

# 3PN3080 - Lumière et chaleur à basse échelle

Responsables : **Thomas ANTONI**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **45**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **27**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

---

## Présentation, objectifs généraux du cours :

Quel est le comportement de lumière en dessous de sa longueur d'onde ? Qu'est-ce que la chaleur à l'échelle d'une molécule ? Quelle est l'influence de leur nature quantique ? Ce cours transmet aux élèves les connaissances de base sur la physique de la chaleur et de la lumière aux échelles les plus basses actuellement accessibles. En effet, à de telles dimensions elles révèlent de riches propriétés à forts potentiels technologiques. Les aspects fondamentaux seront exposés et placés dans ces perspectives d'applications.

## Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SM11

## Prérequis :

Aucun.

## Plan détaillé du cours (contenu) :

Chaleur :

- Fluctuations et dissipation dans la matière condensée
- Conduction : les phonons et le transport thermique
- Rayonnement thermique : du macro au nano
- Relaxation Brownienne dans les liquides
- Systèmes désordonnés

Lumière :

1. Introduction & rappels
  - 1.1. Rappels
  - 1.2. Approche algébrique de l'électromagnétisme
  - 1.3. Miroirs plus petits que la longueur d'onde (étude de cas)
2. Cristaux photoniques
  - 2.1. Position du problème
  - 2.2. Forme des modes

2.4. Filtrage d'un laser pour la détection de polluants (étude de cas)

2.5. Mesure du champ dans une cavité (illustration)

3. Polaritons de surface

3.1. Un peu de contexte

3.2. Modèles de permittivité

3.3. Solutions des équations de Maxwell

3.4. Détektivité d'une caméra à puits quantique (étude de cas)

3.5. Mesure de la relation de dispersion d'une onde de surface (illustration)

4. Optomécanique

4.1 Pression de radiation

4.2 Observation du régime quantique

4.3 Refroidissement optique

4.4 Limite quantique standard

## Déroulement, organisation du cours :

Cours magistral.

## Organisation de l'évaluation :

Examen écrit.

## Moyens :

Cours magistral.

## Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

À l'issue de ce cours, les élèves auront une vue d'ensemble des enjeux, phénomènes, méthodes et applications liés à ces domaines, et seront à même de transférer les connaissances acquises vers d'autres aspects non abordés durant le cours.

## Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

(C1.1) Study a problem as a whole, the situation as a whole.

(C1.2) To identify, formulate and analyze a problem in its scientific, economic and human dimensions.

(C1.3) Use and develop appropriate models, choose the right scale of modeling and relevant simplifying assumptions to address the problem.

(C1.4) Solve the problem with a practice of approximation, simulation and experimentation.

(C1.6) Mobilize a broad scientific and technical base in the framework of a transdisciplinary approach.

(C2.1) To have deepened a field or a discipline related to the basic or engineering sciences, to have transposed to other disciplinary fields, to generalize knowledge.

Identify and rapidly acquire new knowledge and skills needed in relevant fields, whether technical, economic or other. To create knowledge, in a scientific approach.

(C7.1) Convince in substance. Be clear about objectives and expected results. Be rigorous about the hypotheses and the approach. Structure ideas and argumentation. Highlight the value created.

## Bibliographie :

Partie lumière :

- Polycopié
- John D. Joannopoulos, Steven G. Johnson, Joshua N. Winn et Robert D. Meade : Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. Princeton University Press, 2nd édition, 2008.