

METHODES DE PHYSIQUE THEORIQUE (PHQ 505)

COURS

Titre: Méthodes de physique théorique
Sigle: PHQ 505
Crédits: 3

PROFESSEUR

Nom: Claude Bourbonnais
Bureau: 1080
Courriel: cbourbon@physique.usherb.ca

PLACE DU COURS DANS LE PROGRAMME

Type de cours: optionnel

Cours préalables: Compléments de mathématiques (MAT-297)

MISE EN CONTEXTE DU COURS

Une importante partie des activités de physique théorique est consacrée à l'étude des équations différentielles servant à décrire le comportement de nombreux phénomènes dans des milieux continus. Le cours de méthodes de physique théorique constitue une synthèse des principaux outils servant aux solutions d'équations différentielles du second ordre, aux propriétés générales de ces solutions dans le plan complexe, ainsi qu'à leurs nombreuses applications dans divers domaines de la physique. Ce cours apparaît maintenant plus tôt dans le programme de premier cycle afin de favoriser une meilleure intégration des contenus des autres cours tant obligatoires qu'optionnels.

OBJECTIFS

Objectifs généraux:

- Élaborer et mettre en oeuvre une stratégie de solution théorique à une situation particulière en physique des milieux continus

Objectifs spécifiques

A la fin du cours de PHQ 505, l'étudiant devrait être capable de:

- expliquer les propriétés des fonctions analytiques
- traiter la solution de problèmes bi-dimensionnels dans le plan complexe
- utiliser le théorème des résidus pour l'intégration dans le plan complexe, la sommation des séries ainsi que pour les divers types de transformées
- classer les principales équations différentielles à une variable et établir des liens avec des fonctions orthogonales
- manier les coordonnées curvilignes et la technique de séparation de variables pour les équations différentielles à dérivées partielles.

PLAN DE LA MATIERE

La matière est distribuée sur 13 semaines effectives de cours. La répartition donnée ci-dessous n'est qu'approximative et doit être considérée comme un guide.

Première partie (6 semaines)

- Variables complexes et propriétés des fonctions analytiques, conditions Cauchy-Riemann, singularité, pôles.
- Intégration dans le plan complexe, théorème et formule intégrale de Cauchy. Développement de Taylor et série de Laurent. Types de singularités dans le plan complexe, fonctions méromorphes, points de ramification (branchement), coupures
- Théorème des résidus, valeur principale de Cauchy, lemme de Jordan. Applications à divers types d'intégrales dans le plan complexe. Sommation des séries
- Transformée de Fourier, transformée de Laplace, théorème de convolution, causalité, transformée de Hilbert, fonctions de réponse et relations de Kramers-Krönig. Applications (relaxation dipolaire, ...).
- Méthode d'intégration du col, approche WKB en mécanique quantique.

Deuxième partie (7 semaines)

- Introduction aux diverses équations différentielles en physique

- Coordonnées curvilignes orthogonales
- Solutions d'équations du deuxième ordre à une variable, méthode du Wronskian et solutions indépendantes, solution inhomogène, points singuliers, équation indicelle, classement
- Technique de séparation de variables, applications (atome d'hydrogène, membrane circulaire, ...)
- Problème de Sturm-Liouville et fonctions orthogonales
- Fonctions spéciales diverses
- Fonctions de Green*

METHODES PEDAGOGIQUES

- Exposé magistral
- Questions durant l'exposé et résolutions de problèmes sous forme de devoirs.

EVALUATION

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Moyens d'évaluation: | Devoirs et deux examens. |
| 2. Type de questions: | Problèmes à résoudre,
questions à développement. |
| 3. Pondération: | 30/100: devoirs
30/100: intra
40/100: final. |
| 4. Moments prévus pour l'évaluation: | Dates fixées par la faculté. |
| 5. Critères d'évaluation: | Vérification des connaissances,
de leur compréhension et leur
application. |

BIBLIOGRAPHIE

- 1- *Mathematical methods for physicists, sixth edition*, G. B. Arfken and H. J. Weber, Elsevier (2005) (en référence).
- 2- *Mathematical methods for physics and engineering, seconde édition*, K. F. Riley, M. P. Hobson et S. J. Bence, Cambridge (2002).
- 3- *Methods of Theoretical Physics*, P. M. Morse and H. Feshbach, McGraw-Hill, Parts I and II.
- 4- *Variables complexes*, M. R. Spiegel, Série Schaum, 1985.
- 5- *Graduate Mathematical Physics*, James. J. Kelly, Wiley-VCH, 2006.
- 6- *Mathematical Methods in the Physical Sciences, third edition*, Mary L. Boas, Wiley, 2006.
- 7- *Mathematical Physics*, Eugene Butkov, Addison-Wesley, 1968.
- 8- *Mathematical Physics, a modern introduction to its foundations*, Sadri Hassani, Springer, 2006.
- 9- *Mathematical methods for physicists, a concise introduction*, Tai L. Chow, Cambridge university press, 2000.
- 10- *A guided tour of mathematical methods for the physical sciences, second edition*, Roel Snieder, Cambridge, 2004.
- 11- *Basic Training in Mathematics, a Fitness Program for Science Students*, R. Shankar, Plenum Press, New York (1995).
- 12- *Differential Equations with applications and historical notes*, G. F. Simmons, Int. series in pure and applied mathematics, McGraw Hill, (1972).
- 13- *Mécanique Quantique (Tomes I,II)*, Cohen-Tannoudji, Diu et Laloe, Ed. Hermann (1973).