

6.0 crédits

30.0 h + 30.0 h

2q

Enseignants:	Fisette Paul ; Sobieski Piotr (coordinateur) ;
Langue d'enseignement:	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés :	<p>Le cours est divisé en deux parties. La première est une introduction à l'électromagnétisme dans la matière, la seconde aborde la mécanique des corps rigides. Les deux parties prolongent les acquis du cours FSAB 1201. La première partie (2 ECTS) est un exposé progressif des lois de base de l'électromagnétisme, et de leurs applications. Elle poursuit l'introduction aux champs électriques et magnétiques dans le vide et la matière (lois de Biot-Savart et d'Ampère; induction et champ magnétique; circuits magnétiques simples). Elle traite également les phénomènes d'induction magnétique (loi de Lenz-Faraday, notion d'inductance). La seconde partie (4 ECTS) débute par des éléments de géométrie vectorielle à 3 dimensions nécessaires pour représenter les configurations instantanées d'un ou plusieurs corps rigides interconnectés. Elle développe ensuite les outils menant à l'écriture des équations décrivant la dynamique d'un corps rigide (équations de Newton-Euler), puis présente les outils permettant d'appréhender la dynamique de systèmes de corps rigides (coordonnées généralisées). La mise en oeuvre du principe des puissances potentielles permet d'obtenir les équations différentielles décrivant le comportement de ces systèmes, après l'élimination systématique des forces de liaison entre les équations de Newton-Euler. Enfin, elle présente de façon succincte des éléments de statique des corps rigides (méthode des coupures, notions d'iso- et hyper-staticité,...).</p>
Acquis d'apprentissage	<p>Les compétences marquées (*) sont initiées dans LFSAB1202 et appliquées, pour les étudiants FSA11BA, dans le cadre du projet LFSAB1502.</p> <p>a. Acquis d'apprentissage disciplinaires (les nombres entre parenthèses renvoient au axes du référentiel de compétences de l'EPL)</p> <p>À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :</p> <p>1. Pour la partie électricité:</p> <p>(1.1) utiliser les notions vectorielles pour exprimer, dans le vide, les forces d'interaction magnétique entre un champ magnétique et des charges en mouvement ou un courant, ou entre courants (force de Lorentz).</p> <p>(1.1. 1.3) utiliser les lois de Biot-Savart et d'Ampère dans le vide pour calculer le champ magnétique créé par des courants circulant dans des structures à géométrie simple (symétriques) (*).</p> <p>(1.2) calculer la trajectoire d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme et constant.</p> <p>(1.1) distinguer les propriétés magnétiques de différents types de matériaux (dia-, para- et ferromagnétiques) en utilisant la notion de perméabilité magnétique.(*)</p> <p>(1.1) expliquer et interpréter l'effet produit sur l'inductance d'un solénoïde lorsqu'on y introduit un noyau ferromagnétique.(*)</p> <p>(1.1) d'expliquer le phénomène d'hystérésis des matériaux magnétiques et d'utiliser des valeurs de perméabilité magnétique pour le calcul d'inductances ou de circuits magnétiques simples comportant des matériaux magnétiques linéaires et non-linéaires.</p> <p>(1.1) expliquer l'origine des pertes d'énergie qui se produisent en régime variable dans un matériau conducteur ou ferromagnétique.</p> <p>(1.1) d'expliquer et justifier les conditions auxquelles les champs B et H doivent satisfaire à l'interface entre deux milieux différents.</p> <p>(1.1) définir les notions d'inductance et d'inductance mutuelle de structures simples avec et sans noyau ferromagnétique.(*)</p> <p>(1.1) comprendre les lois de Lenz-Faraday exprimant la force électromotrice induite par un flux magnétique variable et les utiliser pour le calcul de générateur de courant alternatif dans des structures géométriques simples (symétriques).(*)</p> <p>(1.1) calculer l'énergie emmagasinée sous forme magnétique dans des circuits et structures simples.</p> <p>(1.2) expliquer le fonctionnement de systèmes électromécaniques simples comme le moteur à courant continu, la dynamo, un transformateur idéal, un électro-aimant simple en manipulant la notion de flux magnétique</p> <p>(1.1) écrire les équations de Maxwell pour le champ électromagnétique sous forme intégrale limitée au cas statique</p> <p>2. Pour la partie mécanique du corps rigide:</p> <p>(1.2) utiliser les outils permettant de manipuler les vecteurs de l'espace vectoriel 3-D associé à l'espace géométrique.</p> <p>(1.2) utiliser la procédure systématique permettant de calculer, de manière tout à fait générale, les dérivées temporelles successives d'un vecteur exprimé dans une base mobile.</p> <p>(1.1) décrire, dans l'espace 3-D, les configurations instantanées d'un ou plusieurs corps rigides interconnectés.</p> <p>(1.2) spécifier les variables caractérisant le comportement dynamique d'un corps modélisé comme un milieu continu (notions de centre de masse, de quantité de mouvement, de moment angulaire, d'énergie cinétique) et les appliquer au cas du corps rigide.</p> <p>(1.2) utiliser et manipuler le concept de matrice d'inertie d'un corps rigide pour exprimer mathématiquement son moment angulaire et son énergie cinétique.</p> <p>(1.2) exploiter certaines propriétés (symétrie, figures planes, ...) pour obtenir facilement la position du centre de masse ainsi que l'expression de la matrice d'inertie d'un corps à géométrie simple ou constitué par assemblage de différents corps à géométrie simple.</p> <p>(1.2) exprimer sous forme vectorielle les équations du mouvement d'un corps rigide soumis à différentes forces (équations de Newton-Euler).</p> <p>(1.2) pour un corps rigide d'abord, pour un système constitué de corps rigides interconnectés ensuite, faire un choix justifié de coordonnées généralisées permettant de décrire de façon optimisée les configurations du système dans l'espace 3-D (ou 2-D).</p> <p>(1.2) pour un corps rigide d'abord, pour un système constitué de corps rigides interconnectés ensuite, exprimer les contraintes holonomes et non holonomes agissant sur les coordonnées (ou vitesses) généralisées et en vérifier l'indépendance.</p>

	<p>(1.1) déterminer le nombre de degrés de liberté dont dispose un tel système.</p> <p>(1.1) faire l'inventaire des forces (et couples) qui influencent le comportement dynamique d'un tel système.</p> <p>(1.2) écrire les équations du mouvement d'un tel système en fonction des coordonnées généralisées et de leurs dérivées.</p> <p>(1.2) mettre en 'uvre le principe des puissances potentielles pour obtenir les équations différentielles décrivant le comportement des systèmes rigides, en évitant le calcul des forces de liaison.</p> <p>(1.1) expliquer les différents types de liaisons et d'appuis statiques, ainsi que les degrés de liberté et contraintes qui y sont associés.</p> <p>(1.1) expliquer les notions d'isostaticité et d'hyperstaticité (totale ou partielle) dans ces systèmes.</p> <p>(1.2) expliquer la méthode des "coupures" pour la détermination d'une force (couple) de liaison "interne" dans le cas des poutres.</p> <p>b. Acquis d'apprentissage transversaux (les nombres entre parenthèses renvoient au axes du référentiel de compétences de l'EPL)</p> <p>3. À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :</p> <p>(4.4, 5.3) préparer un rapport de groupe pour un problème posé (APP);</p> <p>(4.4) débattre en groupe des conditions de validité des modèles théoriques par rapport à une situation donnée ;</p> <p>(5.3) préparer des transparents efficaces pour résumer les résultats d'une démarche ;</p> <p>(5.6) présenter oralement en groupe, et de manière synthétique à l'aide de quelques transparents, devant un auditoire important, les résultats d'un travail de réflexion collectif sur un problème traité en indiquant les éléments théoriques nécessaires et les résultats.</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>Une interrogation de mi-quadrimestre est organisée pour ce cours. Celle-ci est constituée soit d'un questionnaire à choix multiple, soit de petits exercices. Les rapports d'APP peuvent également entrer en compte. Les règles facultaires en vigueur concernant la répartition des points entre interrogation et examen de session sont d'application.</p> <p>Les étudiants sont évalués individuellement et par écrit en session sur base des objectifs particuliers annoncés précédemment. L'examen porte essentiellement sur la résolution de petits problèmes similaires à ceux rencontrés lors de l'apprentissage, et sur certains éléments fondamentaux de théorie.</p> <p>Les étudiants sont également évalués en groupe lors de présentations orales de leur travail au cours magistral. Cette évaluation est formative; en cas de défaillance d'un groupe, une évaluation certificative orale est organisée pour ce groupe.</p>
Méthodes d'enseignement :	<p>a. Dispositif :</p> <p>Le cours est organisé</p> <ol style="list-style-type: none"> autour de séances d'apprentissage par problème (APP) qui précèdent des cours de restructuration; autour de séances d'apprentissage par exercices, qui suivent ces cours. autour de cours magistraux incluant de temps à autre des résultats de recherches et des démonstrations « en life » d'expériences en Physique. Durant la première semaine, une formation à la réalisation de transparents efficaces est organisée.
Contenu :	<p>Partie 1 : électromagnétisme dans la matière 1.1 Magnétostatique dans le vide 1.2 Magnétostatique dans la matière 1.3 Phénomènes d'induction magnétique</p> <p>Partie 2 : mécanique du corps rigide 2.1 Géométrie vectorielle et cinématique 3D 2.2 Caractérisation dynamique d'un corps rigide 2.3 Dynamique de systèmes de corps rigides (Equations de Newton-Euler) 2.4 Obtention des équations différentielles du mouvement 2.5 Statique de systèmes de corps rigides</p> <p>Méthodes : Apprentissage par problèmes, apprentissage par exercices, cours magistraux</p>
Bibliographie :	<p>Support de cours :</p> <p>Les livres de référence sont :</p> <ol style="list-style-type: none"> une version récente du livre de H. D. Young et R. A. Freedman, University Physics with Modern Physics, Addison Wesley: San Francisco. Avec ce livre, les étudiants ont droit à une licence leur permettant également un accès en ligne (sur www.masteringphysics.com) à des exercices supplémentaires, des tests et des questions à choix multiples gérés par l'enseignant. SymbolicModelingofMultibodySystems, Jean-Claude Saminet Paul Fiset, Kluwer Academic Publisher, 2003. <p>Les énoncés des problèmes, exercices et laboratoires, ainsi que la solution de certains d'entre eux, ainsi que les questionnaires des évaluations passées, avec leur corrigé, sont disponibles sur le site web du cours.</p> <p>Des photocopiés des transparents des cours de restructuration sont disponibles.</p>
Cycle et année d'étude :	<p>> Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil architecte</p> <p>> Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil</p>
Faculté ou entité en charge:	BTCI