


6.00 crédits

45.0 h + 30.0 h

Q2

Enseignants	Hagendorf Christian ;
Langue d'enseignement	Français > English-friendly
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Il est recommandé que l'étudiant maîtrise les notions de mécanique hamiltonienne telles que développées dans cours LMAT1261, de thermodynamique telles que développées dans le cours LPHYS1114 et les bases de la mécanique quantique telles que développées dans le cours LPHYS1241.
Thèmes abordés	Cette unité d'enseignement consiste en une introduction aux concepts et méthodes de la physique statistique à l'équilibre et hors équilibre.
Acquis d'apprentissage	<p><b>a. Contribution de l'activité au référentiel AA du programme</b> 1.1, 1.3, 1.4, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6</p> <p><b>b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme</b></p> <p>Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>' décrire des systèmes macroscopiques par les méthodes probabilistes de la physique statistique dans le cadre des ensembles microcanonique, canonique et grandcanonique, et en déduire des lois macroscopiques/thermodynamiques ;</li> <li>' traiter des systèmes de particules en interaction par l'approximation du champ moyen ;</li> <li>' comprendre les effets des statistiques quantiques sur la physique de systèmes constitués de fermions et bosons ;</li> <li>' analyser l'évolution d'un système vers l'équilibre par l'équation maîtresse ; décrire des phénomènes de transport élémentaires.</li> </ul> <p>-----</p> <p><i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i></p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p><b>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.</b> L'évaluation se fait sur base d'un examen écrit et d'une évaluation continuée menée durant le quadrimestre.</p> <p>L'examen porte sur les concepts fondamentaux de la physique statistique et leurs applications à des problèmes de la physique atomique, de l'état solide, de la matière condensée, etc. On y teste la connaissance et la compréhension des notions vues au cours théorique, la capacité de l'étudiant à analyser la physique d'un système macroscopique par le formalisme de la physique statistique, la maîtrise des techniques de calcul et la présentation cohérente de cette analyse.</p> <p>Le résultat de l'évaluation continue servira pour chaque session et ne pourra pas être représenté.</p> <p>Les modalités d'évaluation pourront être adaptées et modifiées en fonction de l'évolution de la pandémie liée au Covid-19.</p>
Méthodes d'enseignement	<p><b>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.</b> Les activités d'apprentissage sont constituées par des cours magistraux et des séances de travaux pratiques.</p> <p>Les cours magistraux visent à introduire les concepts fondamentaux de la physique statistique et, en établissant des résultats, à montrer leurs liens réciproques et leurs relations avec d'autres unités d'enseignement du programme du Bachelier en sciences physiques.</p> <p>Les séances de travaux pratiques visent à présenter les applications de la physique statistique, choisir et utiliser des méthodes de calcul et interpréter les résultats obtenus.</p> <p>Les deux activités se donnent en présentiel.</p>
Contenu	<p>L'objectif de la physique statistique est de déterminer la physique des systèmes à l'échelle macroscopique à partir de lois fondamentales qui gouvernent leurs constituants microscopiques par des méthodes probabilistes. L'objectif de l'unité d'enseignement est de donner une introduction à cette approche pour des systèmes à l'équilibre et hors équilibre.</p> <p>Les contenus suivants sont abordés :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Rappels de thermodynamique</b>: description thermodynamique des systèmes macroscopiques, premier et second principes, potentiels thermodynamiques, équations d'état.</li> <li>2. <b>Fondements de la physique statistique</b>: rappels de probabilité, micro- et macroétats, dénombrement d'états et densité d'états, entropie statistique, l'ensemble microcanonique et le postulat fondamental, relâchement de contraintes et grandeurs thermodynamiques.</li> </ol>

	<p>3. <b>L'ensemble canonique</b> : couplage à un réservoir d'énergie et loi de Gibbs, équivalence des ensembles, applications (théorie cinétique, gaz parfaits poly-atomiques, thermodynamique des oscillateurs et modèle de Debye, rayonnement du corps noir).</p> <p>4. <b>Systèmes de particules en interaction</b> : transition liquide-gaz (expansion en cumulants et de Mayer, équation de van der Waals, construction de Maxwell), transition paramagnétique-ferromagnétique (origine microscopique du magnétisme, modèle de Heisenberg et d'Ising, matrices de transfert), éléments de la théorie du champ moyen.</p> <p>5. <b>L'ensemble grandcanonique et les statistiques quantiques</b>: couplage à un réservoir de particules, statistiques de Fermi-Dirac et Bose-Einstein, gaz de Fermi dégénéré, condensation de Bose-Einstein, applications (semi-conducteurs, étoile de neutrons, hélium-3 et hélium-4).</p> <p>6. <b>L'évolution vers l'équilibre</b>: postulat d'évolution et équation maîtresse, théorème H, équation de Boltzmann et phénomènes de transport dans les fluides.</p>
Ressources en ligne	Le site MoodleUCL de cette unité d'enseignement contient un plan détaillé de l'unité d'enseignement ainsi qu'une bibliographie complète, les énoncés des exercices des travaux pratiques et une collection de sujets d'examens des années passées.
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet , Éléments de physique statistique. Hermann (2001).</li> <li>• M. Kardar, Statistical physics of particles. Cambridge University Press (2007).</li> <li>• H. Krivine, J. Treiner, La physique statistique en exercices. Vuibert (2008).</li> <li>• F. Reif, Fundamentals of thermal and statistical physics. Waveland Inc (2008).</li> <li>• C. Texier, G. Roux, Physique statistique. Des processus élémentaires aux phénomènes collectifs. Dunod (2017).</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
Mineure en physique	MINPHYS	6		
Bachelier en sciences physiques	PHYS1BA	6		