PHY3080: Applications des groupes en physique

David London

Université de Montréal

hiver 2024

Plan de cours

Professeur :	David London,
Bureau:	B-2459,
Courriel:	london@lps.umontreal.ca
Téléphone:	514-343-5836
Horaire du cours :	lundi, 10h30-11h20, (du 8/01 au 26/02 et du 11/03 au 15/04)
	vendredi, 10h30-12h20, (du 12/01 au 01/03 et du 15/03 au 12/04)
Local du cours :	B-2416 MIL Sciences pav. B

Devoirs : Vous recevrez 8 devoirs au cours de la session (énoncé téléversée sur StudiUM après le cours du lundi, remise du devoir 7 jours plus tard *en classe*). Un devoir remis en retard vaut ZÉRO, car en général un solutionnaire sera disponible sur StudiUM le jour même de la remise. *La correction va porter sur la validité ainsi que la clarté, lisibilité, etc., de vos solutions.* Vous êtes donc fortement conseillé d'écrire lisiblement, de bien expliquer votre raisonnement, et d'encadrer votre réponse finale dans une $\boxed{\text{boîte}}$ bien visible.

Examen intra : Date proposée: le vendredi, 23 février, 10h30 – 12h30, B-2416 MIL Sciences pav. B.

Examen final (récapitulatif) : Date: le vendredi, 19 avril, 13h30 – 16h30, B-2416 MIL Sciences pav. B.

Évaluation : La note globale sera déterminée par la note aux devoirs et la note aux examens. Pour calculer la note aux devoirs, je laisse tomber le pire des devoirs et prends la moyenne de ceux qui restent. La note globale sera : devoirs (20) + intra (30) + final (50).

Documentation : Mes notes de cours ont été mises sur StudiUM. Pour que le cours fonctionne bien, il est soihaitable que, chaque semaine, vous lisiez les notes de cours sur la matière qui sera étudiée pendant la semaine. Ces notes sont basées (de façon fidèle) sur le livre écrit par Richard MacKenzie (en anglais) sur la théorie des groupes. Une copie pdf du livre a été mise sur StudiUM. M. MacKenzie a dit «Ce document sera en évolution perpètuelle; votre collaboration serait grandement appréciée pour l'identification d'erreurs, points obscures dans le texte, etc. Tous vos commentaires seraient les bienvenues.»

Voici quelques autres références (sur réserve à la Bibliothèque de Physique):

- J.F. Cornwell, *Group theory in physics: an introduction*.
- A.W. Joshi, *Elements of group theory for physicists*.
- W. Ludwig et C. Falter, *Symmetries in physics: group theory applied to physical problems*.
- M. Tinkham, *Group theory and quantum mechanics*.
- W.-K. Tung, *Group theory in physics*.
- E.P. Wigner, *Group theory and its applications to the quantum mechanics of atomic spectra*.

Le temps alloué à chaque sujet (à titre indicatif seulement) est indiqué par un [x] (en heures). Il est fort possible que nous n'ayons pas assez de temps pour discuter de tous les sujets.

1. Préliminaires [1/2]
2. Théorie des groupes abstraits [3 1/2]
   - définition de groupe; exemples.
   - développements: homo/isomorphisme; sous-groupe; classe d'équivalence; sous-groupe invariant; groupe quotient; groupes produit direct et semi-direct.
3. Théorie des représentations [7]
   - définition de représentation; exemples.
   - développements: équivalence; réductible/irréductible; caractères; table de caractères; théorème d'orthogonalité; décomposition d'une rep. réductible en représentations non-équivalentes et irréductibles; représentation régulière; produit direct de représentations.
4. Applications en mécanique quantique [10]
   - discussion générale: symétries et groupes; action de transformation de coordonnées sur l'espace d'Hilbert; groupe de l'équation de Schrödinger.
   - exemples: symétrie sphérique; particules identiques; symétries cachées; spectroscopie des baryons; atome dans environnement cristal.

5. Groupes de Lie [16]
   - groupes discrets infinis.
   - définition de groupe de Lie; exemples.
   - développements: générateurs; connexe/non-connexe; compact/non-compact; algèbre de Lie; constantes de structure.
   - représentations des groupes de Lie: intégration invariante; représentations de l'algèbre de Lie; relation entre algebres et groupes de Lie; exemple: SU(2) et SO(3); variété du groupe
   - SO(3) et rotations; relation avec moment cinétique; représentations non-équivalente et irréductibles et harmoniques sphériques; brisure de SO(3) par un cristal.
   - addition de moments cinétiques; théorème de Wigner-Eckart.
   - SU(3); autres groupes de Lie.
   - L'importance des singulets