

Université de
Sherbrooke

Baccalauréat en sciences de l'information quantique

PHQ 401 – Physique des systèmes quantiques

Plan d'activité pédagogique

Automne 2023

Enseignant

Edouard Pinsolle

Courriel : Edouard.Pinsolle@USherbrooke.ca

Local : D2-2081

Téléphone :

Disponibilités : Les mardi de 10h30 à 16h30

Responsable(s) : Direction du département**Site web du cours** : <https://moodle.usherbrooke.ca>

Horaire

Exposé magistral :	Lundi	8h30 à 10h20	salle D4-2022
	Mercredi	8h30 à 10h20	salle D4-2025

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	Acquérir les outils théoriques essentiels au contrôle ainsi qu'à la simulation de systèmes quantiques comme le contrôle d'un qubit ou bien la simulation d'une molécule. Approfondir les connaissances en mécanique quantique afin de pouvoir étudier des systèmes physiques réels. Construire des modèles théoriques pour modéliser le contrôle de l'état d'un qubit ainsi que les interactions entre plusieurs qubits. Utiliser des méthodes d'approximation nécessaires à la résolution analytique ou numérique de ces modèles appliqués à des systèmes quantiques concrets.
Contenu :	Retour sur l'oscillateur harmonique. Manipulation d'états cohérents. États compressés. Systèmes couplés : Hamiltonien Jaynes-Cummings. Théorie des perturbations indépendantes du temps. Méthodes variationnelles. Particules identiques. Atomes et molécules.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 6 heures de travail personnel par semaine
Particularités	Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/phq401>

1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation du comité de programme du baccalauréat en sciences de l'information quantique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

Le cours de PHQ401 fait suite au cours de *PHQ230 : Mécanique quantique* afin d'approfondir certaines notions et de développer des techniques nécessaires à la compréhension du cours d'information quantique. *Le cours PHQ401 permettra aux personnes étudiantes de comprendre les principes fondamentaux des systèmes physiques réels et qui sont utiles au contrôle et à la simulation des systèmes quantiques.*

1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin du cours, l'étudiant devrait être capable de :

- Analyser des problèmes faisant intervenir l'oscillateur harmonique
- Discuter du modèle de l'atome et des molécules
- Comprendre la notion de particule identique
- Appliquer la notion de particule identique à des systèmes étudiés préalablement
- Examiner des problèmes complexes en utilisant des approximations comme les méthodes perturbatrices ou variationnelles.

1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs
1	Oscillateur Harmonique : Valeur propres et états propres de l'oscillateur harmonique. Utilisation des opérateurs d'échelle. États cohérent. États chats.	8	
2	Interaction lumière matière : Quantification du champ électromagnétique en cavité. Interaction dipolaire. Hamiltonien Jaynes-cummings. Approximation résonnante.	4	
3	Théorie des perturbations : Perturbations non dégénérées, Perturbations dégénérées, Application : oscillateur anharmonique, atome sous champ magnétique, corrections relativistes de l'atome.	8	
4	Principe variationnel : Minimisation de l'énergie. Famille de fonction propre. Utilisation des symétries. Application : atome à plusieurs électrons, molécules.	4	
5	Atomistique : Moment cinétique : valeur propre et harmoniques sphériques. Orbitales de l'atome d'hydrogène.	8	

2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.

2.1 Méthode pédagogique

Certaines parties du cours se composeront d'atelier où les étudiants seront guidés et amenés à retrouver les notions fondamentales par eux même. Les parties plus formelles seront données sous forme d'exposés magistraux.

Les notions seront acquises lors de résolutions de problèmes en classe par les étudiants. Plusieurs rencontres individuelles avec l'enseignant sont également prévues pour faire un suivi personnalisé.

2.2 Calendrier

Semaine	Date	Thème
1	2023-08-28	Révision
2	2023-09-04	Révision
3	2023-09-11	1
4	2023-09-18	1
5	2023-09-25	2
6	2023-10-02	Révision et 3
7	2023-10-09	Révision
8	2023-10-16	Examen périodique
9	2023-10-23	Relâche
10	2023-10-30	3
11	2023-11-06	3 et 5
12	2023-11-13	5
13	2023-11-20	4 et 5
14	2023-11-27	4
15	2023-12-04	Révision
16	2023-12-11	Révision
17	2023-12-18	Examen final

2.3 Évaluation

Minitests	10 %
Devoirs	25 %
Examen intra	25 %
Examen final	40 %

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du règlement facultaire d'évaluation des apprentissages² l'enseignante ou l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

²https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

2.3.2 Plagiat

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper l'enseignante ou l'enseignant. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du Règlement des études³. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du Règlement des études de l'Université de Sherbrooke. L'étudiante ou l'étudiant peut s'exposer à de graves sanctions qui peuvent être soit l'attribution de la note E ou de la note zéro (0) pour un travail, un examen ou une activité évaluée, soit de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique. Tout travail suspecté de plagiat sera transmis au Secrétaire de la Faculté des sciences. Ceci n'indique pas que vous n'avez pas le droit de coopérer entre deux équipes, tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, l'enseignante ou l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'elle ou qu'il considère comme étant plagié. En cas d'incertitude, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignante ou l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

2.4 Échéancier des travaux

Minitests	Sujet	Réception	Remise	Points
Minitests		À définir	À définir	10

Devoirs	Sujet	Réception	Remise	Points
Devoirs		À définir	À définir	25

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁴, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisées. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁵, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

Note : L'utilisation du courriel est recommandée pour poser vos questions.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

4 Références

³<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

⁴https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_I

⁵<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!

Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)

9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui);
 - b) commettre un autoplagiat, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise);
 - c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire;
 - d) fournir ou obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique;
- [...]

Par plagiat, on entend notamment :

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord);
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

Autrement dit : mentionnez vos sources
