

5.00 crédits


30.0 h

Q2

Cette unité d'enseignement bisannuelle est dispensée en 2022-2023

Enseignants	Walmsley Hagendorf Christian ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Avoir suivi LPHYS2132, LPHYS2113 et LPHY2114 constitue un atout.
Thèmes abordés	L'unité d'enseignement traitera des principaux concepts et outils communs à la théorie quantique des champs et à la physique statistique : intégrales de chemins et intégrales fonctionnelles, développements perturbatifs et diagrammes de Feynman, théorie de la renormalisation et le groupe de renormalisation de Wilson. Elle présentera des applications à des problèmes de physique statistique et théorie de la matière condensée.
Acquis d'apprentissage	<p><b>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</b></p> <p><b>a. Contribution de l'activité au référentiel AA du programme (PHYS2M et PHYS2M1)</b> 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 5.4</p> <p><b>b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme</b></p> <p>À la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>' appliquer l'intégrale de chemin pour résoudre des problèmes en mécanique quantique et mécanique statistique ;</li> <li>' dériver des règles de Feynman et construire une théorie des perturbation d'une théorie des champs par quantification par intégrale fonctionnelle ;</li> <li>' appliquer la théorie de renormalisation perturbative afin de déterminer des exposants critiques ;</li> <li>' appliquer les principales idées du groupe de renormalisation de Wilson à des systèmes de physique statistique.</li> </ol>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	L'évaluation se fait sur base d'un examen oral. L'étudiant y présentera dans le cadre d'un exposé un travail d'approfondissement d'un problème physique ou mathématique relié à la matière de l'unité d'enseignement. On y teste la connaissance et la compréhension des notions vues au cours, la capacité de l'étudiant de les appliquer à un nouveau problème et ses capacités de présenter ses connaissances de manière cohérente par un exposé oral.
Méthodes d'enseignement	L'activité d'apprentissage est constituée par des cours magistraux. Ils visent à introduire les concepts fondamentaux de la théorie statistique des champs et, en établissant des résultats, à montrer leurs liens réciproques et leurs relations avec d'autres cours du programme de master en sciences physiques.
Contenu	<p>L'objectif de la théorie statistique des champs est de décrire le comportement d'un système au voisinage d'un point critique par des méthodes de la théorie quantique des champs (euclidienne). Le principal objectif de l'unité d'enseignement est de donner une introduction à cette approche et de présenter surtout la théorie de la renormalisation dans un cadre de physique statistique. L'approche suivie est basée sur la quantification par intégration fonctionnelle.</p> <p>L'unité d'enseignement tentera à aborder les sujets suivants:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Intégrale de chemin et intégrales fonctionnelles</b> : intégrale de chemin pour la particule en une dimension — dérivation, généralisation à plusieurs degrés de liberté, observables et fonctions de corrélation, systèmes à température finie — théorie euclidienne, mécanique quantique euclidienne et physique statistique, systèmes de bosons et fermions.</li> <li>2. <b>Quantification du champ libre par intégrale fonctionnelle</b> : champs libre et la limite d'échelle du modèle gaussien, fonctions de corrélations et propagateurs, théorème de Wick.</li> <li>3. <b>Rappels de la théorie des phénomènes critiques</b> : transitions de phase et universalité, exposants critiques, de l'approximation du champ moyen à la théorie de Landau, dimension critique, phénomènes critiques et théories des champs euclidiennes, systèmes magnétiques.</li> </ol>

	<p>4. <b>Le modèle <math>\phi^4</math> : théorie des perturbations</b> : intégrale fonctionnelle pour la théorie <math>\phi^4</math>, développement perturbatif et règles de Feynman, combinatoire des diagrammes de Feynman, graphes connexes et irréductibles, fonctions de corrélation et diagrammes connexes, action effective.</p> <p>5. <b>Le modèle <math>\phi^4</math> : renormalisation à une boucle</b> : divergences ultraviolettes et régularisation UV, renormalisation en <math>d = 4</math>, échelles de soustraction, dimension anormales, fonctions beta, renormalisation en <math>d &lt; 4</math> : développement en epsilon, flot du groupe de renormalisation.</p> <p>6. <b>Le groupe de renormalisation de Wilson</b> : principe des transformation du groupe de renormalisation, flot du groupe de renormalisation dans l'espace des Hamiltoniens, exemples de physique statistique (modèle gaussien sur réseau, Ising et décimation de Migdal-Kadanoff), points fixes et variétés critiques, linéarisation et exposants critiques.</p>
Ressources en ligne	Le site MoodleUCL de l'unité d'enseignement contient un plan détaillé de l'unité d'enseignement et une bibliographie.
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Cardy, <i>Scaling and renormalisation in statistical physics</i>. Cambridge lecture notes in statistical physics (1996).</li> <li>• F. David, <i>Théorie statistique des champs</i>. EDP Sciences (2019).</li> <li>• G. Parisi, <i>Statistical field theory</i>. Addison-Wesley (1988).</li> <li>• J. Zinn-Justin, <i>Intégrale de chemin en mécanique quantique : introduction</i>. EDP Sciences (2003).</li> <li>• J. Zinn-Justin, <i>Quantum field theory and critical phenomena</i>. Oxford Science Publications (1996).</li> </ul>
Faculté ou entité en charge:	PHYS

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [60] en sciences physiques	PHYS2M1	5		
Master [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		