

M1 - Fiche descriptive de l'UE : Symétrie en Physique

Année 2024-2025

Intitulé de l'UE : Symétrie en Physique	Code Apogée UE : MU4PY215
	Nombre d'ECTS : 3
Responsable de l'UE :	Nom : Charles ANTOINE Adresse : LPTMC Jussieu Tél : Courriel : charles.antoine@sorbonne-universite.fr
Volumes horaires globaux :	15h de CM + 15h de TD
Période où l'enseignement est proposé :	S2
Localisation des enseignements	Campus Jussieu
Objectifs :	<p>Cette UE transversale est consacrée à la description et à l'utilisation des concepts de symétrie en physique. Différents outils mathématiques seront progressivement introduits au fil du cours, permettant de formuler mathématiquement le concept de symétrie, aussi bien en physique classique qu'en physique quantique. Le cours s'articulera autour de la théorie des groupes finis et de leurs représentations, puis des groupes et algèbres de Lie et de leurs représentations. Des applications physiques variées seront abordées pendant les séances de TD.</p> <p>Les compétences acquises à la fin de cette UE sont essentielles pour tout étudiant souhaitant poursuivre vers un M2 ayant une composante significative en physique théorique.</p>
Pré requis :	Il est indispensable d'avoir des connaissances solides en mécanique quantique et en algèbre linéaire. En revanche, aucune connaissance préalable en théorie des groupes n'est requise.
Thèmes abordés / Notions et contenus :	<p><u>Généralités sur la théorie des groupes</u> : groupe, morphisme de groupe, sous-groupe ; générateurs d'un groupe, groupe cyclique ; classes d'équivalence, groupes quotient ; étude des groupes finis et du groupe symétrique ; action de groupe, orbite et stabilisateur ; présentation d'un groupe.</p> <p><u>Groupes et algèbres de Lie</u> : concepts de base, générateurs, algèbre de Lie ; connexité, compacité, (semi)simplicité, tenseur et forme de Cartan-Killing.</p> <p><u>Représentations</u> : définition ; sous-espace invariant, représentations réductibles et irréductibles ; lemme de Schur ; produit tensoriel et décomposition en composantes isotypiques ; représentation régulière ; groupes finis et table des caractères ; représentations des groupes et algèbres de Lie.</p> <p><u>Les groupes SO(3) et SU(2)</u> : définition et caractérisations de SO(3) et SU(2) ; algèbre de Lie $\mathfrak{su}(2)$; morphisme de SU(2) vers SO(3) ; topologie et notion de groupe de recouvrement ; représentations de SU(2) ; angles d'Euler et matrices de rotation ; transformation des états et observables sous une rotation ; représentations projectives de SO(3) et théorème de Wigner.</p>

Compétences attendues à la fin de l'UE :	Maîtriser les concepts de base de la théorie des groupes et de leurs représentations (groupes finis, groupes et algèbres de Lie). Savoir les mettre en œuvre dans l'étude de systèmes classiques ou quantiques.
Ouvrages de référence :	<ul style="list-style-type: none"> - Ancien cours de J.-B. Zuber : www.lpthe.jussieu.fr/~zuber - <i>Groupes et symétries</i>, Y. Kosmann-Schwarzbach, Éditions de l'École Polytechnique, 2006. - <i>Physics from symmetry</i>, Jakob Schwichtenberg, Springer, 2018. - <i>Group Theory in a Nutshell for Physicists</i>, Anthony Zee, Princeton University Press, 2016. - <i>Representation theory</i>, William Fulton & Joe Harris, Springer 2004.
Modalités d'évaluation :	<p>2 notes de contrôle continu (CC1 et CC2)</p> <p>Note finale session 1 = SUP (0.5*CC1 + 0.5*CC2, CC2)</p> <p>Note finale session 2 = SUP (0.5*CC1 + 0.5*CC2', CC2')</p>
Barèmes (Apogée) :	Écrit : 100 /100