappelons donc que le jury n'est jamais dupe des manipulations injustifiées, et qu'il est particulièrement sensible à la qualité des raisonnements produits lorsqu'on demande de prouver un résultat qui est fourni.

Parmi les affirmations étonnantes rencontrées, parfois dans beaucoup de copies, notons :

- le poids du mobile est compensé par la poussée d'Archimède (de l'air ?) ;
- le poids du mobile se simplifie avec le poids du boîtier ;
- le poids du mobile est égal à la masse du *mobile* multiplié par l'accélération du *boîtier* ;
- le terme $-m \frac{d^2 X}{dt^2}$ est « *bien évidemment* » la force due à l'onde sismique.

La question 3 portait simplement sur le tracé d'un diagramme de Bode d'un filtre du second ordre. Selon les valeurs relatives des coefficients de la fonction de transfert, un tel filtre peut être, ou non, résonant ; il convient de le vérifier.

Les tracés asymptotiques ont alors été souvent fantaisistes. Il ne s'agissait pourtant pas d'un problème difficile en soi, mais les candidats ont parfois bâclé le travail, par exemple en confondant sur l'axe u , ω ou $\log u$, ou en oubliant toute rigueur pour le calcul du déphasage.

La question 7 a donné lieu à des réponses très étonnantes, comme si les candidats pensaient qu'à une question *qualitative*, le jury attend comme réponse *n'importe quelle affirmation, même non justifiée*. Nous pensons donc que ceux, nombreux, qui ont affirmé qu'on obtient un meilleur sismomètre en supprimant ressort et amortisseur pour fixer le solide (2) au boîtier ne se sont pas *relus* : ont-ils remarqué que leur sismomètre n'est plus qu'une masse rigide posée sur le sol ?

Rappelons le donc ici : une question d'ordre qualitatif suppose en général *plus de réflexion* qu'une simple question de calcul ; elle exige d'ailleurs parfois un calcul, pour *justifier* la réponse qui sera faite. Tenant compte de cette difficulté supplémentaire, le jury *valorise* toujours ce type de question par un barème adapté, si la réponse est *sensée*. Bien sûr, une réponse du type $k \gg \ell$, qui n'est pas homogène, n'est pas *sensée*.

2.2 - La seconde partie abordait l'étude de la détection électromagnétique des mouvements du sismomètre, en posant la question du remplacement éventuel de l'amortisseur mécanique par un amortisseur électromagnétique. Cette partie était sans doute plus difficile que la précédente, mais beaucoup d'erreurs constatées portaient sur des points simples, qui n'auraient pas dû être ignorés à ce niveau.

La question 10 demandait d'exprimer la résistance électrique R d'un fil de résistivité ρ , de longueur ℓ et de section s . Le jury a trouvé en réponse de nombreuses combinaisons possibles de ces trois grandeurs, voire parfois d'autres grandeurs non demandées. Une réponse fautive très fréquente est $R = \rho s / \ell$, qu'une étude physique ou d'homogénéité permettait pourtant d'écarter. D'autres réponses sont du domaine de

l'imaginaire : $R = N \sqrt{\frac{\ell}{\rho s}}$ ou $R = \sqrt{\frac{s}{\pi}}$.

Les questions 10 à 13 portaient sur l'établissement des équations électrique et mécanique décrivant le sismomètre à détection électromagnétique. Reconnaître l'analogie du système avec un haut-parleur est une bonne chose ; ne pas voir les différences est regrettable.

La question 11 était une question difficile, car on étudiait un aimant mobile ; faute de l'avoir vu, de nombreux candidats ont fait ici une faute de signe. Pour les aider à éviter cet écueil, l'énoncé demandait de *vérifier la cohérence* du résultat avec une analyse qualitative préalable, ce qui n'a presque jamais été fait avec soin.

À la question 12, le jury a rencontré des erreurs portant sur le sens d'un produit vectoriel, alors que l'énoncé comportait un schéma clair avec des orientations précises.

On ne pouvait pas obtenir la réponse à la question 15 (bilan énergétique) en sommant sans discernement les équations électrique et mécanique, comme si *force* et *force électromotrice* étaient des grandeurs de même nature. On ne pouvait pas non plus l'obtenir en *bricolant* des termes attendus ($R i^2$, $\frac{1}{2} L i^2$, etc...) sans justification.

La question 17 était à nouveau une question qualitative et, comme telle, a apporté au jury son lot de surprises... parmi les copies qui l'ont abordé. Citons par exemple « *l'amortissement grand et l'inertie importante servent à minimiser le plus possible l'amplification non voulue des hautes fréquences et ainsi à éviter tout phénomène de résonance* » ; conscient peut-être de ses limites, le même candidat ajoute alors à cette phrase « *dans la mesure du possible* »...

2.3 - La troisième partie portait sur le sujet, totalement indépendant des précédents, de la mesure de déplacements à grande distance par effet Doppler et donnait l'occasion de vérifier quelques connaissances de base relatives à l'interféromètre de Michelson.

La question de la cohérence méritait d'être présentée par une phrase concise mais sans ambiguïté (question 19).

Les questions finales évaluaient la compréhension du texte du sujet par les candidats ; certains d'entre eux ont montré que cette vérification n'était pas superflue, comme celui qui voulait expliquer que $\lambda_1 \neq \lambda_2$ en énonçant que « *la lumière qui revient n'a pas la même longueur car il y a beaucoup de diffraction et d'interférence parmi les hautes couches de l'atmosphère* ». Encore une fois, les candidats doivent savoir se relire.

III) CONCLUSION

Les graves lacunes manifestées par trop de candidats dans le domaine de la rigueur scientifique et de l'honnêteté intellectuelle à l'occasion du traitement de ce sujet doivent montrer aux candidats aux prochains concours qu'il ne faut pas mépriser un sujet qui semble simple, sous peine de le maltraiter... et d'être sanctionné.