

CHAMP MAGNÉTIQUE ET INDUCTION

CHAPITRE 1 : LE CHAMP MAGNÉTIQUE : CRÉATION ET ACTIONS

Sources de champ magnétique ; cartes de champ magnétique.	Exploiter une représentation graphique d'un champ vectoriel, identifier les zones de champ uniforme, de champ faible et l'emplacement des sources. Tracer l'allure des cartes de champs magnétiques pour un aimant droit, une spire circulaire et une bobine longue. Décrire un dispositif permettant de réaliser un champ magnétique quasi uniforme. Citer des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.
Symétries et invariances des distributions de courant.	Exploiter les propriétés de symétrie et d'invariance des sources pour prévoir des propriétés du champ créé.
Lien entre le champ magnétique et l'intensité du courant.	Évaluer l'ordre de grandeur d'un champ magnétique à partir d'expressions fournies.
Moment magnétique.	Définir le moment magnétique associé à une boucle de courant plane. Associer à un aimant un moment magnétique par analogie avec une boucle de courant. Citer un ordre de grandeur du moment magnétique associé à un aimant usuel.
Densité linéique de la force de Laplace dans le cas d'un élément de courant filiforme.	Différencier le champ magnétique extérieur subi du champ magnétique propre créé par le courant filiforme.
Résultante et puissance des forces de Laplace.	Établir et citer l'expression de la résultante des forces de Laplace dans le cas d'une barre conductrice placée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire. Exprimer la puissance des forces de Laplace.
Couple et puissance des actions mécaniques de Laplace dans le cas d'une spire rectangulaire, parcourue par un courant, en rotation autour d'un axe de symétrie de la spire passant par les deux milieux de côtés opposés et placée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire orthogonal à l'axe.	Établir et exploiter l'expression du moment du couple subi en fonction du champ magnétique extérieur et du moment magnétique. Exprimer la puissance des actions mécaniques de Laplace.
Action d'un champ magnétique extérieur uniforme sur un aimant. Positions d'équilibre et stabilité.	
Effet moteur d'un champ magnétique tournant.	

I Création d'un champ magnétique

A Le champ magnétique

1) Définition (rappels)

2) Sources de champ magnétique (rappels)

3) Propriétés du champ magnétique

4) Représentation dans l'espace à chaque instant

(a) Du champ de vecteurs..

(b) ..aux lignes de champ : Carte de champ magnétique

B Exemples

1) Fil infini

2) Spire

3) Solénoïde

4) Aimant permanent

5) Autres dispositifs pour réaliser un champ magnétique quasi-uniforme

(a) Solénoïde infini

(b) Bobines de Helmholtz

(c) Entrefer d'un électroaimant

(d) Entrefer d'un aimant permanent en forme de U/fer à cheval

C Généralisation : Dipôle magnétique

1) Définition du moment magnétique

2) Expressions du moment magnétique

(a) Spire

(b) Aimant permanent

3) Analogie spire/aimant permanent

II Actions d'un champ magnétique

A Sur une particule ponctuelle chargée (rappels)

B Sur un circuit traversé par un courant

1) Force élémentaire de Laplace

2) Puissance élémentaire de Laplace

3) Dans un champ magnétostatique uniforme

(a) Rails de Laplace

Présentation du dispositif

Résultante des forces de Laplace

Puissance des forces de Laplace

(b) Cadre suspendu

Présentation du dispositif

Couple des forces de Laplace

Puissance des forces de Laplace

C Sur un aimant dans un champ magnétique uniforme

1) Résultante, Moment et Énergie potentielle

2) Positions d'équilibre et position d'équilibre stable

3) Applications

(a) Boussole dans le champ magnétique terrestre

(b) Aiguille aimantée dans un champ magnétique tournant

CHAMP MAGNÉTIQUE ET INDUCTION

CHAPITRE 2 : INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Flux d'un champ magnétique Flux d'un champ magnétique à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté.	Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
Loi de Faraday Courant induit par le déplacement relatif d'une boucle conductrice par rapport à un aimant ou un circuit inducteur. Sens du courant induit.	
Loi de modulation de Lenz.	Utiliser la loi de Lenz pour prédire ou interpréter les phénomènes physiques observés.
Force électromotrice induite, loi de Faraday.	Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'alébrisation.
Auto-induction Flux propre et inductance propre.	Différencier le flux propre des flux extérieurs. Utiliser la loi de modulation de Lenz. Évaluer et citer l'ordre de grandeur de l'inductance propre d'une bobine de grande longueur.
Étude énergétique.	Réaliser un bilan de puissance et d'énergie dans un système siège d'un phénomène d'auto-induction en s'appuyant sur un schéma électrique équivalent.
Cas de deux bobines en interaction Inductance mutuelle entre deux bobines.	Déterminer l'inductance mutuelle entre deux bobines de même axe de grande longueur en « influence totale ».
Circuits électriques à une maille couplés par le phénomène de mutuelle induction en régime sinusoïdal forcé.	Citer des applications dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante. Établir le système d'équations en régime sinusoïdal forcé en s'appuyant sur des schémas électriques équivalents.
Transformateur de tension.	Établir la loi des tensions.
Étude énergétique.	Réaliser un bilan de puissance et d'énergie.

Conversion de puissance mécanique en puissance électrique. Rail de Laplace. Spire rectangulaire soumise à un champ magnétique extérieur uniforme et en rotation uniforme autour d'un axe fixe orthogonal au champ magnétique.	Interpréter qualitativement les phénomènes observés. Écrire les équations électrique et mécanique en précisant les conventions de signe. Effectuer un bilan énergétique. Citer des applications dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante.
Freinage par induction.	Expliquer l'origine des courants de Foucault et en citer des exemples d'utilisation.
Conversion de puissance électrique en puissance mécanique Moteur à courant continu à entrefer plan.	Analyser le fonctionnement du moteur à courant continu à entrefer plan en s'appuyant sur la configuration des rails de Laplace. Citer des exemples d'utilisation du moteur à courant continu.

I Principes de l'induction électromagnétique

A Mise en évidence expérimentale

- 1) Présentation des dispositifs expérimentaux
- 2) Caractérisation et conditions du phénomène d'induction électromagnétique
- 3) Effets dynamique de l'induction électromagnétique

B Définitions de l'induction électromagnétique

1) Force électromotrice induite et courant induit

- (a) Définitions
- (b) Conventions
- (c) Relations

2) Flux magnétique

- (a) Définitions
- (b) Conventions
- (c) Expressions

C Lois de l'induction

- 1) Loi de modération de Lenz
- 2) Loi de Faraday

D Cas d'induction

- 1) Cas général d'induction
- 2) Cas d'induction de Neumann
- 3) Cas d'induction de Lorentz

II Circuit électrique fixe dans un champ magnétique qui dépend du temps

Cas d'induction de Neumann

A Auto-induction d'une bobine

- 1) Flux propre et inductance propre
- 2) Force électromotrice auto-induite
- 3) Énergie magnétique d'auto-induction

B Couplage par induction

- 1) Flux d'inductance mutuelle et inductance mutuelle
- 2) Force électromotrice induite totale
- 3) Énergie magnétique induite totale

C Conversion électrique $\rightarrow$ électrique

Transformateur

- (a) Présentation du dispositif
- (b) Analyse de la situation d'induction
- (c) Transformateur parfait

III Circuit électrique mobile dans un champ magnétique stationnaire

Cas d'induction de Lorentz

A Conversion mécanique $\rightarrow$ électrique

Freinage par induction

- (a) Présentation du dispositif**
- (b) Analyse de la situation d'induction**
- (c) Mise en équation : Equation électrique et équation mécanique**
- (d) Résolution**
- (e) Bilan énergétique**

B Conversion électrique $\rightarrow$ mécanique

Haut-parleur électrodynamique

- (a) Présentation du dispositif**
- (b) Analyse de la situation d'induction**
- (c) Mise en équation : Equation mécanique et équation électrique**
- (d) Résolution**
- (e) Bilan énergétique**

MÉCANIQUE QUANTIQUE

CHAPITRE : INTRODUCTION À LA PHYSIQUE QUANTIQUE

Dualité onde-particule pour la lumière et la matière Photon : énergie et impulsion.	Décrire un exemple d'expérience mettant en évidence la nécessité de la notion de photon.
Onde de matière associée à une particule. Relation de de Broglie.	Décrire un exemple d'expérience mettant en évidence le comportement ondulatoire de la matière. Évaluer des ordres de grandeurs typiques intervenant dans des phénomènes quantiques.
Introduction au formalisme quantique Fonction d'onde : introduction qualitative, interprétation probabiliste.	Interpréter une expérience d'interférences (matière ou lumière) « particule par particule » en termes probabilistes.
Inégalité de Heisenberg spatiale.	Établir par analogie avec la diffraction des ondes lumineuses, l'inégalité en ordre de grandeur : $\Delta p \Delta x \geq \hbar$.
Quantification de l'énergie Modèle planétaire de Bohr. Limites.	Exploiter l'hypothèse de quantification du moment cinétique orbital pour obtenir l'expression des niveaux d'énergie électronique de l'atome d'hydrogène.
Modèle du puits de potentiel unidimensionnel de profondeur infinie.	Exploiter l'inégalité de Heisenberg spatiale pour mettre en évidence l'existence d'une énergie minimale de confinement. Obtenir les niveaux d'énergie par analogie avec les modes propres d'une corde vibrante. Établir le lien qualitatif entre confinement spatial et quantification.

Introduction historique

1 Dualité onde-corpuscule

1.1 Dualité onde-corpuscule pour la lumière

1.1.1 Expériences historiques de la découverte du photon

1.1.2 Photon et relation de Planck-Einstein

1.1.3 Ordres de grandeur

1.1.4 Interférences

1.2 Dualité onde-corpuscule pour la matière

1.2.1 Onde de matière et longueur d'onde de de Broglie

1.2.2 Expérience historique de vérification de l'onde de matière

1.2.3 Ordres de grandeur

1.2.4 Interférences

2 Introduction au formalisme quantique

2.1 Interprétation probabiliste associée à la fonction d'onde

2.1.1 Fonction d'onde

2.1.2 Interprétation probabiliste

2.1.3 Pour les interférences

2.2 Principe d'indétermination de Heisenberg

2.2.1 Indétermination quantique

2.2.2 Inégalité de Heisenberg

2.2.3 Pour la diffraction

3 Quantification et énergie minimale en cas de confinement spatial

3.1 Modèle planétaire de Bohr

3.1.1 Électron confiné dans l'atome de Bohr

3.1.2 Quantification

3.1.3 Énergie minimale

3.2 Modèle du puits de potentiel unidimensionnel de profondeur infinie

3.2.1 Particule confinée dans un puits infini unidimensionnel

3.2.2 Quantification

3.2.3 Énergie minimale
