BLAISE PASCAL
PT 2022-2023

Programme des colles semaine 16 : du 9 au 13 janvier

Électromagnétisme

La colle commence par une question de cours extraite de la liste ci-dessous et se poursuit par un exercice.
Je rappelle que vous trouverez sur mon site la version complétée du poly de cours,
ainsi que les corrigés des TD et des DM. N'hésitez surtout pas à me signaler s'il en manque !

Au programme

Chapitre 13 : Conduction électrique

Questions de cours et exercices.

Chapitre 14 : Champ magnétique

Questions de cours et exercices **proches du cours et/ou guidés**.

Révisions R7 : Mouvement des particules chargées

Questions de cours uniquement. Ces révisions ne feront l'objet d'**aucun exercice spécifique**, mais des questions utilisant les connaissances de PTSI pourront être posées au sein d'exercices portant sur le programme de PT.

Révisions R8 : Induction dans un circuit filiforme

Questions de cours et exercices. Les étudiants n'ayant pas eu de colle sur l'induction en PTSI, des exercices sur ce thème peuvent être donnés au même titre que sur les chapitres du programme de PT.

Questions et applications de cours

Seuls les étudiants du groupe PT* (trinômes 8 à 14) seront interrogés sur les questions marquées d'une étoile, car elles sont plus techniques et/ou moins essentielles ... mais tous les étudiants sont bien sûr invités à les travailler !

(★) 13.1 - Établir le lien entre le vecteur densité volumique de courant $\vec{\jmath}$, la densité volumique de charge libre ρ_{libre} et la vitesse d'ensemble des porteurs $\vec{v}$. On raisonnera sur un système unidimensionnel ne contenant qu'un seul type de porteurs libres.

> *La démonstration consiste à identifier les définitions « microscopique » (charge traversant une section) et « mésoscopique » (flux de $\vec{\jmath}$) de l'intensité pour obtenir l'identité $\vec{\jmath} = \rho_{\text{libre}}\vec{v}$.*

13.2 - Établir l'équation de conservation de la charge à une dimension à partir d'un bilan mésoscopique, et la généraliser sans démonstration au cas tridimensionnel.

13.3 - Établir l'équation de conservation de la charge à partir des équations de Maxwell.

13.4 - En raisonnant sur un conducteur ohmique unidimensionnel, retrouver la loi d'Ohm intégrale à partir de la loi d'Ohm locale ainsi que l'expression de la résistance du cylindre.

14.1 - Établir l'expression du champ magnétostatique créé par un fil rectiligne infiniment fin parcouru par un courant d'intensité I.

14.2 - Établir l'expression du champ magnétostatique créé par un cylindre d'axe (Oz), de rayon R, parcouru par une densité volumique de courant $\vec{\jmath} = J_0\,\vec{e}_z$ uniforme.

14.3 - Établir l'expression du champ magnétostatique créé en tout point de l'espace par un solénoïde d'axe (Oz) formé de n spires par unité de longueur et parcouru par un courant d'intensité I. Pour mener le calcul à son terme, le champ doit être partiellement fourni par l'interrogateur :

- ▷ ou bien on admettra que le champ à l'extérieur du solénoïde est uniformément nul ;
- ▷ ou bien on admettra que le champ sur l'axe du solénoïde vaut $\mu_0 n I\,\vec{e}_z$.

14.4 - Établir l'expression de l'inductance d'une bobine de grande longueur assimilée à un solénoïde infini « en passant par le flux propre ».

14.5 - Établir l'expression de l'inductance d'une bobine de grande longueur assimilée à un solénoïde infini « en passant par l'énergie ».

R7.1 - On considère un système de deux électrodes planes parallèles (type condensateur) distantes de L le long de l'axe (Ox). Elles sont soumises à une tension $U = V(x{=}0) - V(x{=}L)$. Une particule de charge $q > 0$ est lâchée sans vitesse de l'électrode située en $x = 0$, on souhaite qu'elle atteigne la deuxième. Identifier le sens de $\vec{E}$ puis le signe de U pour que ce soit possible ? Déterminer la vitesse avec laquelle l'électrode située en $x = L$ est atteinte.

> *Une charge positive subit une force de Lorentz dirigée dans le même sens que $\vec{E}$, donc ici selon $+\vec{e}_x$. Le champ étant dirigé vers les potentiels décroissants, on en déduit qu'on doit avoir $V(x{=}L) < V(x{=}0)$ soit $U > 0$. La vitesse finale s'obtient par la conservation de l'énergie mécanique,*
>
> $$E_m \underset{x\,=\,0}{\underset{\uparrow}{=}} 0 + qV(0) \underset{x\,=\,L}{\underset{\uparrow}{=}} \frac{1}{2} m\, v(L)^2 + q\,V(L) \qquad \text{d'où} \qquad \boxed{v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}}\,.$$
>
> *Je rappelle plus généralement qu'une méthode énergétique est toujours à privilégier lorsque l'on cherche la vitesse en une position donnée.*

(★) R7.2 - On considère une particule de charge q dans un champ magnétostatique uniforme $\vec{B} = B\,\vec{e}_z$. On suppose le vecteur vitesse initiale orthogonal à $\vec{B}$. Montrer que le mouvement est uniforme ; qu'il s'agit d'un cercle dont on déterminera le rayon ; et enfin définir et déterminer la pulsation cyclotron.

R8.1 - Établir les équations mécanique et électrique des rails de Laplace utilisés comme un moteur, c'est-à-dire fermés sur un générateur extérieur de fém E_0. On tiendra compte de la résistance r des rails.

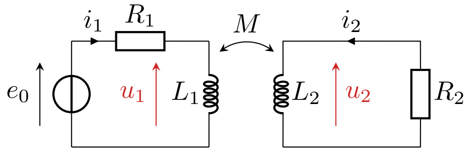
R8.2 - Établir les équations mécanique et électrique des rails de Laplace utilisés comme un générateur, c'est-à-dire dont la tige mobile est tractée par une force constante $\vec{F_0}$. On tiendra compte de la résistance r des rails.

R8.3 - Procéder au bilan de puissance sur l'un des deux exemples précédents et l'interpréter. Les équations électrique et mécanique seront données par l'interrogateur.

(★) R8.4 - Définir le moment magnétique d'une spire plane et rappeler (sans démonstration) l'expression du couple de Laplace qu'elle subit lorsqu'elle est placée dans un champ magnétique uniforme. Un schéma est indispensable pour définir correctement les orientations.

> *Une spire parcourue par un courant i est orientée par la règle de la main droite, ce qui définit le vecteur normal unitaire $\vec{n}$. En notant S la surface de la spire, son moment magnétique est défini par*
>
> $$\vec{m} = iS\vec{n}\,.$$
>
> *Quand elle est placée dans un champ uniforme $\vec{B}$, elle subit le couple de Laplace*
>
> $$\vec{\Gamma}_{Lapl} = \vec{m} \wedge \vec{B}\,.$$

R8.5 - Établir le système d'équations différentielles couplées vérifié par les courants i_1 et i_2 dans le montage ci-dessous. En déduire l'expression de l'impédance complexe apparente de la bobine L_1.



Et après ?

- ▷ Chapitre 15 : Conduction thermique ;
- ▷ Chapitre 16 : Diagrammes thermodynamiques ;
- ▷ Révisions R9 : Dosages.