

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE
HIVER 2023
PLAN DE COURS

Sigle du cours: PHY 2810
Titre du cours: MÉCANIQUE QUANTIQUE
Nombre de crédits: 4
Professeur: DANIEL NADEAU

But du cours

La mécanique quantique est la théorie à la base de l'étude du monde microscopique. Elle est le fondement des sciences de la nature. Ce cours a pour but de présenter les concepts de base de la mécanique quantique et quelques applications.

Programme du cours

La fonction d'onde. Représentation dans l'espace conventionnel et dans l'espace des impulsions. Transformation de la représentation d'un espace à un autre. Relations d'incertitude de Heisenberg.

Les opérateurs. Notion d'observable. Représentation dans l'espace conventionnel et dans l'espace des impulsions. L'équation de Schrödinger en une dimension.

Fonctions propres et valeurs propres des opérateurs hermitiens. Le puits de potentiel infini en une dimension. L'opérateur de parité. Dégénérescence. Commutation. Ensemble complet d'opérateurs commutatifs.

Mécanique matricielle, méthode algébrique et notation de Dirac. Opérateurs de projection et identité. Valeur moyenne et valeur mesurée.

Hamiltoniens en une dimension. Le courant de probabilité. Barrières de potentiel et puits de potentiel. L'oscillateur harmonique en une dimension.

Historique des origines de la mécanique quantique. Découvertes et développements théoriques du début du XXe siècle. Dualité ondes-particules.

Le moment cinétique. Moments orbital et intrinsèque. Définition et règles de commutation. Opérateurs de transition. Représentation matricielle. Le moment magnétique.

Représentation du moment cinétique orbital en coordonnées sphériques. Parité en 3 dimensions. Moment cinétique total.

Hamiltoniens en 3 dimensions. L'atome d'hydrogène. Les puits de potentiel sphériques infini et fini.

Systèmes de particules identiques. Bosons et fermions. Fonction d'onde pour fermions identiques. Principe d'exclusion de Pauli. Gaz de fermions dégénéré. Structure des atomes. Bosons identiques. Émission de photons. Spectre du corps noir.

Bibliographie

Les livres suivants sont en réserve à la bibliothèque de physique:

Gasiorowicz, S., *Quantum Physics*, 3e éd., Wiley, 2003.

Liboff, R.L., *Introductory Quantum Mechanics*, 4e éd., Addison-Wesley, 2003.

Griffiths, D.J., *Introduction to Quantum Mechanics*, 2e éd., Prentice-Hall, 2005.

Wichmann, E.H., *Quantum Physics*, Berkeley Physics Course, Vol. 4, McGraw-Hill, 1971.

Feynman, R.P., Leighton, R.B., Sands, M., *The Feynman Lectures on Physics, Vol. III, Quantum Mechanics*, Addison-Wesley, 1965.

Les livres de Gasiorowicz et de Liboff couvrent la matière du cours (et plus) et peuvent servir de référence.

Évaluation

Examen intra	Lundi 20 février	14:30–16:20	A-3541	35 points
Examen final	Mercredi 19 avril	9:00–12:00	B-2416	45 points
Devoirs	Dus le mercredi au TP			20 points

Horaire

Lundi	14:30–16:20	A-3541	Cours
Mardi	14:30–16:20	B-2061	Cours
Mercredi	10:30–12:20	B-2061	TP

Consultations

Professeur: Daniel Nadeau, local B-3005, 343-6676, daniel.nadeau@umontreal.ca

Auxiliaire: Michaël Lévesque, local B-3445, michael.levesque.1@umontreal.ca

Vous pouvez consulter le professeur sur toute question reliée au cours au moment des rencontres en classe le lundi et le mardi. Si, lors de ces consultations, il s'avère que des explications supplémentaires sont nécessaires, un rendez-vous au bureau du professeur vous sera donné.

Vous pouvez aussi consulter l'auxiliaire pour éclaircir différentes notions concernant la matière ou encore lors de la préparation des examens.

Si vous avez des questions sur les problèmes donnés en devoir, vous pouvez les poser en classe durant la séance du lundi ou du mardi. Pour que les évaluations soient justes envers tous les étudiants, ni le professeur ni l'auxiliaire ne répondront en privé à des questions portant spécifiquement sur les problèmes d'un devoir avant la remise de celui-ci. Cependant, vous pouvez adresser toute question sur les devoirs au professeur (et non à l'auxiliaire), par courriel. Les explications seront alors envoyées à l'ensemble de la classe.

Calendrier des séances de travaux pratiques:

Les exercices dont la solution sera discutée lors des séances de travaux pratiques seront choisis parmi les exercices suivants des notes de cours.

- TP 1, 11 janvier: 2-1, 4, 5, 6, 7, 9.
- TP 2, 18 janvier: 3-1, 2, 4, 5, 6, 8.
- TP 3, 25 janvier: 3-9, 10, 14, 17, 20.
- TP 4, 1 février: 4-1, 2, 3, 5.
- TP 5, 8 février: 4-9, 11b, 12, 14.
- TP 6, 15 février: retour sur les TPs précédents.
- TP 7, 22 février: 5-3, 4, 10, 11.
- TP 8, 8 mars: 5-8, 13, 19.
- TP 9, 15 mars: 5-22, 23, 24.
- TP 10, 22 mars: 6-1, 2, 3, 5, 9.
- TP 11, 29 mars: 7-1, 2, 8, 10.
- TP 12, 5 avril: retour sur les TPs précédents.
- TP 13, 12 avril: correction du devoir 10 et révision.

Échéancier des devoirs:

Les devoirs doivent être remis à l'auxiliaire du cours, le mercredi au début du TP, aux dates indiquées ci-dessous.

- Devoir 1, dû le 18 janvier: 2-2, 3, 8.
- Devoir 2, dû le 25 janvier: 3-3, 7a,b,c,e.
- Devoir 3, dû le 1 février: 3-11, 13, 15, 18, 21.
- Devoir 4, dû le 8 février: 4-4a,b,c, 6.
- Devoir 5, dû le 15 février: 4-7, 10, 11a.
- Devoir 6, dû le 15 mars: 5-2, 6, 15, 20.
- Devoir 7, dû le 22 mars: 5-18, 21, 25.
- Devoir 8, dû le 29 mars: 6-4, 6a,b,c,d,h, 8.
- Devoir 9, dû le 5 avril: 7-4, 5.
- Devoir 10, dû le 12 avril: 3-12, 4-16, 5-16.