



10.00 crédits	52.5 h + 52.5 h	Q1
---------------	-----------------	----

Enseignants	de Wasseige Gwenhaël ;Lemaitre Vincent ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Il est recommandé que l'étudiant maîtrise les bases de la mécanique classique telles que développées dans les cours LPHYS1111 et LPHYS1113. Avoir réussi LMAT1121 est un atout.
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>  <b>AA1</b> : 1.1, 1.3, 1.4, 1.5  <b>AA2</b> : 2.1, 2.2, 2.4  <b>AA3</b> : 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6  <b>AA4</b> : 4.3  <b>AA6</b> : 6.3, 6.4</p> <p><b>b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme</b>                  A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. formuler mathématiquement les lois de l'électromagnétisme à partir d'observations expérimentales ;</li> <li>2. distinguer la complémentarité et les liens entre les ensembles charge- courant, champ E- champ B, potentiels V et A ;</li> <li>3. reconnaître le caractère relatif de certains concepts fondamentaux comme les champs E et B ;</li> <li>4. reconnaître la puissance d'une approche réductionniste pour la compréhension fondamentale des phénomènes électromagnétiques ;</li> <li>5. résoudre des problèmes concrets de l'électromagnétisme en appliquant les lois et les théorèmes abordés ;</li> <li>6. décrire mathématiquement les phénomènes ondulatoires en physique classique ;</li> <li>7. distinguer les concepts essentiels associés aux ondes électromagnétiques et des relations qu'ils entretiennent ;</li> <li>8. identifier et formuler les phénomènes importants d'interférence et de diffraction ;</li> <li>9. manipuler des dispositifs expérimentaux, réaliser des mesures et en faire l'analyse physique.</li> </ol>

Modes d'évaluation des acquis des étudiants	L'évaluation se fait par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• un examen écrit sur la première partie du cours,</li> <li>• complété d'un examen oral, si la note de l'examen écrit est suffisante</li> </ul> L'examen écrit comprend plusieurs problèmes (similaires à ceux résolus lors des séances de travaux dirigés) et des questions qui visent à évaluer si les concepts et développements présentés dans le cours théorique ont été assimilés (questions de compréhension, démonstrations, etc.). Il peut également inclure des QCM. L'examen oral couvre la deuxième partie du cours ainsi que les laboratoires. La réussite est conditionnée : <ul style="list-style-type: none"> <li>• à l'obtention d'un total des points des deux examens (écrit et oral) supérieur à 10/20</li> <li>• à l'obtention d'une note supérieure à 8/20 à l'examen oral</li> </ul> Les modalités mentionnées ci-dessus sont valables quelle que soit la session.
Méthodes d'enseignement	Les activités d'enseignement comprennent : <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) le cours théorique,</li> <li>(2) les séances d'exercices dirigés,</li> <li>(3) les travaux pratiques en laboratoire,</li> <li>(4) le monitorat.</li> </ol> Il est indispensable de se munir d'une calculatrice scientifique simple aux séances d'exercices dirigés et aux travaux pratiques en laboratoire. L'ensemble de la matière est exposé au cours théorique via des diapositives et notes au tableau. Les concepts fondamentaux sont illustrés par des applications de la vie courante, des petits films ou animations et des expériences. Les exercices dirigés jouent un rôle essentiel pour la compréhension du cours théorique et permettent d'appliquer les notions théoriques vues à des problèmes concrets. 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. 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. 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. La participation aux séances de travaux pratiques en laboratoire est obligatoire. Un test sera par ailleurs proposé avant chaque séance de laboratoire et ce test peut avoir un impact sur la réussite du cours (voir la section sur le mode d'évaluation). Un rapport de laboratoire pourra être rédigé et remis en fin de séance. Celui-ci sera alors corrigé par l'assistant à des fins pédagogiques mais l'évaluation n'aura pas d'influence sur la note finale de l'examen.
Contenu	L'unité d'enseignement est divisée en différentes sections qui reprennent les différents thèmes abordés : <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> ----- <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>
Ressources en ligne	Les diapositives (avec des liens vers les films ou animations projetés au cours théorique), la liste des exercices à résoudre, les supports des travaux pratiques en laboratoire et d'autres documents utiles sont mis à disposition des étudiant.e.s sur le site MoodleUCLouvain du cours.

	Le livre de référence (en Français) étant épuisé, une copie des chapitres du livre se trouvent sur moodleUCL
Bibliographie	
Autres infos	<b>En fonction des conditions sanitaires, les modalités de l'enseignement ET de l'examen pourraient être réévaluées suivant la situation et les règles en vigueur.</b>
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	<a href="#">MINPHYS</a>	10		
Bachelier en sciences physiques	<a href="#">PHYS1BA</a>	10		
Master [120] en enseignement section 4 : mathématiques	<a href="#">MATH2M4</a>	10		