

2º SEMESTRE DE 2025

FI254 – Tópicos de Óptica e Fotônica I

Turma A

Horário

Terça – 8h às 10h na sala IF15

Sexta – 8h às 10h na sala IF15

Créditos

4

Docente

Felippe Alexandre Silva Barbosa

Gustavo Silva Wiederhecker

Thiago Pedro Mayer Alegre

Pré-Requisitos

Graduação: O público-alvo são estudantes do último ano portanto Eletromagnetismo II (F 602) e Mecânica Quântica I (F689).

Ementa

O curso aborda fundamentos teóricos e aplicações avançadas de óptica não linear e óptica quântica, com ênfase em dispositivos fotônicos integrados baseados em guias de onda e cavidades ópticas. Serão revisadas as equações de Maxwell na matéria, os princípios físicos de propagação em guias de onda e modos ressonantes em cavidades ópticas. No âmbito da óptica não linear, serão estudados efeitos paramétricos e não paramétricos, acoplamento de modos e teoria de perturbação. A parte quântica do curso inclui a quantização do campo eletromagnético, análise de estados quânticos da luz (coerentes, comprimidos, emaranhados etc.) e a descrição quântica de processos de detecção e de elementos ópticos como espelhos, divisores de feixe, interferômetros, lâminas de onda e fotodiodos. O curso combina fundamentos de mecânica quântica não relativística com aplicações contemporâneas em fotônica integrada.

Objetivos

Neste curso trataremos de aspectos básicos e avançados de ótica não-linear e ótica quântica, com foco especial em dispositivos fotônicos integrados compostos por guias de onda e cavidades ópticas. Faremos uma revisão geral equações de Maxwell na matéria, guias e cavidades ópticas; princípios de óptica não-linear e mecânica quântica não-relativística. Também trataremos de tópicos mais específicos como teoria de perturbação e acoplamento de modos; processos não-lineares paramétricos e não-

paramétricos; quantização do campo eletromagnético; estados quânticos da luz (coerentes, emaranhados, comprimidos, dentre outros) e descrição quântica de fotodetectores e de diversos elementos óticos (fotodiodos, lâminas de onda, espelhos, interferômetros, dentre outros).

O curso será estruturado de maneira a explorar tanto aspectos fundamentais como aspectos mais aplicados e será ministrado em conjunto pelos professores Felipe Barbosa, Gustavo Wiederhecker e Thiago Alegre.

O público alvo são alunos de pós-graduação e alunos de graduação (em nível avançado) interessados em óptica não-linear, óptica quântica e fotônica integrada.

Programa

O curso será dividido em três módulos dado por cada professor responsável abordando os seguintes temas (ou correlatos):

- Revisão do Eletromagnetismo Clássico
- Aplicações das equações de Maxwell: Modos guiados e ressonantes
- Teoria de modos acoplados
- Introdução a Óptica não-linear
- Processos paramétricos de segunda e terceira ordem
- Óptica não-linear em sistemas guiados
- Sistemas de 2 níveis
- Laser
- Quantização do Campo Eletromagnético
- Modos espectrais e temporais
- Estados de Fock, coerentes, comprimidos e emaranhados
- Teoria quântica do divisor de feixes, interferômetros e moduladores
- Funções de correlação de Glauber, detecção balanceada e homodina
- Descrição clássica e quântica do oscilador paramétrico ótico (OPO)

Bibliografia

- 1) *"Fundamentals of Photonics"*, Bahaa E. A. Saleh (Author), Malvin Carl Teich (Author)
- 2) *"A Guide to Experiments in Quantum Optics"*, Hans Barch, Timothy Ralph
- 3) *"Getting Started in Quantum Optics"*, Ray LaPierre
- 4) *"Finite Element Modeling Methods for Photonics"*, Arti Agrawal; B. M. Azizur Rahman
- 5) *"Fundamentals of Optical Waveguides"*, Katsunari Okamoto (2nd Edition), Elsevier (2006).
- 6) *"Principles of Optics"*, Max Born and Emil Wolf (7th Edition), Cambridge Press (2019)
- 7) *"Waves and Fields in Optoelectronics"*, Hermann A. Hauss, (1st Edition), Prentice-Hall (1984)
- 8) *"Introduction to Modern Optics"*, Fowles, G. R. (2012). Dover Publications.

Critério de Avaliação

Frequência: será exigida frequência mínima a 75% das aulas;

Tarefas: Ao longo do curso, serão propostas 6 (duas por módulo) trabalhos, que deverão ser entregues até o final do semestre. Todas as tarefas serão corrigidas e avaliadas pelos docentes ao longo do curso, que poderão solicitar ajustes ou complementações, caso necessário, para que sejam consideradas satisfatórias.

A avaliação levará em conta apenas as atividades consideradas suficientes pelos professores. Os critérios de nota e aproveitamento seguirão a seguinte regra:

Nota (Pós Grad.)	Requisitos Mínimos	Nota (Grad.)
A	1 atividade em cada tópico e 5 ou mais atividades no total.	Entre 9,0 e 10,0 pontos
B	1 atividade em cada tópico e entre 3 e 5 atividades no total.	Entre 7,0 e 9,0 pontos
C	1 atividade em 2 dos 3 tópicos e entre 2 e 3 atividades no total.	entre 5,0 e 7,0 pontos
D	outros casos	2,4 pontos (< reprovado sem exame)