

MP2 - DS 4 - Commentaires
(Samedi 3 décembre 2022 - Durée 4h)

Moyenne : 11.5

Notes extrémales : de 5.5 à 19

Pratiquement toute la classe a fait une auto-correction de son DS, et l'expérience m'a paru très concluante car vos remarques montrent que cet exercice qui ne vous a pris "que" 30 minutes en moyenne vous a forcé à lire le barème en grand détail. Vous ne faites a priori jamais cet effort, alors que c'est selon moi la meilleure façon de progresser. J'essayerai de refaire cela pour les prochains DS, toujours sur la base du volontariat.

Cela ne remplacera jamais une correction complémentaire de ma part de toute façon. Vous êtes par exemple amenés à mettre des 0.25 pts lorsque vous hésitez à mettre les points. C'est dans ce cas où l'impression du correcteur sur votre copie entre en jeu : si ce que vous avez fait avant est clair, vous aurez les points, sinon ce ne sera évidemment pas le cas. Beaucoup ont également tendance à se "sous-évaluer".

1 Simulation du dosage de l'acide citrique

Problème "facile", que beaucoup ont laissé de côté. A reprendre pour vérifier que vous savez faire ! Ceux qui se sont lancés n'ont en général pas vu que le dosage des trois acidités était fait en même temps (on dose d'abord H_3A , puis H_2A^- , puis HA^{2-} pour récupérer à la fin uniquement l'espèce la plus basique : A^{3-}), d'où la présence d'un coefficient 3 à l'équivalence :

$$n_{base\ versée} = n_{acide\ initialement\ présent} = 3n_{H_3A}$$

2 Phénomènes d'induction électromagnétique

Problème très bien car balaye tous les cas les plus classiques en induction. Il a été globalement très bien traité par toute la classe. Attention à ne pas tomber dans l'excès de schémas pour certains : mieux vaut un beau schéma complet au début qu'un rapide par question...

Q.I.3. J'ai trouvé plusieurs confusions entre les notations $d\vec{S}_{orientée}$ (adaptée à une surface "ouverte", s'appuyant sur un contour orienté), et $d\vec{S}_{ext}$ (adaptée pour les surfaces fermées uniquement). La surface n'était pas fermée ici, et rien n'imposait le sens choisi pour le calcul du flux ϕ à travers le circuit (si ce n'est que j'avais mis ABCD dans le circuit...) et vous étiez libres de choisir une orientation, **à partir du moment où ce choix était clairement expliqué.**

Q.II.2.b) Encore beaucoup d'erreurs de signe sur l'écriture de la tension $e = V_P - V_Q = U_{PQ}$ qui est orientée **de Q vers P.**



Q.II.3.b) Pour le tracé de l'évolution temporelle des courants i_1 et i_2 , il fallait penser à prendre une amplitude plus faible pour le courant induit i_2 . En effet, **l'induction a un effet modérateur** qui ne peut prendre le pas sur la cause. Par exemple, dans l'expérience du rail de Laplace, l'induction est de freiner la chute de la barre, mais ne pourra donner lieu à une remontée de la barre. On notera cependant qu'il est possible, en jouant sur un enroulement particulier des fils, d'obtenir un courant induit plus fort que le courant de départ. C'est le cas dans le transformateur, qui fonctionne à puissance $\mathcal{P} = UI$ constante, et qui délivre donc un courant induit plus fort, au détriment de la tension qui sera plus faible. Comme il n'y a aucun enroulement dans le circuit induit, cet effet ne peut jouer un rôle.

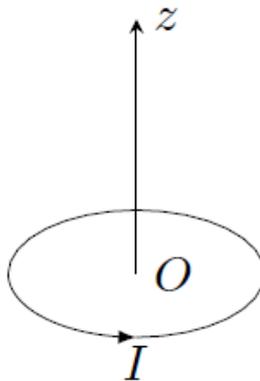
- Q.II.4.b)** Pour cette dernière question, l'exploitation des forces de Laplace n'était pas immédiate et ne permettait que de trouver le sens du courant induit. En effet, nous n'avons aucune information sur la force exercée par l'opérateur qui éloigne le circuit du fil à vitesse constante. Par ailleurs, la force de Laplace ne se limite pas à une seule partie du circuit, et c'est celle qui s'exerce sur la partie la plus proche du fil (le champ magnétique y est plus intense) qui l'emporte et qui doit donc être orientée vers le fil d'après la loi de Lenz lors de l'éloignement. On pourra se reporter à l'exercice similaire corrigé en TD pour plus de détails.

3 A propos de la RMN (d'après CCINP - MP - 2017)

Problème intéressant, assez difficile pour CCINP car il y avait très peu de questions "données". La fin était assez compliquée et si vous reprenez ce sujet, je vous conseille de reprendre les questions jusqu'à **Q.21** uniquement. Les questions **Q.8** à **Q.10.c)** et **Q.16** à **Q.21** sont à reprendre en particulier, car elles n'ont pas souvent été abordées, alors que les raisonnements utilisés sont classiques et à connaître pour tout le monde.

- Q.2.b)** Question dont nous avons déjà longuement reparlé, mais qui a posé de nombreux problèmes de signes. En effet, écrire que $I = \frac{-e}{T}$ signifie que le courant **orienté dans le même sens** que la rotation des électrons est négatif. Cependant, comme vous avez pensé (ou pas... trop de schémas incomplets ici) à mettre le courant dans le sens opposé au sens de parcours des électrons, cela vient compenser ce signe "moins", de sorte que votre résultat final est faux !

Il fallait trouver au final : $\vec{m} = +\frac{e}{2} v r_B \vec{e}_z$, dont l'orientation peut être aisément vérifiée avec la règle de la main droite.



Comme il a évidemment fallu que ce soit pile à cet endroit que je fasse une faute de frappe dans le corrigé, cela a inévitablement créé une confusion...

- Q.9** Cette question nécessitait l'utilisation d'une technique classique de résolution lorsqu'on dispose d'une équation dans laquelle intervient un produit vectoriel. La question précédente permettait d'obtenir :

$$\frac{d\vec{m}}{dt} = \vec{\omega}_0 \wedge \vec{m} \quad (1)$$

Le produit scalaire de l'équation précédente par \vec{m} ou $\vec{\omega}_0 = \omega_0 \vec{e}_z$ fournit deux équations simples :

$$\begin{aligned} \vec{m} \cdot \frac{d\vec{m}}{dt} = 0 \quad \text{et} \quad \omega_0 \vec{e}_z \cdot \frac{d\vec{m}}{dt} = 0 \\ \text{soit} \quad \frac{1}{2} \frac{d\|\vec{m}\|^2}{dt} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{d(\vec{e}_z \cdot \vec{m})}{dt} = 0 \end{aligned}$$

Et finalement : $\boxed{\|\vec{m}\| = Cste}$ et $\boxed{m_z = Cste}$

$$\boxed{\frac{d\|\vec{m}\|^2}{dt} = 0 \iff \|\vec{m}\| = Cste}$$

Considérons maintenant le produit scalaire de l'équation précédente par \vec{e}_z . Puisque $\vec{B}_0 = B_0 \vec{e}_z$ et que \vec{e}_z est un vecteur constant, il vient :

$$\vec{e}_z \cdot \frac{d\vec{m}}{dt} = \frac{d(\vec{e}_z \cdot \vec{m})}{dt} = \vec{e}_z \cdot (\vec{m} \wedge \vec{B}_0) = 0$$

et donc :

$$\boxed{\vec{e}_z \cdot \vec{m} = m_z = Cste}$$

En utilisant les deux expressions équivalentes du produit scalaire, on en déduit que :

$$\vec{m} \cdot \vec{B}_0 = m_z B_0 = \|\vec{m}\| B_0 \cos \alpha = Cste$$

ce qui montre que $\cos \alpha$ reste constant au cours du mouvement et donc que α reste constant. Ceci montre que le vecteur \vec{m} décrit un cône de demi-angle au sommet α .

Q.14 Je n'en ai pas tenu compte dans la notation car vous avez tous mis le bon résultat pour l'expression du champ magnétique, à savoir $\vec{B}(M) = B(r) \vec{e}_z$, mais il faut bien être conscient des limites de votre justification qui se résume en général à "*par symétrie cylindrique de la distribution de courant*", puisque vous avez donné la même dans le problème 2 pour justifier que le champ magnétique créé par un fil était $\vec{B}(M) = B(r) \vec{e}_\theta$. Je vous conseille donc de le redémontrer... (sauf si vous êtes sûrs de vous en fin de DS, comme ici).

Q.15 Attention à la dimension des opérateurs : $\left[\text{rot } \vec{j} \right] = \frac{[\vec{j}]}{L}$ car le rotationnel est composé de dérivées partielles simples par rapport à des distances.