Coordonnées :

Sigle du cours : PHY3510

Titre du cours : Magnétisme et supraconductivité

Semestre : Hiver 2024

Professeur : Andrea Bianchi

Courriel : andrea.bianchi@umontreal.ca

Bureau : B-4421

Téléphone : (514) 998-8300

Préalables :

PHY2441 : Optique et ondes électromagnétiques

Manuels obligatoires :

Livre : James F. Annett, « Superconductivity, Superfluids, and Condensates », Oxford Master Series in Condensed Matter, (Oxford University Press, 2004).

Livre : Stephen Blundell, « Magnetism in Condensed Matter », Oxford Master Series in Condensed Matter, (Oxford University Press, 2001).

Autres manuels à consulter :

Cette liste vous donne aussi une bonne gamme des livres que vous pouvez consulter si vous êtes éventuellement engagé en recherche sur ces sujets.

- L. D. Landau and E. M. Lifshitz « Electrodynamics of Continous Media », Course in Theoretical Physics, Vol. 8, (Pergamon Press, 1984).
- L. D. Landau and E. M. Lifshitz «Statistical Physics », Course in Theoretical Physics, Vol. 9, Parts I & II, (Pergamon Press, 1984).
- P. G. de Gennes « Superconductivity of Metals and Alloys », Advanced Book Classics (Westview Press, Perseus, 1999).
- Werner Buckel and Reinhold Kleiner « Superconductivity: Fundamentals and Applications », 2^{edn} and enlarged edition, (WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., 2004).
- D. Saint-James, G. Sarma, and E. J. Thomas « Type II Superconductivity », International series of monographs in natural philosophy (Pergamon Press, 1969).
- P. Fazekas, « Lecture Notes on Electron Correlations and Magnetism », Series in Modern Condensed Matter Physics, Vol. 5, (World Scientific, 1999).
- K. Yoshida « Theory of Magnetism » Springer Series in Solid-State Sciences Vol. 122, (Springer, 1996).

- R. Skomski « Simple Models of Magnetism », Oxford Graduate Texts, (Oxford University Press, 2008).
- B. Coqblin « The Electronic Structure of Rare-Earth Metals and Alloys: The Magnetic Heavy Rare-Earths », (Academic Press, 1977).
- « Magnetism », G. T. Rado and H. Suhl Eds., Vols. 1–5, (Academic Press, 1963).
- T. Moryia, «Spin Fluctuations in Intinerant Electron Magnetism », Springer Series in Solid-State Sciences Vol. 56, (Springer, 1985).
- Des documents d'appui seront aussi distribués en cours et rendus disponibles sur StudiUM.

Pour ce cours nous allons utiliser la technique qui s'appelle "*classe inversée*" et de "*instruction par les paires*" qui est fortement promulgué par Eric Mazur de Harvard.

Le choix de cette technique provient qu'elle est beaucoup plus interactive pour les étudiants(es). De plus, plusieurs études scientifiques ont démontré clairement qu'elle donne de meilleurs résultats que des cours magistraux. Pour plus d'information sur l'efficacité de la méthode, visitez le site web de Perusall. Ce site est aussi le nom du logiciel que nous allons utiliser. Donc, vous allez devoir vous créer un compte Perusall et vous inscrire au cours avec le code du cours

Donc, vous allez devoir vous créer un compte Perusall et vous inscrire au cours avec le code du cours **BIANCHI-9FFPZ**.

L'idée générale est que vous lisez et commentez les textes avant chaque session. Ensuite, vous échangerez avec vos paires dans le babillard de Perusall. Avec les lectures déjà travaillées, vous participerez activement lors des séances de classes. Je peux voir vos interactions ce qui me permet d'adresser les points qui ont généré de confusion et qui n'étaient pas bien clair. Ensuite je vais adresser ces points en particulier dans la prochaine classe et de concentrer mes efforts surtout sur ces sujets. De plus, votre participation va compter pour 20 % de votre grade.

Ne paniquez pas, ça va bien aller!

Sujets :

Certains sujets traités seront hors évaluation, c'est-à-dire que les concepts abordés seront utilisés dans le cours mais que les développements mathématiques requis ne seront pas sujets à évaluation. La durée allouée à chaque sujet n'est là qu'à titre indicatif.

Supraconductivité

1 **Supraconductivité** [3 heures]
Effet Meissner-Ochsenfeld, supraconductivité de type I & II, équations de London

2 **Modèle de Ginzburg-Landau** [8 heures]
Énergie de condensation, théorie de Ginzburg-Landau pour les transitions de phase dans des systèmes homogènes et inhomogènes, effet isotopique, contribution de la surface, symétrie de jauge et brisure de symmètrie, quantification du flux, réseau de vortex d'Abrikosov.

3 **Théorie BCS** Solution par champ moyen de l'interaction électron-phonon. [4 heures]

4 **Supraconductivité non conventionnelle** [4 heures]
Fermions lourds, supraconducteurs à température élevée, pnictures de fer.

Magnétisme

5 **Moments magnétiques libres** [4 heures]
Atomes dans un champ magnétique, susceptibilité magnétique, diamagnétisme, paramagnétisme, règles de Hund pour l'état fondamental

6 **Interactions** [4 heures]
Échange dipolaire, échange direct, échange double.

7 **Ordre et structures magnétiques** [8 heures]
Ferromagnétisme, antiferromagnétisme, ordre helicoïdal, verres de spin, expériences pour mesurer l'ordre magnétique: susceptibilité, aimantation, diffusion neutronique.

8 **Ordre et symétries brisées** [8 heures]
Brisure de symmétrie, modèles divers, transitions de phase, rigidité, excitations, domaines magnétiques.

Évaluation :

Perusall :	20 %
Devoirs :	20 %
Examen intra :	30 % **à determiner**
Examen final :	30 % **30 avril 2023, 8:30-11:30**, Salle B2061 du Pav. MIL.