

<b>Commentaires - DS5bis (Centrale - Mines)</b>
---

Moyenne : 11,9

Notes extrémales : de 4 à 19,5

Nombre d'élèves ayant composé : 24

Rappelons qu'il est important d'exposer clairement vos arguments et idées et de rédiger correctement votre copie qui est destinée à être lue par un correcteur, qui ne s'embarassera pas de décrypter les copies trop mal rédigées, vu qu'il en a 400 à corriger en 3 semaines.

## 1 Mesure des variations du champ de gravitation terrestre

C'est le problème qui a été le mieux réussi : il est court et abordé en début de DS.

1. Question bien traitée
2. Il faut indiquer ce que représente  $M_{\text{int}}$ .
3. Peu de problème pour cette question : on peut la résoudre par le théorème de Gauss ou bien par l'équation locale de Maxwell-Gauss : dans ce dernier cas il faut distinguer les espaces  $z > h/2$  et  $z < -h/2$ . Attention à l'expression de l'imparité dans l'expression de  $g(z)$ .
4. RAS
5. Les premières vraies difficultés sont apparues ici à cause du signe de  $g(z)$  qui est, rappelons-le, choisi positif.
6. Abordée et résolue ou quasi-résolue dans quelques copies.

## 2 Piéger une particule. Mines Ponts MP 2015

1. Il faut penser à écrire l'équation de Laplace pour le potentiel électrostatique :  $\Delta V = 0$ .
2. Peu abordée et peu comprise Rappelons que les lignes de champs sont orthogonales aux surfaces équipotentielles.
3. Si l'équilibre n'a pas posé de difficultés, sa stabilité a été plus délicate à montrer. On peut passer par l'énergie potentielle mais celle-ci dépend de trois variables  $x$ ,  $y$  et  $z$ . Il est alors plus simple de passer par la force et le principe fondamental de la dynamique pour montrer que les trois composantes cartésiennes ne peuvent pas satisfaire simultanément à une équation d'oscillateur harmonique.
4. Si la mise en équation n'a pas posé trop de difficultés, la traduction du confinement de l'antiproton n'a pas souvent été comprise.
5. Mis à part les applications numériques de  $\omega_0$  et  $\omega_c$ , cette question n'a pas été abordée ou très peu (2 ou 3 copies).

## 3 À propos de champs magnétiques. Mines Ponts PSI 2016 et MP 2019

Problème assez progressif, simple au début car c'est une question de cours, puis il aborde des questions de plus en plus complexes.

1. C'est une question de cours qu'il faut savoir traiter rapidement et sans hésitation. Certains n'ont pas fait ce travail et cela les a pénalisé dans la note.
2. Si le fait de montrer que  $B_\theta = 0$  et que les autres composantes sont indépendantes de  $\theta$  a été bien traité dans la majorité des copies, la parité de  $B_z$  a posé plus de difficultés. Il faut penser à faire un schéma avec  $\vec{B}(M)$  et  $\vec{B}(M')$  de part et d'autre du plan  $(Oxy)$  qui est un plan d'antisymétrie de  $\vec{B}$ .
3. RAS
4. Le développement limité n'a pas posé de problème dans la très grande majorité des cas. En revanche il a été plus difficile de traduire ce que voulait dire "variation relative" de  $\vec{B}_h$ . On rappelle que :

$$\text{variation relative} = \left| \frac{\|\vec{B}_h(z)\| - \|\vec{B}_h(0)\|}{\|\vec{B}_h(0)\|} \right|$$

C'est une quantité sans dimension, exprimée en % en général.

5. Partie mal traitée dans l'ensemble alors que la formule de la résistance du fil est rappelée. On oublie souvent qu'il y a deux bobines et les résultats numériques sont souvent fantaisistes.
6. Exercice traité en TD et question réussie dans la moitié des copies, avec plus ou moins de bonheur en ce qui concerne  $c_0(z)$ . Une étude de symétrie permet de montrer que  $c_0(z) = 0$  : la composante radiale du champ magnétique s'annule sur  $Oz$ . À ce propos, je rappelle que les exercices traités en TD sont aussi importants que le cours.
7. Application numérique non traitée.
8. Il fallait comprendre que  $\vec{B}_h(O)$  était colinéaire à  $Oz$  et faire un schéma réaliste de la situation. Il ne suffit pas de dire que  $\vec{m}$  s'aligne avec le champ magnétique : une des positions est stable, celle qui rend  $E_p$  minimale.
9. Pas mal de problèmes ici aussi suite à l'absence d'un schéma clair de la situation et de la position d'équilibre stable, d'où des erreurs de signe dans l'équation différentielle. On oublie aussi que  $\|\vec{B}_h(O)\| \neq NB_0$  et qu'il faut prendre la valeur en  $z = 0$  du développement limité obtenu à la question 4.
10. Peu réussie sauf par quelques élèves.
11. Question correctement traitée à condition de poser bien précisément les relations trigonométriques pouvant simplifier les  $\pm\pi/4$ .

Les questions 12 à 14 n'ont pas été abordées sauf dans une copie.

Partie III peu abordée car en fin de composition : c'est un problème classique que je vous conseille de travailler. Il faut connaître les lignes de champ d'un dipôle magnétique, les positions d'équilibre stables de  $\vec{m}$  dans  $\vec{B}$ . Le champ magnétique du dipôle est donné sous forme compacte et il convient de savoir le projeter sur la base sphérique (exercice non corrigé donné dans le cours). La fin est une analyse des composantes de  $\vec{B}$  en différents points de la surface du globe terrestre.

#### En conclusion :

- Les questions de cours doivent être parfaitement connues. Cela vous ramène des points précieux.
- Faire des schémas est important car ils appuient le raisonnement, évitent des erreurs de signe et font comprendre la situation physique du problème étudié.