


10.00 crédits

52.5 h + 52.5 h

Q1

Enseignants	Govaerts Jan ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	<p>LPHYS1111 ou unité d'enseignement équivalente dans un autre programme. Avoir suivi et réussi LMAT1121 et LPHYS1112 constitue un atout.</p> <p><i>Le(s) prérequis de cette Unité d'enseignement (UE) sont précisés à la fin de cette fiche, en regard des programmes/formations qui proposent cette UE.</i></p>
Thèmes abordés	<p>Le concept de charges (densité de charge) et de champs électriques, la loi de Coulomb, le potentiel électrique. Introduction de nombreux outils mathématiques (gradient, divergence).</p> <p>Les concepts de conducteur et de capacité, les courants électriques (notion de densité de courant) et la loi d'Ohm (explication physique).</p> <p>Les champs produits par des charges en mouvement, transformation du champ électrique et loi d'Ampère. Définition du champ magnétique par la force de Lorentz, notion de rotationnel, notion de potentiel vecteur et loi de Biot-Savart.</p> <p>Loi de Faraday, concept de force électromotrice, notion de self inductance, courant de déplacement et formulation des Equations de Maxwell au moyen d'équations différentielles.</p> <p>Éléments de circuits en courants alternatifs, circuit RL, LC, RC et RLC. Ondes électromagnétiques et propagation de la lumière. Notion de paquet d'onde, de vitesse de phase et de vitesse de groupe pour les ondes électromagnétiques.</p> <p>Ondes à deux et trois dimensions, polarisation. Guide d'ondes et lignes de transmission. Interférence et diffraction et démontrer la légitimité de l'approche de l'optique géométrique.</p> <p>Champs électriques et magnétiques dans la matière : phénomène de polarisation, concept de champs microscopiques et macroscopiques, champ D, origine du diamagnétisme et du paramagnétisme, magnétisation, champ H, les matériaux ferromagnétiques.</p>
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 (AA du programme)</b></p> <p><b>AA1</b> : 1.1, 1.3, 1.4, 1.5</p> <p><b>AA2</b> : 2.1, 2.2, 2.4</p> <p><b>AA3</b> : 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6</p> <p><b>AA4</b> : 4.3</p> <p><b>AA6</b> : 6.3, 6.4</p> <p><b>b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme</b></p> <p>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>formuler mathématiquement les lois de l'électromagnétisme à partir d'observations expérimentales ;</li> <li>distinguer la complémentarité et les liens entre les ensembles charge- courant, champ E- champ B, potentiels V et A ;</li> <li>reconnaître le caractère relatif de certains concepts fondamentaux comme les champs E et B ;</li> <li>reconnaître la puissance d'une approche réductionniste pour la compréhension fondamentale des phénomènes électromagnétiques ;</li> <li>résoudre des problèmes concrets de l'électromagnétisme en appliquant les lois et les théorèmes abordés ;</li> <li>décrire mathématiquement les phénomènes ondulatoires en physique classique ;</li> <li>distinguer les concepts essentiels associés aux ondes électromagnétiques et des relations qu'ils entretiennent ;</li> <li>identifier et formuler les phénomènes importants d'interférence et de diffraction ;</li> <li>manipuler des dispositifs expérimentaux, réaliser des mesures et en faire l'analyse physique.</li> </ol>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examens écrits : résolution d'exercices, démonstrations de raisonnements théoriques.</li> <li>Exemples de rédaction des rapports de laboratoires.</li> <li>Bref test d'entrée évalué pour chaque laboratoire, si les conditions le permettent.</li> </ul>

Méthodes d'enseignement	<p>Démonstration au tableau, projections de transparents, projection d'animations, réalisation d'expériences lors du cours magistral, réalisation de laboratoires, séances d'exercices.</p> <p>On insiste sur les concepts physiques par leur description mathématique au départ de faits expérimentaux tels que les lois de Coulomb, d'Ampère et de Faraday. On insiste également sur les notions d'invariance et de conservation de plusieurs quantités physiques. L'unification de ces lois physiques au moyen du concept de charge électrique et de l'interaction électromagnétique qui en découle est mise en évidence.</p> <p>Ainsi, contrairement aux cours de physique générale habituellement dispensés en sciences, un accent important est mis sur la relativité entre les champs E et B au travers de transformations de Lorentz simples (dispensées dans le cadre de l'unité d'enseignement LPHY1111, et revisitées pour la cause, dans le cadre de cette unité d'enseignement). On décrit aussi les lois de Maxwell au moyen d'équations différentielles et non au moyen d'équations intégrales. Une approche plus inductive est proposée dans le cadre des laboratoires qui sont réduits en nombre afin de permettre une meilleure intégration de l'approche expérimentale (et d'éviter d'en faire uniquement des formations à la métrologie) en lien avec les concepts théoriques développés au cours.</p> <p>Résolution d'exercices « pédagogiques » ou même de « type examen » lors des cours magistraux et lors des séances d'exercice. On propose en particulier deux types de problèmes : ceux pour lesquels le système physique est à grande symétrie et où les théorèmes intégraux permettent une résolution rapide, et ceux pour lesquels le système est à symétrie moindre mais avec un seul degré de liberté non trivial, où les étudiants sont amenés à manipuler et à élaborer les équations paramétriques afin de résoudre le problème.</p> <p>Les outils proposés sont élaborés au cours, en séances d'exercice et une liste d'exercice avec solution est proposée aux étudiants.</p>
Contenu	<p>L'unité d'enseignement est divisée en différentes sections qui reprennent les différents thèmes abordés :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electrostatique : concept de charges (densité de charge) et de champs, loi de Coulomb</li> <li>2. Potentiel électrique : introduction de nombreux outils mathématiques (gradient, divergence)</li> <li>3. Champs autour des conducteurs : concept de conducteur et de capacité</li> <li>4. Courants électriques : concept de densité de courant, loi d'Ohm (explication physique)</li> <li>5. Le champ de charges en mouvement, transformation du champ électrique, loi d'Ampère</li> <li>6. Le champ magnétique : définition, par la force de Lorentz, notion de rotationnel, notion de potentiel vecteur et loi de Biot-Savart</li> <li>7. Induction électromagnétique et équation de Maxwell. Loi de Faraday, concept de force électromotrice, notion de self inductance, courant de déplacement. Equations de Maxwell</li> <li>8. Éléments de circuits en courants alternatifs, circuits RLC</li> <li>9. Champs électriques dans la matière : polarisation, champs microscopiques et macroscopiques, champ D</li> <li>10. Champs magnétiques dans la matière : origine du diamagnétisme et du paramagnétisme, magnétisation, champ H, les matériaux ferromagnétiques</li> </ol> <p>-----</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Ondes électromagnétiques</li> <li>12. Réflexion</li> <li>13. Modulation, impulsion et paquets d'ondes électromagnétiques</li> <li>14. Ondes électromagnétiques à deux et trois dimensions</li> <li>15. Polarisation de la lumière</li> <li>16. Interférence et diffraction</li> <li>17. Éléments d'optique géométrique</li> </ol>
Bibliographie	<p>Cours de physique de Berkeley. Volume 2 : Electricité et magnétisme.</p> <p>Cours de physique de Berkeley, Volume 3 : Ondes (sections et paragraphes relatifs aux ondes électromagnétiques)</p> <p>En plus des exercices proposés en séances (et au cours), une liste additionnelle d'exercices corrigés est par ailleurs mise à disposition des étudiants via une plateforme Moodle en ligne dédiée à cet enseignement.</p>
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
Bachelier en sciences physiques	PHYS1BA	10	LPHYS1111	
Mineure en physique	MINPHYS	10		