

Programme de colle

n° 25
du 29 avril au 03 mai

Cours

Les parties du cours *en italique* sont des compléments non exigibles.

Physique:

Induction électromagnétique

Champ magnétique

Capacités :

- *Exploiter une représentation graphique d'un champ vectoriel, identifier les zones de champ uniforme, de champ faible, et l'emplacement des sources/*
- *Connaître l'allure des cartes de champs magnétiques pour un aimant droit, une spire circulaire et une bobine longue.*
- *Exploiter les propriétés de symétrie et d'invariance des sources pour prévoir des propriétés du champ créé*
- *Connaître des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.*
- *Évaluer l'ordre de grandeur d'un champ magnétique à partir d'expressions fournies.*
- *Définir le moment magnétique associé à une boucle de courant plane.*
- *Par analogie avec une boucle de courant, associer à un aimant un moment magnétique.*
- *Connaître un ordre de grandeur du moment magnétique associé à un aimant usuel.*

- Magnétisme :

- Magnétisme de la matière (aimant), magnétisme des courants, analogie des spectres magnétiques, pôle Sud et pôle Nord d'un aimant, d'un circuit plan, d'un solénoïde, analogie des interactions aimant aimant, aimant courant, courant courant.
- Unification des phénomènes : hypothèse des courants ampériens et notion de champ magnétique.

- Carte de champ magnétique :

- Définition des lignes de champ, carte de champ, visualisation de quelques cartes de champs (fil infini, spire circulaire, bobine, aimant),
- Propriétés du champ dont : les lignes de champ enlacent les courants, les zone de champ intense, de champ uniforme,
- Propriétés de symétrie (pour la plupart déduites de la carte d'une spire circulaire puis utilisées pour prévoir) : plans de symétrie et d'antisymétrie, cas des invariances par rotation et translation. Prévision de la forme de la fonction $\vec{B}(M)$ pour le fil infini, pour le solénoïde infini. Calcul d'une ligne de champ.

- Champs magnétiques de distributions et ODG:

- Champ magnétique (les expressions ne sont pas à connaître) d'un fil rectiligne infini, d'un solénoïde, d'une spire de courant sur son axe, *formule de Biot et Savart (juste citée)*. Evaluation numérique des champs.
- Proportionnalité du champ à l'intensité.
- Ordre de grandeurs (ODG) de quelques champs magnétiques.
- Principe de superposition des champs magnétiques.

- Moment magnétique :

- Définition du moment magnétique d'un circuit plan. Additivité des moments.
- Dipôle magnétique et champ créé par un dipôle magnétique. Intérêt de la notion de dipôle magnétique.
- Ordre de grandeurs de quelques moments magnétiques.

- Action d'un champ magnétique sur une distribution filiforme de courants : force de Laplace.

- Expression de la force de Laplace sur un tronçon élémentaire de conducteur (*justification succincte par un modèle élémentaire, explication brève de l'effet Hall*).
- Calcul de la force de Laplace et du moment sur une tige rectiligne placée dans un champ magnétique uniforme et stationnaire. Point d'application de la résultante.
- Calcul de la résultante et du moment des forces de Laplace sur un cadre rectangulaire dans un champ uniforme.
- Généralisation : résultante, moment des actions d'un champ magnétique uniforme sur un circuit fermé dans le cas général d'un circuit filiforme (*démonstration générale pour le moment absolument non exigible*). Applications aux aimants.
- Puissance des actions de Laplace dans le cas d'un cadre en rotation autour d'un axe vertical passant par son centre, d'une tige en translation (configuration rails de Laplace) ou en rotation (configuration pendule).
- Existence d'une énergie potentielle d'un circuit $E_{p_{mag}} = -\vec{M} \cdot \vec{B}$ dans un champ uniforme et constant avec une intensité constante et circuits indéformables. Etude des positions d'équilibre et de la stabilité. Application aux aimants.
- Production d'un champ magnétique tournant (avec deux paires de bobines ayant des courants en quadratures) : principe de superposition des champs magnétiques, justification de la production d'un champ tournant, effet moteur.

Induction

Capacités :

- Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
- Utiliser la loi de Lenz pour prédire ou interpréter les phénomènes physiques observés.
- Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'alébrisation.
- Différencier le flux propre des flux extérieurs.
- Évaluer et connaître l'ordre de grandeur de l'inductance propre d'une bobine de grande longueur.
- Utiliser la loi de modération de Lenz.
- Établir le système d'équations en régime sinusoïdal forcé en s'appuyant sur des schémas électriques équivalents.
- Connaître des applications dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante.
- Expliquer l'origine des courants de Foucault et en connaître des exemples d'utilisation.
- Flux magnétique
 - Première approche de débits, écoulement d'un fluide, débit de charge, densité volumique de courant, expression du débit par produit scalaire. Par analogie définition du flux du champ magnétique, expression par une intégrale dans le cas d'un champ non uniforme.
 - Application : conservation du flux magnétique et justification du resserrement des lignes de champ dans les zones de champ intenses, réinterprétation de l'énergie potentielle $-\vec{M} \cdot \vec{B}$ en terme de flux, règle du flux maximal.
- Coefficients d'inductance propre et mutuelle
 - Notion de flux propre. Justification de la proportionnalité du flux à l'intensité, définition du coefficient d'inductance propre. Paramètres dont dépend le coefficient d'inductance propre. Justification qualitative du signe. Exemple de calcul. Ordre de grandeurs.
 - Inductance mutuelle de deux circuits C_1 et C_2 : distinction entre flux propre et flux extérieur. Définition des coefficients de mutuelle inductance de C_1 sur C_2 et de C_2 sur C_1 , paramètres dont dépendent les coefficients, commentaire sur les signes, identité admise des coefficients. Représentation schématique de deux circuits couplés par mutuelle inductance M . Exemple de calcul d'inductance mutuelle.
- Loi de Lenz et de Faraday
 - Quelques observations expérimentales de courant induit, les « deux causes » de l'induction : champ B variable et circuit fixe, circuit mobile dans B stationnaire.
 - Loi de Lenz : Interprétation qualitative du sens du courant induit en terme de forces (reliée aux pôles magnétiques des circuits) et en terme de flux.
 - Cause du courant induit : notion de fem.
 - Cas d'induction dans un circuit non fermé : justification de la fem induite sur un tronçon rectiligne mobile, établissement de « $e = Blv$ ».
 - Notion de champ électromoteur, lien entre fem et circulation du champ électromoteur.

- Expression de la fem induite : énoncé de la loi de Faraday, algébrisation.
- Induction dans des circuits fixes, rigides
 - Phénomène d'auto-induction, équation électrique d'un circuit RL du point de vue inductif.
 - ~~Retour sur la modélisation par dipôle, bilan énergétique, puissance fournie par la fem induite. Localisation de l'énergie dans le champ (densité volumique d'énergie magnétique), uniquement sur l'exemple d'une bobine longue.~~
 - Equations électriques de deux circuits couplés par mutuelle, puissance fournie par les fem induites, ~~interprétation des différents termes, énergie mutuelle, lien avec le principe de superposition des champs.~~
 - ~~Application : démonstration de l'inégalité $M^2 \leq L_1 L_2$. Notion de couplage parfait.~~
 - ~~Bilan énergétique, sur un exemple.~~
 - ~~Cas des régimes sinusoïdaux : équations, notion de transformateur, rapport de transformation, intérêt. Canalisation des lignes de champs magnétique. Transformateur parfait : transmission intégrale de puissance. Impédance ramenée au primaire.~~

Chimie:

Math pour la physique :

Informatique physique :

Questions de Cours sur 8 points

- Connaître les sources d'un champ magnétique.
- Savoir définir et tracer la carte de champ d'une spire circulaire, d'un fil infini, d'un solénoïde, d'un aimant droit et retrouver l'expression des lignes de champs si B est fourni.
- Définir les pôles Sud et Nord d'un circuit plan.
- Utilisation des symétries ou antisymétries de la distribution de courant pour prévoir la forme du champ magnétique dans des cas « simples » (type fil infini, spire circulaire, solénoïde ou de toute autre distribution fournie par le colleur), relation avec la carte de champ.
Il faut connaître et savoir utiliser les résultats pour B dans le cas d'un plan de symétrie des courants, d'antisymétrie des courants, d'une invariance par rotation ou translation de la distribution de courant.
- Connaître des ordres de grandeurs de B et en évaluer sur des expressions fournies.
- Définition d'un moment magnétique, orientation /aux pôles du circuit.
- Savoir calculer un moment magnétique sur des distributions simples (circuit plan, plusieurs circuits, solénoïde, etc)
- Ordres de grandeurs de quelques moments magnétiques.
- Expression élémentaire de la force de Laplace.
- Action d'un champ magnétique uniforme sur une tige rectiligne (résultante et moment).
- Action d'un champ magnétique uniforme sur un cadre rectangulaire (résultante et moment).
- Par analogie : action d'un champ magnétique uniforme sur un aimant : position d'équilibre et stabilité.
- Principe de superposition des champs magnétiques : production d'un champ magnétique tournant et effet moteur (qualitatif).
- Expression d'un flux dans le cas d'un champ uniforme. Définition (générale) du flux magnétique. Sens physique (on pourra parler de débit volumique d'un fluide ou d'intensité électrique).
- Définition des inductances propres et inductances mutuelles. Paramètres dont dépendent ces inductances.
- Calcul par la définition de l'inductance propre d'une bobine longue*.
- Calcul par la définition des inductances mutuelles de 2 bobines longues* coaxiales, l'une intérieure à l'autre. Vérification de $M_{12}=M_{21}$.
- Présenter le phénomène d'induction et la loi de Faraday (énoncé).
- Loi de Lenz, illustration du sens du courant induit (sur des exemples bobine aimant et/ou bobine bobine ou au choix de l'interrogateur).

- Equation électrique d'un circuit unique parcouru par une intensité variable. Lien avec le circuit RL vu en électricité.
- Equations électriques de deux circuits couplés par mutuelle.

* le champ créé est assimilé à celui d'un solénoïde infini et doit être su, sans démonstration.

Rem : suivant la longueur (et ou la difficulté de la question de cours), celle-ci peut comporter un ou plusieurs des points précédents...ou d'autres, au choix de l'interrogateur.

Travaux Pratiques

TP Chimie : Dosage des ions chlorures de diverses eaux (potentiométrie, colorimétrie)

Capacités : cf texte TP.

Exercices

Tout exercice sur l'oxydoréduction (en 1^{er} exercice). Peut inclure des réactions acide-base ou de précipitation.

Tout exercice de mécanique du solide (en 2nd exercice).

Compte rendu

Dès lors que le colleur attribue une **note inférieure à 9** à un étudiant, celui-ci (l'étudiant) doit me faire un rapport de colle donnant la question de cours et l'énoncé de l'exercice. Il doit sur ce rapport rédiger la question de cours et la solution à l'exercice.

Je remercie donc les colleurs de donner les notes aux étudiants en fin de colle ainsi que la question de cours et l'énoncé de l'exercice en cas de note inférieure à 9.

Avertissement aux étudiants :

si vous ne faites pas le rapport dans la semaine qui suit la colle, la note sera divisée par 2 !

Notation

Vous êtes libre dans l'appréciation de la prestation de l'étudiant. Toutefois je souhaite que vous :

Sanctionnez

- La méconnaissance des définitions, des énoncés des théorèmes ou expressions fondamentales et plus généralement du cours.

A terme, soit dès le début du second semestre, tout étudiant ne connaissant pas son cours (y compris le cours des programmes antérieurs) se verra attribué une note inférieure à 10. Toutefois le questionnement du cours hors programme de colle doit intervenir dans le cadre d'un exercice portant sur le programme de colle actuel et ne peut faire l'objet d'une question spécifique.

Ex : sur un programme de méca portant sur le TEC, on ne peut pas poser de questions de cours sur l'optique, les ondes etc . Mais si l'exercice porte sur la mesure d'une vitesse par effet Doppler par exemple, ceci devient possible dans le cadre de l'exercice.

Valorisez

- La prise d'initiative dans la recherche d'une solution.
- La justification soignée des arguments développés.
- L'utilisation de graphiques propres.
- La qualité de l'expression.
- Les calculs justes !

Informatique :

- Vous pouvez utiliser l'info dans vos exercices.

Rappels :

- Les programmes de colles sont valables 2 semaines (cours et exercices).
- Les parties du cours en italique ne sont pas exigibles en question de cours, mais peuvent faire l'objet d'exercices, en rappelant certains résultats ou en guidant pour les retrouver.

- Les points indiqués « question de cours » ne sont que des suggestions pour le colleur et des exemples pour les étudiants. En aucun cas ils n'indiquent que les points de cours à savoir !

Précisions :

- Il n'y a pas de barème pour l'exercice. L'examineur dispose en effet de points supplémentaires qu'il affecte selon la prestation de l'étudiant dans la limite toutefois d'une note globale ne dépassant pas 24, ramenée au final sur 20 bien entendu.