

## PHQ 444 : Physique Statistique II

### Professeur

Nom :	Ion Garate
Bureau :	D2-1070
Tél. :	821-8000 (poste 66486)
Courriel :	ion.garate@usherbrooke.ca

### Chargé de cours

Nom :	Jorge Ramírez Ruiz
Bureau :	D2-2052
Tél. :	821-8000 (poste 63085)
Courriel :	jorge.eduardo.ramirez.ruiz@usherbrooke.ca

## 1 Objectifs

---

La physique statistique constitue, avec la mécanique quantique et la relativité, l'un des piliers de la physique moderne. Elle explique le comportement des systèmes macroscopiques (incluant un très grand nombre de particules) à partir de leurs propriétés microscopiques. Ainsi, la physique statistique permet de comprendre une variété surprenante de phénomènes fondamentales dans les domaines des matériaux, de l'information, de l'astrophysique, de l'économie, etc.

Ce cours constitue une continuation de PHQ 344. Comme tel, il vise à approfondir la physique statistique et à compléter la description statistique des systèmes à l'équilibre thermodynamique. Il a comme but de vous faire maîtriser les fondements des principales distributions statistiques, et de vous rendre aptes à appliquer ces statistiques à divers problèmes dans différents domaines de la physique.

## 2 Plan de cours

---

### 1.- Équilibre thermodynamique

- 1.a) Conditions générales d'équilibre.
- 1.b) Conditions de stabilité.
- 1.c) Équilibre entre plusieurs phases de la matière. L'équation de Clausius-Clapeyron.
- 1.d) Équilibre chimique.

### 2.- Ensembles statistiques

- 2.a) Ensemble microcanonique.
- 2.b) Ensemble canonique.
- 2.c) Ensemble grand canonique.

### 3.- Statistiques quantiques

- 3.a) Gaz parfaits. Particules identiques et exigences de symétrie.
- 3.b) Statistique de Fermi-Dirac.
- 3.c) Statistique de Bose-Einstein.
- 3.d) Statistique des photons.
- 3.e) Statistique de Maxwell-Boltzmann.
- 3.f) États quantiques individuels d'un gaz parfait.

### 4.- Gaz parfait dans la limite classique

- 4.a) Fonction de partition et propriétés thermodynamiques. Théorème d'équipartition. Formule de Sackur-Tetrode.
- 4.b) La longueur d'onde thermique de de Broglie.

4.c) Théorie cinétique des gaz dilués.

#### 5.- Gaz parfait de fermions

5.a) Électrons dans un métal.

5.b) Gaz de Fermi dégénéré.

5.c) Chaleur spécifique.

5.d) Paramagnétisme de Pauli.

#### 6.- Gaz parfait de bosons

6.a) Gaz de **photons**. Loi du rayonnement de Planck. Loi de Stefan-Boltzmann. Pression de rayonnement. Rayonnement fossile. Émission de rayonnement. Émission induite : coefficients d'Einstein.

6.b) Gaz de **phonons**. Chaleur spécifique des solides : modèles d'Einstein et de Debye.

6.c) Gaz de bosons dont le nombre est conservé. Condensation de Bose-Einstein.

#### 7.- Systèmes de particules en interaction

7.a) Gaz non-parfait. L'équation de van der Waals.

7.b) Interactions entre spins. Modèles d'Heisenberg et Ising. Théorie du champ moyen. Ferromagnétisme

7.b) Travail magnétique. Réfrigération magnétique.

7.c) Supraconductivité.

#### 8.- Systèmes hors d'équilibre

8.a) Théorie cinétique des processus de transport.

8.b) Temps de collision, viscosité, section efficace.

8.c) Conductivité thermique, diffusion et conductivité électrique.

8.d) Équation de Boltzmann.

### 3 Méthode pédagogique

---

1. Exposés magistraux et questions par les étudiants. Ces exposés auront lieu les **mardis de 8h30 à 10h30** et les **jeudis de 8h30 à 9h30**, au **D3-2033**.
2. Exercices (5 devoirs). Les devoirs seront remis en équipes de deux étudiants et corrigés seulement en partie. La collaboration avec d'autres équipes est admise, mais elle doit être intelligente et non aveugle. Une présentation de qualité est requise.
3. Travaux dirigés. Le chargé d'exercices solutionnera des problèmes, dont ceux tirés des exercices qui sembleront avoir présenté des difficultés particulières. Ces sessions auront lieu les **jeudis de 9h30 à 10h30**, au **D3-2033**.
4. Les devoirs et leurs solutions seront affichés sur Moodle.

### 4 Évaluation

---

1. Un examen partiel (entre le 18 juin et le 29 juin) , comptant pour 40% de la note finale.
2. Un examen final (entre le 7 août et le 17 août), comptant pour 40% de la note finale.
3. Les exercices, comptant pour 20% de la note finale.

### 5 Bibliographie

---

1. Livre recommandé : F. Reif, *Fundamentals of Statistical and Thermal Physics*, McGraw-Hill, 1965.
2. Livre de référence : B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer et B. Roulet, *Physique Statistique*, Hermann, 1996.
3. Livre de référence (à peine utilisé) : N. Ngô et C. Ngô, *Physique Statistique*, Masson, 1988.

---

## L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!

---

### Extrait du Règlement des études

#### 8.1.2 Relativement aux activités pédagogiques

L'expression délit désigne d'abord tout acte ou toute manœuvre visant à tromper quant au rendement scolaire ou quant à la réussite d'une exigence relative à une activité pédagogique.

Sans restreindre la portée générale de ce qui précède, est considéré comme un délit :

- a) la substitution de personnes ou l'usurpation d'identité lors d'une activité évaluée ou obligatoire;
- b) le plagiat, soit le fait, dans une activité évaluée, de faire passer indûment pour siens des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui;
- c) l'obtention par vol ou par toute autre manœuvre frauduleuse de document ou de matériel, la possession ou l'utilisation de tout matériel non autorisé avant ou pendant un examen ou un travail faisant l'objet d'une évaluation;
- d) le fait de fournir ou d'obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour un examen ou un travail faisant l'objet d'une évaluation;
- e) le fait de soumettre, sans autorisation préalable, une même production comme travail à une deuxième activité pédagogique;
- f) la falsification d'un document aux fins d'obtenir une évaluation supérieure dans une activité ou pour l'admission à un programme.

### Par plagiat, on entend notamment :

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets
- Reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire
- Utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources
- Résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source
- Traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets
- Utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord)
- Acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien
- Utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat)

---

## Autrement dit : mentionnez vos sources.

---