



FI089A - Técnicas com Luz Síncrotron- 2s2025

Ementa: Fundamentos da Interação da radiação eletromagnética com a matéria. Transições eletrônicas. Produção de radiação síncrotron: fundamentos, radiação por magnetos de dipolo e dispositivos de inserção; laser de elétrons livres. Linhas de Luz: front-end, óptica, analisadores (fótons, elétrons e íons) e detectores. Difração de pó: resolução e refinamento de estruturas cristalinas, função de distribuição de pares (PDF). Cristalografia de proteínas. Difração por superfícies. Difração ressonante de raios-X, difração magnética. Difração múltipla. Refletometria de raios-X. Espalhamento de raios-X a baixos ângulos (SAXS). Espectroscopias de raios-X: Fluorescência, XANES, EXAFS, XMCD, espalhamento inelástico. Espectroscopia e microscopia de fotoemissão de elétrons. Tomografia de raios-X. Novas técnicas com Luz Síncrotron.

Bibliografia básica: Settimio Mobilio, Federico Boscherini, e Carlo Meneguini (Eds), "Synchrotron Radiation: Basics, Methods and Applications", Springer (2015); Philip Willmott, "An Introduction to Synchrotron Radiation: Techniques and Applications", Wiley (2011); Jans Als-Nielsen and Des McMorrow, "Elements of Modern X-Ray Physics", Wiley (2001). Material adicional para estudo será informado e/ou disponibilizado no decorrer do curso.

Horário: Terças e Quintas 10-12hs, sala IF-14.

Organização do curso e avaliações (2s2025): Os seis tópicos que constam no conteúdo programático listado abaixo serão lecionados por Professores credenciados no Programa de Pós-Graduação (PPG) de Física da UNICAMP com expertise nos assuntos abordados. O curso será presencial. Serão aplicadas três provas em formato tradicional (P1: tópicos 1 e 2. P2: tópicos 3 e 4. P3: tópicos 5 e 6). Para cada tópico, será elaborado um roteiro de estudo e lista de exercícios, os quais serão usados como ponto de partida para a elaboração das questões das provas. Uma quarta nota será dada para as listas de exercícios a serem entregues ao longo do semestre.

Dedicação esperada e pré-requisitos. Espera-se dos alunos matriculados uma dedicação à disciplina equivalente ao de uma disciplina fundamental formativa do PPG. Não há pré-requisitos formais para matrícula, entretanto será assumido conhecimento prévio de Mecânica Quântica e Eletromagnetismo em nível de Graduação.

Professores:

- Abner de Siervo
- Arnaldo Naves de Brito
- Christoph Friedrich Deneke
- Guilherme Calligaris de Andrade
- Helio Tolentino
- Julio Criginski Cezar
- Liu Lin
- Mateus Borba Cardoso
- Raul de Oliveira Freitas
- Ricardo Donizeth dos Reis
- Thiago Jose de Almeida Mori
- Tulio Costa Rizuti da Rocha

Coordenação: Eduardo Granado Monteiro da Silva (granado@unicamp.br)



Conteúdo Programático:

1. Produção de radiação síncrotron

- Visão geral dos anéis de armazenamento e fontes de radiação
- Propriedades da radiação síncrotron
- Potência irradiada e estrutura temporal
- Distribuição angular e espectral da radiação emitida
- Brilho espectral e emitância
- Polarização
- Coerência
- Dispositivos de inserção: wigglers e onduladores
- Anéis de armazenamento de quarta geração.

2. Fundamentos da Interação da radiação eletromagnética com a matéria

- Revisão: tratamento quântico do momento angular e teoria de perturbação dependente do tempo
- Hamiltoniano de interação
- Transições eletrônicas e regras de seleção: dipolar elétrica e além
- Espalhamento Thomson
- Espalhamento anômalo e ressonante
- Espalhamento inelástico
- Fotoemissão

3. Óptica e Instrumentação das Linhas de Luz: front-end, estação experimental, analisadores e detetores

- Raios-X duros
- Raios-X moles e ultravioleta
- Infravermelho

4. Espectroscopias de Absorção e Fotoemissão

- Estrutura de absorção de raios X próxima à borda (XANES); estrutura eletrônica, estados de oxidação, etc
- XMCD
- Estrutura fina estendida da absorção de raios X (EXAFS); estrutura atômica local
- Espectroscopia de Emissão de Raios X (XES)
- Espectroscopia de Fotoemissão
- Espectroscopia no Infravermelho

5. Difração e Espalhamento de Raios X

- Introdução à Cristalografia; Grupos espaciais; Fator de Estrutura; Condição de Laue para difração;
- Cristalografia de proteínas
- Difração de pó: alta resolução e alta intensidade
- Difração anômala e ressonante; difração magnética
- Espalhamento inelástico ressonante de raios X (RIXS)
- Espalhamento de raios X a baixo ângulo (SAXS)
- Refletometria



6. Técnicas de Imagem

- Radiografia
- Microtomografia
- Contraste de Fase
- Imageamento com micro e nanofeixes
- Imageamento por difração coerente (CDI) e ptycografia
- Combinações de técnicas de imagem e espectroscopia de raios X