

PHYSIQUE I - Filière PC

I) REMARQUES GENERALES

La disparition d'un lot de copies de l'épreuve de physique 1 de la filière PC a contraint cette année les candidats de cette filière à revenir « plancher » un dimanche matin du mois de mai sur une épreuve de remplacement. Cette épreuve, portant sur l'étude de dispositifs mettant en jeu les oscillations mécaniques de moments magnétiques, faisait appel à des aspects mathématiques.

La première partie était consacrée à la démonstration des résultats fondamentaux utilisés explicitement dans les parties suivantes.

La seconde partie présentait un dispositif théorique permettant de traiter exactement des situations avec et sans frottement.

Enfin la troisième partie abordait la modélisation d'un dispositif expérimental.

II) REMARQUES PARTICULIERES

Les questions suivantes appellent des commentaires spécifiques (les numéros sont ceux de l'énoncé) :

1. On rappelle qu'il suffit de changer l'élément d'intégration $id\mathbf{p}$, valable pour un circuit filiforme, en $\mathbf{j}d\tau$, adapté aux distributions volumiques.

2. La confusion est fréquente entre dépendance fonctionnelle (de quelles variables dépend le champ ?) et direction (sur quels vecteurs de base le champ a-t-il des composantes non nulles ?). Ici ce n'est pas parce que \mathbf{B} ne dépend pas de φ qu'il n'a pas de composante selon \mathbf{e}_φ (penser au champ créé par un circuit filiforme : il est porté par \mathbf{e}_θ et ne dépend que de r).

3. L'établissement de l'expression demandée, explicitement abordée dans le cours de la filière MP mais admise en PC, est une difficulté majeure. Pratiquement aucun candidat n'a correctement traité cette question. L'erreur la plus fréquente a consisté à placer le point Q , fixe, à la verticale du point courant P .

6. Rappelons qu'une translation n'est pas nécessairement rectiligne ni uniforme et que le référentiel barycentrique n'est donc a priori pas galiléen.

7. La confusion est fréquente entre force et moment. On rappelle que dans un champ \mathbf{B} uniforme il n'y a pas de force résultante. A noter qu'une erreur de typographie s'était glissée dans la définition de φ , donnée sous la forme $\varphi = -(\mathbf{e}_x, \mathbf{M})$ au lieu de $\varphi = -(\mathbf{e}_x, \mathbf{M})$. Cette erreur a été rectifiée par certains candidats. Pour les autres, seule la cohérence des résultats a été jugée.

8. Une fonction périodique n'est pas forcément sinusoïdale !

11. Le disque est un solide en translation circulaire et en rotation. La condition de roulement sans glissement exprime simplement la nullité de la vitesse du point I du disque au contact du cercle.

13. Le cas $\alpha=1$ correspond au cas où le disque a un rayon moitié de celui du cercle. On a alors $\theta=\varphi$ et toutes les courbes se croisent en $\theta=-\pi$, $\theta=0$ et $\theta=\pi$, quelque soit le paramètre a .

14. Il suffit de projeter, à l'équilibre, le théorème du centre d'inertie sur \mathbf{u}_r et \mathbf{u}_θ .

16. Le disque est soumis à des efforts conservatifs et à l'action de contact du cerceau. Comme il y a roulement sans glissement cette action de contact a une puissance nulle. Il y a donc conservation de l'énergie mécanique.

17. Il suffit à nouveau de projeter le théorème du centre d'inertie sur \mathbf{u}_r et \mathbf{u}_θ , dans le cas dynamique cette fois.
19. Rappelons que les pulsations propres s'obtiennent en passant en complexes, c'est-à-dire en notant $\theta_1 = A_1 \exp(j\omega t)$ et $\theta_2 = A_2 \exp(j\omega t)$. Le système [1] se réduit alors à un système homogène de deux équations en A_1 et A_2 dont le déterminant admet pour racines les pulsations propres du système.
20. Il ne suffit pas de placer des bobines à angle droit pour obtenir un champ tournant : encore faut-il les alimenter en quadrature !
23. Il suffit de se placer dans le référentiel tournant à la vitesse angulaire Ω autour de Oz . Dans ce référentiel, le champ \mathbf{B}_1 est permanent et le portrait de phase a même allure qu'à la question 22 (\mathbf{B}_0 non nul, pas de champ tournant). Dans le référentiel du laboratoire, le portrait de phase est donc simplement translaté de Ω vers le haut.
25. La méthode de perturbations proposée dans cette question a dérouté la plupart des candidats, qui ne savent simplement pas reconnaître et classer les termes d'ordre 0, 1, 2, ...
27. Aux ordres supérieurs des fréquences du type $p\omega + q\omega'$ se présentent. Ces fréquences ne s'annulent jamais si σ est irrationnel, empêchant tout phénomène d'accrochage.