



BLAISE PASCAL
PT 2024-2025

Programme des colles semaines 16 et 17 : du 13 au 24 janvier

Autour des champs magnétiques

La colle commence par une application 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, les fiches de révision, ainsi que les corrigés des TD et des DM. N'hésitez surtout pas à me signaler s'il en manque !

Au programme

Chapitre 16 : Conduction électrique

Applications de cours et exercices.

Chapitre 17 : Champ magnétique

Applications de cours et exercices.

Chapitre 18 : Retour sur les phénomènes d'induction

Applications de cours et exercices.

- ▷ Ce cours reprend (et se limite à) la totalité du programme de PTSI sur l'induction. Les étudiants n'ayant jamais été interrogés sur ce thème, ce chapitre pourra faire l'objet d'exercices au même titre que les chapitres portant sur programme de PT.
- ▷ Rien n'a été vu jusqu'à présent sur l'induction « version équations de Maxwell ».

Révisions R8 : Particules chargées

Applications de cours uniquement, **aucun exercice cette semaine.**

Applications de cours

Ces applications de cours sont des « briques élémentaires » des raisonnements à mener dans les exercices. Elles sont toutes traitées de manière exhaustive dans le cours ou les fiches de révision.

Le travail demandé consiste à se les approprier, afin d'être capable de les réinvestir dans un sujet d'écrit ou d'oral. Je n'attends pas des étudiants une maîtrise parfaite, encore moins un apprentissage par cœur, mais j'attends qu'ils les aient travaillées suffisamment pour les mener à bien en autonomie, c'est-à-dire savoir refaire seul les raisonnements, en réfléchissant mais sans aide de l'interrogateur.

Seuls les étudiants du groupe PT* (trinômes 7 à 11) seront interrogés sur les applications marquées d'une étoile, car elles sont plus techniques et/ou moins essentielles ... mais tous les étudiants sont bien sûr invités à les travailler !

Une impasse notoire sur l'application de cours qui vous sera demandée mettra le colleur de mauvaise humeur et vous vaudra une note inférieure à la moyenne.

(★) **16.1** - Établir le lien entre le vecteur densité volumique de courant \vec{j} , 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{j}) de l'intensité pour obtenir l'identité $\vec{j} = \rho_{\text{libre}} \vec{v}$.

16.2 - 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.

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

16.4 - 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.

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

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

17.3 - Établir l'expression du champ magnétostatique créé à l'intérieur d'un solénoïde d'axe (Oz) formé de n spires par unité de longueur et parcouru par un courant d'intensité I . On admettra que le champ à l'extérieur du solénoïde est uniformément nul.

17.4 - Établir l'expression de l'inductance d'une bobine de grande longueur assimilée à un solénoïde infini « en passant par le flux propre ». Le champ à l'intérieur de la bobine sera rappelé sans démonstration par l'étudiant.

17.5 - Établir l'expression de l'inductance d'une bobine de grande longueur assimilée à un solénoïde infini « en passant par l'énergie ». Le champ à l'intérieur de la bobine sera rappelé sans démonstration par l'étudiant.

18.1 - 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.

18.2 - 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.

Rappelons qu'aucun calcul de force de Laplace ou de fém induite ne peut être correct tant que le courant n'a pas été explicitement orienté sur un schéma !

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

(★) **18.4** - 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

$$\vec{\Gamma}_{\text{Lapl}} = \vec{m} \wedge \vec{B}.$$

(★) **18.5** - On modélise un alternateur par une spire rectangulaire, de normale \vec{n} , plongée dans un champ magnétique constant $\vec{B} = B\vec{e}_x$, voir figure 1. Sous l'effet d'un couple extérieur $\Gamma_0 \vec{e}_z$, cette spire tourne à vitesse angulaire Ω_0 supposée constante autour de l'axe (Oz) . Cette spire possède une résistance interne r et alimente une résistance électrique extérieure R , qui modélise un récepteur. Établir les équations électrique et mécanique.

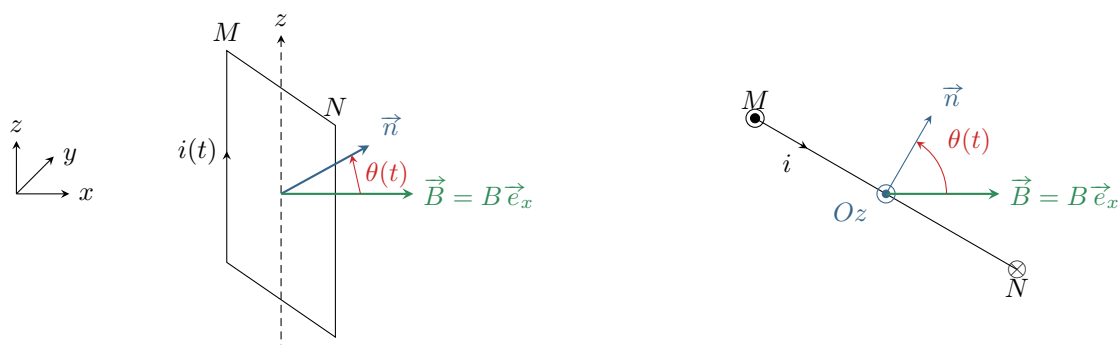
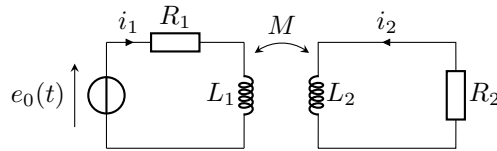


Figure 1 – Schéma d'alternateur modèle.

18.6 - Établir le système d'équations différentielles couplées vérifié par les courants i_1 et i_2 dans le montage ci-dessous.



R8.1 - On considère un système de deux électrodes planes parallèles (type condensateur) distantes de L le long de l'axe (Oz). Elles sont soumises à une tension $U = V(z=0) - V(z=L)$. Une particule de charge $q > 0$ est lâchée sans vitesse de l'électrode située en $z = 0$, on souhaite qu'elle atteigne la deuxième. Identifier le signe de U pour que ce soit possible. Déterminer la vitesse avec laquelle l'électrode située en $z = L$ est atteinte.

R8.2 - On considère une particule de charge $q < 0$ dans un champ magnétostatique uniforme $\vec{B} = B\vec{e}_z$. On admet que sa trajectoire est un cercle parcouru en sens trigonométrique. Montrer que le mouvement est uniforme. Définir et déterminer le rayon et la pulsation cyclotron.

L'étudiant(e) pourra utiliser au choix la base de Frénet (qui donne directement l'uniformité et le rayon cyclotron) ou le théorème de l'énergie cinétique (uniformité) et la base polaire (rayon cyclotron).

À quoi s'attendre pour le programme suivant ?

- ▷ Chapitre 18 : Conduction thermique ;
- ▷ Révisions R3 : Cinétique chimique et architecture de la matière (le retour!);
- ▷ Révisions R4 : Équilibres chimiques en solution aqueuse (le deuxième retour! bientôt le concours blanc ☺).