

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE  
HIVER 2025  
**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**

L'état quantique. Notation de Dirac. Représentations dans des espaces discrets ou continus. Postulat sur l'état quantique. Transformation de la représentation d'un espace à un autre. Opérateurs de projection et d'identité. 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.

Valeur moyenne et valeur mesurée. Développement de l'état quantique dans le temps. Valeurs moyennes et variables classiques.

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 des sciences:

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	25 février	15:30–17:20	B-2416	35 points
Examen final	Mardi 15 avril	15:30–18:30		45 points
Devoirs	Dus le vendredi au TP			20 points

Noter que tous les devoirs comptent avec la même pondération.

## Horaire

Mardi	15:30–17:20	B-2416	Cours
Jeudi	15:30–17:20	B-2416	Cours
Vendredi	10:30–12:20	B-2061	TP

## Consultations

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

Auxiliaire: Ilya Iacoub, local B-4444, ilya.iacoub@umontreal.ca

Vous pouvez consulter le professeur sur toute question reliée au cours au moment des rencontres en classe le mardi et le jeudi. 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 mardi ou du jeudi. 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, 17 janvier: 2-2, 2-3, 6, 7, 8, 9.
- TP 2, 24 janvier: 3-1, 2, 4, 5, 6, 8.
- TP 3, 31 janvier: 3-9, 10, 14, 17, 20.
- TP 4, 7 février: 4-1, 2, 3, 5.
- TP 5, 14 février: 4-9, 11b, 12, 14.
- TP 6, 21 février: retour sur les TPs précédents.
- TP 7, 28 février: 5-3, 4, 10, 11.
- TP 8, 14 mars: 5-8, 13, 19.
- TP 9, 21 mars: 5-22, 23, 24.
- TP 10, 28 mars: 6-1, 2, 3, 5, 9.
- TP 11, 4 avril: 7-1, 2, 8, 11.
- TP 12, 11 avril: retour sur les TPs précédents.

### **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 24 janvier: 2-1, 4, 5.
- Devoir 2, dû le 31 janvier: 3-3, 7a,b,c,e.
- Devoir 3, dû le 7 février: 3-11, 13, 15, 18, 21.
- Devoir 4, dû le 14 février: 4-4a,b,c, 6.
- Devoir 5, dû le 14 mars: 4-7, 10, 11a.
- Devoir 6, dû le 21 mars: 5-2, 6, 15, 20.
- Devoir 7, dû le 28 mars: 5-18, 21, 25.
- Devoir 8, dû le 4 avril: 6-4, 6a,b,c,d,h, 8.
- Devoir 9, dû le 11 avril: 7-4, 5, 10.