Université de Sherbrooke

FACULTÉ DES SCIENCES

Doctorat en physique

Les sections *Présentation*, *Structure du programme* et *Admission et exigences* (à l'exception de la rubrique intitulée « Document(s) requis pour l'admission ») constituent la version officielle de ce programme. La dernière mise à jour a été faite le 29 septembre 2026. L'Université se réserve le droit de modifier ses programmes sans préavis.

PRÉSENTATION

Sommaire*

*IMPORTANT : Certains de ces renseignements peuvent varier selon les cheminements ou concentrations. Consultez les sections *Structure du programme* et *Admission et exigences* pour connaitre les spécificités d'admission par cheminements, trimestres d'admission, régimes ou lieux offerts.

CYCLE
3e cycle

CRÉDITS
90 crédits

GRADE
Philosophiæ Doctor

TRIMESTRES D'ADMISSION
Automne, Hiver, Été

RÉGIMES DES ÉTUDES
Régulier, En partenariat

RÉGIME D'INSCRIPTION
Temps complet

LIEU
Campus principal de Sherbrooke

PARTICULARITÉS*

Ouvert aux personnes étudiantes internationales en régime régulier

Stages ou cours à l'étranger

* Peuvent varier pour certains cheminements ou concentrations.

Renseignements

- 819 821-7055
- 819 821-8046 (télécopieur)
- doctorat@physique.USherbrooke.ca

Objectif(s) général(aux)

Permettre à l'étudiante ou à l'étudiant :

- d'approfondir et de maintenir à jour ses connaissances dans un champ de spécialisation en physique;
- d'acquérir une formation de chercheuse ou de chercheur;
- de comprendre et de formuler de façon autonome des problématiques issues de situations ou de connaissances relatives à son domaine;
- de devenir apte à assumer, d'une façon autonome, la responsabilité d'activités de recherche;
- de contribuer à l'avancement des connaissances dans son domaine de recherche;
- de développer sa capacité de bien communiquer les résultats de ses travaux.

DOMAINE(S) DE RECHERCHE

Physique théorique et expérimentale de la matière condensée et de l'informatique quantique. Propriétés électroniques des matériaux avancés : supraconducteurs, systèmes magnétiques, microstructures et nanostructures, composants électroniques et photoniques. Informatique quantique : algorithmes pour ordinateurs quantiques, correction d'erreur quantique, calcul quantique tolérant aux fautes, qubits supraconducteurs et de spin, boîtes quantiques, senseurs quantiques, circuits électriques quantiques, optique quantique.

STRUCTURE DU PROGRAMME

Activités pédagogiques obligatoires - 84 crédits

Code de l'activité pédagogique	Titre de l'activité pédagogique et nombre de crédits
PHY803	Rencontre avec le comité de suivi I - 1 crédit
PHY804	Rencontre avec le comité de suivi II - 1 crédit
PHY805	Rencontre avec le comité de suivi III - 1 crédit
PHY806	Rencontre avec le comité de suivi IV - 1 crédit
PHY811	Séminaire - 2 crédits
PHY812	Séminaire - 2 crédits
PHY863	Activités de recherche I - 15 crédits
PHY864	Activités de recherche II - 15 crédits
PHY865	Activités de recherche III - 14 crédits
PHY896	Examen général - 7 crédits
PHY899	Thèse - 25 crédits

Activités pédagogique à option - 6 crédits

Bloc - Activités à option - 0 à 6 crédits

Choisies parmi les activités suivantes

Code de l'activité pédagogique	Titre de l'activité pédagogique et nombre de crédits
GEI877	Circuits supraconducteurs quantiques - 3 crédits
PHY708	Architecture des ordinateurs quantiques - 3 crédits
PHY724	Physique mésoscopique - 3 crédits
PHY730	Physique de la matière condensée avancée - 3 crédits
PHY732	Information quantique théorique - 3 crédits
PHY733	Information et calcul quantiques - 3 crédits
PHY735	Nanoélectronique et qubits de spin - 3 crédits
PHY739	Principes physiques des ordinateurs quantiques - 3 crédits
PHY740	Symétries brisées et états cohérents de la matière - 3 crédits
PHY745	Modélisation de la matière et calcul quantique - 3 crédits
PHY760	Méthodes expérimentales en physique du solide - 3 crédits
PHY777	Photonique et optique quantique - 3 crédits
PHY807	Matière condensée topologique - 3 crédits
PHY839	Sujets de pointe II - 3 crédits
PHY840	Sujets de pointe III - 3 crédits
PHY874	Supraconductivité - 3 crédits
PHY889	Sujets de pointe - 3 crédits
PHY892	Problème à « N » corps - 3 crédits

OU

Bloc - École d'été de physique - 0 à 6 crédits

Code de l'activité pédagogique	Titre de l'activité pédagogique et nombre de crédits
PHY851	Conférence étudiante en physique - 1 crédit
PHY854	Sujets spécialisés en physique I - 2 crédits
PHY855	Sujets spécialisés en physique II - 3 crédits
PHY856	Sujets spécialisés en physique III - 3 crédits
PHY857	Sujets spécialisés en physique IV - 3 crédits

ADMISSION ET EXIGENCES

LIEU(X) DE FORMATION ET TRIMESTRE(S) D'ADMISSION

Sherbrooke : admission aux trimestres d'automne, d'hiver et d'été

Condition(s) générale(s)

Détenir un grade de 2e cycle en physique ou l'équivalent.

ou

Détenir un grade de 1er cycle en physique ou l'équivalent, pour les candidates et candidats dont les dossiers scolaires ont été jugés exceptionnels par le comité des études supérieures du Département de physique.

Condition(s) particulière(s)

La candidate ou le candidat admis avec un grade de 1er cycle devra réussir 30 crédits additionnels d'activités pédagogiques d'appoint.

La candidate ou le candidat doit s'assurer qu'une professeure ou un professeur habilité accepte de superviser la recherche.

RÉGIME(S) DES ÉTUDES ET D'INSCRIPTION

Régime régulier à temps complet

Régime en partenariat à temps complet

POURQUOI CE PROGRAMME

Ce qui distingue ce programme

Le programme de doctorat en physique à l'Université de Sherbrooke a été conçu pour faire de vous une chercheuse ou un chercheur. Dans un premier temps, vous aurez à approfondir vos connaissances en physique dans une spécialisation dans le secteur de la matière condensée, en particulier les propriétés des électrons dans les matériaux à potentiel technologique : supraconducteurs, nanostructures à semiconducteurs, informatique quantique, etc.

Dans un deuxième temps, vous pourrez mettre votre créativité au profit de la recherche en développant de nouvelles connaissances scientifiques et en communiquant ces résultats à la communauté scientifique lors d'un congrès international sur le sujet.

Au terme du doctorat, vous devriez être apte à assumer, d'une façon autonome, la responsabilité d'activités de recherche.

Les forces du programme

- Plusieurs domaines de recherche offerts
- Professeurs-chercheurs en physique quantique de renommée internationale
- Laboratoires mondialement reconnus consacrés à l'étude des matériaux quantiques
- Département de physique à dimension humaine
- Bourses offertes pour le doctorat en physique

LA RECHERCHE

Environnement de recherche

La Faculté des sciences de l'Université de Sherbrooke possède des infrastructures et équipements de première catégorie, dont la grappe d'ordinateurs Mammouth, capable d'effectuer 6888 milliards de multiplications par seconde grâce à ses 2024 processeurs. Il s'agit de l'une des capacités de calcul parmi les plus puissantes au Canada.

Le Département de physique abrite des laboratoires mondialement reconnus consacrés à l'étude des matériaux quantiques. Des physiciens expérimentateurs y soumettent des matériaux à des conditions extrêmes de température, de champ magnétique, de pression, afin de révéler le comportement collectif des électrons qui déterminent leurs propriétés et leurs applications. Des physiciens théoriciens utilisent des superordinateurs afin de prédire ou d'expliquer ces propriétés à partir de modèles simples de ces matériaux.

- Infrastructures de recherche
- Laboratoires des chercheurs au Département de physique
- Publications scientifiques produites par le Département de physique

Financement et bourses

Des bourses pour faciliter vos études aux cycles supérieurs :

- Bourses pour le doctorat en physique
- Répertoire des bourses de l'UdeS
- Pour doctorats en sciences, génie et médecine seulement : Bourses d'exemption pour candidatures internationales
- Autres possibilités de financement

Expertise du corps professoral

Répertoire des professeurs de l'UdeS

Regroupements de recherche

- Chaire d'excellence en recherche du Canada sur le traitement de signaux quantiques
- Chaire de recherche du Canada en matériaux quantiques
- Chaire de recherche en théorie des matériaux quantiques
- Équipe de recherche en physique de l'information quantique (ÉPIQ)

Mémoires et thèses d'étudiantes et d'étudiants

Savoir UdeS

INDEX DES ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES

GEI877 - Circuits supraconducteurs quantiques

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté de génie

Cible(s) de formation

Analyser et caractériser un circuit micro-ondes classique. Quantifier un circuit micro-ondes et simuler son comportement quantique. Concevoir des circuits supraconducteurs pour le traitement d'information quantique et pour la mesure quantique.

Contenu

Supraconductivité, circuits micro-ondes linéaires, jonction Josephson, quantification de circuits, description quantique de systèmes ouverts, représentation d'un état quantique dans l'espace des phases, effet tunnel inélastique, amplificateurs opérant à la limite quantique de bruit, bits quantiques, sources et détecteurs de photons uniques.

Préalable(s)

(GEI777 ou GEI825 ou PHQ434)

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en génie informatique

Maîtrise en génie électrique

Maîtrise en informatique

Maîtrise en physique

PHY708 - Architecture des ordinateurs quantiques

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-1-5

Cible(s) de formation

S'approprier les principes de fonctionnement des différentes architectures d'ordinateurs quantiques et de calculateurs analogiques quantiques, en particulier dans l'ère NISQ. Comprendre les particularités des différentes architectures, les types de problèmes traitables pour chacune d'elles ainsi que leurs limitations. Distinguer les calculs quantiques universels et non universels.

Contenu

Architectures d'ordinateurs quantiques. Calcul quantique analogique et discret. Avantage quantique. Caractérisation et mitigation d'erreurs. Encodage de données et de systèmes quantiques.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY724 - Physique mésoscopique

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-0-6

Cible(s) de formation

Maîtriser les concepts physiques nécessaires à la compréhension des mécanismes de transport électronique dans les systèmes mésoscopiques et nanométriques.

Contenu

Introduction. Transmission versus conductance: « un concept important ». Transport quantique et localisation d'Anderson. Cohérence de phase. Blocage de Coulomb : transport à un électron. Nanotubes de carbone et liquides de Luttinger. Effet Hall quantique.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Diplôme d'études supérieures spécialisées de 2e cycle en nanomatériaux et caractérisations de pointe

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY730 - Physique de la matière condensée avancée

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-0-6

Cible(s) de formation

Comprendre les concepts fondamentaux et le formalisme théorique permettant de décrire le comportement physique des solides cristallins et être capable d'utiliser ces notions pour résoudre des problèmes complexes.

Contenu

Propriétés thermodynamiques du gaz d'électrons libres; propriétés et méthodes de calcul de la structure de bande d'un cristal; théorie quantique des modes de vibration des cristaux; théorie semi-classique du transport dans les métaux et semi-conducteurs (conductivités thermique et électriques); interaction lumière-matière et théorie de la diffusion des neutrons par les cristaux; gaz d'électrons en interaction (écrantage et théorie des liquides de Fermi).

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Diplôme d'études supérieures spécialisées de 2e cycle en nanomatériaux et caractérisations de pointe

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY732 - Information quantique théorique

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-0-6

Cible(s) de formation

Acquérir une connaissance approfondie des principaux sujets de l'informatique quantique théorique. Comprendre le formalisme mathématique de la théorie de l'informatique quantique ainsi que ses principaux concepts physiques.

Contenu

Théorie quantique de l'information, incluant la théorie de Shannon classique et quantique, les notions de capacité de canaux et les problèmes d'additivité. Tolérance aux fautes, incluant les techniques de lecture de syndrome de Steane, Shor et Knill, les opérations transverses, les codes concaténés et topologiques. Complexité du calcul, incluant les classes de complexité classiques P et NP et quantiques BQP et QMA et des exemples physiques de problèmes complets pour ces classes. Modèles théoriques du calcul quantique incluant le modèle de circuit, le calcul adiabatique et le calcul topologique. Autres sujets de pointe en informatique quantique théorique.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY733 - Information et calcul quantiques

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

PARTICULARITÉS

Cours offerts à tous

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-1-5

Cible(s) de formation

Acquérir une connaissance des principaux concepts de l'informatique quantique théorique. Comprendre le formalisme mathématique de la théorie de l'informatique quantique ainsi que les principaux algorithmes quantiques.

Contenu

Outils mathématiques de l'informatique quantique : états quantiques, mesure et intrication. Algorithmes quantiques et correction d'erreurs quantiques.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY735 - Nanoélectronique et qubits de spin

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

PARTICULARITÉS

Cours offerts à tous

Cible(s) de formation

Acquérir les notions essentielles à la compréhension du fonctionnement de dispositifs utilisés en nanoélectronique quantique. Se familiariser avec les aspects fabrication, modélisation et mise à l'échelle.

Contenu

Transistor MOS classique, évolution de la microélectronique et état de l'art, transistor monoélectronique, blocage de Coulomb, qubit de charge, qubit de spin (lecture, manipulation), autres technologies de qubits, tomographie, ESR, NMR, composition des moments, systèmes hybrides pour l'extension à grande échelle : spin-supraconducteur et spin-résonateur mécanique.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY739 - Principes physiques des ordinateurs quantiques

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

PARTICULARITÉS

Cours offerts à tous

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-1-5

Cible(s) de formation

Comprendre les principes physiques à la base des dispositifs de traitement de l'information quantique.

Contenu

Notions de base de l'information quantique. Types de qubits et architectures d'ordinateurs quantiques (supraconducteurs, spins, ions). Couplage avec l'environnement : dissipation et déphasage. Lecture des qubits. Réalisation physique des opérations logiques. Défis de la mise à l'échelle. Notions de capteurs quantiques.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en génie électrique

Maîtrise en physique

PHY740 - Symétries brisées et états cohérents de la matière

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-0-6

Cible(s) de formation

Comprendre le concept fondamental de symétrie brisée et les formalismes théoriques s'y rapportant. Être capable d'utiliser ce concept et ces formalismes pour résoudre des problèmes complexes impliquant les propriétés émergentes et les effets quantiques collectifs dans les systèmes magnétiques, les supraconducteurs, les états cohérents et les états à symétrie brisée en général.

Contenu

Magnétisme atomique, théorie des groupes, phénoménologies des transitions de phase, seconde quantification, modèle de Hubbard, ondes de spin, modes de Goldstone, états cohérents, condensation de Bose-Einstein, supraconductivité, théorie Ginsburg-Landau, théorie BCS, nouveaux supraconducteurs.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY745 - Modélisation de la matière et calcul quantique

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

PARTICULARITÉS

Cours offerts à tous

Cible(s) de formation

Maîtriser le formalisme quantique à N corps et les systèmes modèles de spins et de qubits quantiques. Comprendre le rôle de l'intrication dans les matériaux quantiques et le calcul quantique. Implémenter des méthodes numériques pour la simulation de systèmes quantiques en interaction. Étudier les propriétés dynamiques de systèmes quantiques. Apprendre à simuler des algorithmes quantiques sur des ordinateurs classiques.

Contenu

Formalisme quantique à N corps : qubits et systèmes de spins quantiques, opérateurs et espaces d'Hilbert, Hamiltonien de Heisenberg, XXZ, chaines de Kitaev, décomposition de Schmidt, spectre enchevêtré et entropie, opérateur d'évolution unitaire et approximation de Suzuki-Trotter. Modélisation et simulations numériques : introduction aux méthodes de réseaux de tenseurs, techniques de décimation par blocs évolutifs, applications aux systèmes 1D. Propriétés et simulation de circuits quantiques : théorème de Gottesman-Kill et portes logiques de Clifford, croissance de l'enchevêtrement et chaos quantique, simulation d'algorithmes quantiques, échantillonnage et méthodes variationnelles.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY760 - Méthodes expérimentales en physique du solide

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-0-6

Cible(s) de formation

S'initier aux divers outils expérimentaux utilisés couramment dans l'étude des propriétés physiques des matériaux.

Contenu

Diffraction : rayons X, neutrons, et électrons. Chaleur spécifique et transitions de phase. Photoémission, effet de Haas-van Alphen, effet tunnel, et effet des corrélations. Transport : résistivité, effet Hall, magnétorésistance, effet Shubnikov-de Haas, pouvoir thermoélectrique, et conductivité thermique, hyperfréquences et micro-ondes. Spectroscopie infrarouge, diffusion Raman, impulsions ultra-courtes, résonance cyclotron. Magnétisme, résonance magnétique nucléaire et résonance paramagnétique électronique. Jonctions Josephson et SQUID.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Diplôme d'études supérieures spécialisées de 2e cycle en nanomatériaux et caractérisations de pointe

Doctorat en physique

Maîtrise en chimie

Maîtrise en physique

Microprogramme de 2e cycle en nanomatériaux et caractérisations de pointe

---

PHY777 - Photonique et optique quantique

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Comprendre les différents aspects de l'interaction lumière/matière ainsi que le contrôle et la mesure de systèmes quantiques (atomes et qubits supraconducteurs). Se familiariser avec divers éléments d'optique avancée, en particulier la photonique, et leurs applications dans le contexte de l'optique quantique moderne avec notamment l'optomécanique quantique.

Contenu

Physique des lasers et propriétés optiques des émetteurs quantiques; concept de densité locale d'états photoniques; mesures de corrélation; notions d'optique quantique chirale; effets mécaniques de la lumière; applications technologiques des systèmes optomécaniques (capteurs et transducteurs).

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en génie électrique

Maîtrise en physique

PHY803 - Rencontre avec le comité de suivi I

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

1 crédit

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Établir l'échéancier des activités pédagogiques du doctorat, définir les activités de formation requises (cours, techniques de laboratoire, sécurité, etc.) et le cadre de déroulement du doctorat ainsi que discuter des projets pouvant être ciblés.

Contenu

Utilisation du plan de formation et de son échéancier pour définir avec la directrice ou le directeur les conditions dans lesquelles se dérouleront les travaux et les activités requises pour obtenir le diplôme. Confirmation de l'échéancier convenu en rencontre avec le comité de suivi.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY804 - Rencontre avec le comité de suivi II

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

1 crédit

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Présenter le projet de recherche, les acquis

de formation, la bibliographie reliée ainsi que les résultats préliminaires. Établir un échéancier du projet.

Contenu

Rédaction d'un court rapport d'une page sur les progrès du projet en cours et d'une autre page résumant la littérature explorée et pertinente pour le projet. Discussion avec le comité de la problématique de recherche, du suivi de la littérature et des résultats des travaux préliminaires.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY805 - Rencontre avec le comité de suivi III

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

1 crédit

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Présenter la progression du projet de recherche, la bibliographie reliée ainsi que les résultats les plus prometteurs. Établir un nouvel échéancier du projet menant à la rédaction éventuelle de la thèse.

Contenu

Rédaction d'un court rapport d'une page sur les progrès du projet en cours et d'une autre page résumant la littérature explorée et pertinente pour le projet. Discussion avec le comité de la problématique de recherche et des résultats des travaux, du suivi de la littérature et de l'atteinte des objectifs du projet.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY806 - Rencontre avec le comité de suivi IV

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

1 crédit

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Présenter les résultats du projet de recherche, la bibliographie reliée ainsi que les résultats les plus prometteurs. Établir un échéancier de rédaction de la thèse ainsi que son plan.

Contenu

Rédaction d'un court rapport d'une page sur les résultats et les finalités du projet et d'une autre page résumant la littérature explorée et pertinente pour le projet. Discussion avec le comité des résultats des travaux, du suivi de la littérature et de l'atteinte des objectifs du projet. Préparation à la rédaction de la thèse.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY807 - Matière condensée topologique

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Acquérir une connaissance des principaux concepts de la matière condensée topologique. Maîtriser des outils techniques de base pour comprendre la littérature scientifique et mener des recherches dans ce domaine.

Contenu

Théorie topologique des bandes en une, deux et trois dimensions : phase et courbure de Berry, nombre de Chern; pompe de Thouless; modèle de Su-Schrieffer-Heeger et de Kitaev; fermions de Dirac, de Majorana et de Weyl; effet Hall quantique entier et effet Hall quantique de spin; isolants de Semenoff et de Haldane/Chern et modèle de Kane-Mele dans le graphène; supraconducteurs chiraux et hélicaux en deux dimensions; états de bord et de surface; invariants Z; électrodynamique des axions; isolants topologiques cristallins; semi-métaux topologiques; métamatériaux topologiques.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY811 - Séminaire

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

2 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Présenter le projet de recherche au 3e cycle.

Chaque étudiante ou étudiant au 3e cycle doit présenter un exposé sur ses travaux de recherche en plus de prendre une part active

aux séminaires et colloques du Département de physique. Dans le cadre de la présente activité, présenter son projet de recherche ciblé.

Contenu

Définition des objectifs du projet de recherche, proposition des hypothèses de travail, choix des méthodes (théoriques ou expérimentales) à utiliser, présentation des résultats préliminaires si disponibles.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY812 - Séminaire

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

2 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Présenter une communication à un congrès national ou international de physique.

Contenu

Présentation des résultats de la recherche dans le cadre d'un congrès de grande envergure. Idéalement, sous la forme d'une présentation orale.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY839 - Sujets de pointe II

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Connaître les domaines de la physique de la matière condensée et de l'information quantique qui se sont développés récemment; saisir les fondements de ces domaines au point de pouvoir en faire une synthèse.

Contenu

Par définition, les sujets choisis seront portés à évoluer rapidement. À titre d'exemples, les sujets traités pourront être l'effet Hall quantique, la supraconductivité à haute température critique, les systèmes mésoscopiques, les systèmes de Fermi fortement corrélés sur réseaux, les isolants topologiques, les protocoles et implémentations physiques de l'informatique quantique, le calcul quantique tolérant aux fautes, etc.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY840 - Sujets de pointe III

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Connaître les domaines de la physique de la matière condensée et de l'information quantique qui se sont développés récemment; saisir les fondements de ces domaines au point de pouvoir en faire une synthèse.

Contenu

Par définition, les sujets choisis seront portés à évoluer rapidement. À titre d'exemples, les sujets traités pourront être l'effet Hall quantique, la supraconductivité à haute température critique, les systèmes mésoscopiques, les systèmes de Fermi fortement corrélés sur réseaux, les isolants topologiques, les protocoles et implémentations physiques de l'informatique quantique, le calcul quantique tolérant aux fautes, etc.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY851 - Conférence étudiante en physique

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

1 crédit

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Développer ses capacités de communication scientifique dans des domaines de la physique avancée.

Contenu

Préparation d'une communication scientifique en faisant usage de technologies actuelles. Présentation de résultats de recherche à une conférence étudiante ou une école d'été sous forme d'une affiche ou d'une communication orale. Cette communication

peut aussi être un résumé d'une école d'été présenté dans une réunion de groupe.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY854 - Sujets spécialisés en physique I

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

2 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Connaître les domaines de la physique qui se sont développés récemment; saisir les fondements de ces domaines au point de pouvoir en faire une synthèse.

Contenu

Domaines spécifiques en informatique quantique et en physique de la matière condensée. Cours donnés par des experts internationaux sur des sujets de recherche d'actualité et en évolution rapide.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY855 - Sujets spécialisés en physique II

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Connaître les domaines de la physique qui se sont développés récemment; saisir les fondements de ces domaines au point de pouvoir en faire une synthèse.

Contenu

Domaines spécifiques en informatique quantique et en physique de la matière condensée. Cours donnés par des experts internationaux sur des sujets de recherche d'actualité et en évolution rapide.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY856 - Sujets spécialisés en physique III

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Connaître les domaines de la physique qui se sont développés récemment; saisir les fondements de ces domaines au point de pouvoir en faire une synthèse.

Contenu

Domaines spécifiques en informatique quantique et en physique de la matière condensée. Cours donnés par des experts internationaux sur des sujets de recherche d'actualité et en évolution rapide.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY857 - Sujets spécialisés en physique IV

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Connaître les domaines de la physique qui se sont développés récemment; saisir les fondements de ces domaines au point de pouvoir en faire une synthèse.

Contenu

Domaines spécifiques en informatique quantique et en physique de la matière condensée. Cours donnés par des experts internationaux sur des sujets de recherche d'actualité et en évolution rapide.

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY863 - Activités de recherche I

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

15 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Définir un projet de recherche.

Contenu

Définition des objectifs du projet de recherche, proposition des hypothèses de travail, choix des méthodes (théoriques ou expérimentales) à utiliser.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY864 - Activités de recherche II

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

15 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Mettre en pratique la méthodologie expérimentale ou théorique proposée pour le projet de recherche.

Contenu

Poursuite du plan de recherche.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY865 - Activités de recherche III

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

14 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Poursuivre le projet de recherche et analyser de façon critique les résultats obtenus.

Contenu

Poursuite du projet de recherche.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY874 - Supraconductivité

Sommaire

CYCLE

2e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3 - 0 - 6

Cible(s) de formation

Atteindre une compréhension approfondie des supraconducteurs conventionnels et non conventionnels.

Contenu

Phénoménologie, modèle de London, théorie de Ginzburg-Landau, supraconductivité de type 1 et de type 2, vortex, réseau d'Abrikosov, état mixte, modèle de Bardeen-Cooper-Schrieffer, effet Josephson, jonctions, SQUIDs. Supraconductivité non conventionnelle : organiques, cuprates, pnictures, interfaces.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY889 - Sujets de pointe

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Connaître les domaines de la physique de la matière condensée et de l'information quantique qui se sont développés récemment; saisir les fondements de ces domaines au point de pouvoir en faire une synthèse.

Contenu

Par définition, les sujets choisis seront portés à évoluer rapidement. À titre d'exemples, les sujets traités pourront être l'effet Hall quantique, la supraconductivité à haute température critique, les systèmes mésoscopiques, les systèmes de Fermi fortement corrélés sur réseaux, les isolants topologiques, les protocoles et implémentations physiques de l'informatique quantique, le calcul quantique tolérant aux fautes, etc.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette

activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY892 - Problème à « N » corps

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

3 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

RÉPARTITION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

3-0-6

Cible(s) de formation

Atteindre une compréhension approfondie des systèmes à plusieurs particules quantiques en interaction avec l'aide des fonctions de corrélation et de la théorie des perturbations.

Contenu

Deux principes d'Anderson, symétrie brisée et continuation adiabatique. Fonctions de corrélation, réponse linéaire. Fonctions de Green, opérateur d'ordre chronologique, formalisme de Matsubara, diagrammes de Feynman. Gaz de Coulomb, RPA, polarisation irréductible, écrantage, plasmons. Électrons en présence d'impuretés. Interaction électron-phonon, théorème de Migdal. Supraconductivité, paramètre d'ordre BCS, formalisme de Nambu.

Équivalente(s)

PHY5323

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

Maîtrise en physique

PHY896 - Examen général

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

7 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Démontrer un niveau de connaissances disciplinaires indispensable à la poursuite d'études doctorales et les capacités de recherche, d'analyse, de synthèse et de communication orale et écrite nécessaires pour mener de façon autonome une démarche scientifique originale.

Contenu

L'examen général comporte deux parties. Rédaction d'un rapport de recherche portant sur un sujet d'intérêt courant en physique et comprenant un exposé de la problématique de recherche, une revue de la littérature pertinente et un résumé démontrant la compréhension des connaissances disponibles sur le sujet. Exposé oral de son travail devant un jury et réponse aux questions de ce dernier.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique

PHY899 - Thèse

Sommaire

CYCLE

3e cycle

CRÉDITS

25 crédits

FACULTÉ OU CENTRE

Faculté des sciences

Cible(s) de formation

Écrire de façon autonome un rapport de recherche scientifique faisant la synthèse et l'analyse critique des résultats de recherche obtenus sur la problématique faisant l'objet du doctorat et situant les conclusions retenues par rapport à la littérature scientifique existante sur le sujet.

Contenu

Rédaction d'un document comportant une mise en contexte de la problématique de recherche justifiant son importance par rapport aux recherches actuelles dans le domaine, une synthèse de la littérature pertinente, une description de la méthodologie scientifique utilisée, une analyse critique expliquant les résultats obtenus et une discussion démontrant l'originalité de la démarche et des résultats obtenus. Soutenance de la thèse lors d'une présentation publique devant un jury.

---

* Sujet à changement

Programmes offrant cette activité pédagogique (cours)

Doctorat en physique