

PROJETO PEDAGÓGICO

Curso de Graduação em Física

Instituto de Física “Gleb Wataghin”

Universidade Estadual de Campinas

2017



Reitor
Marcelo Knobel

Coordenador Geral da Universidade
Teresa Dib Zambon Atvars

Pró-Reitor de Graduação
Eliana Martorano Amaral

Diretor Acadêmico
Orlando Carlos Furlan

INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN



Diretor
Pascoal José Giglio Pagliuso

Diretor Associado
Mônica Alonso Cotta

Coordenador da Graduação
Abner de Siervo

Coordenador Associado da Graduação
Rickson Coelho Mesquita

1 – Objetivos

1.1 – Objetivos Gerais

O Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW) da UNICAMP oferece os cursos de Bacharelado em Física (diurno), Licenciatura em Física (diurno e noturno) e Engenharia Física (diurno, descrito por outro projeto pedagógico). O Bacharelado em Física ainda possui duas modalidades distintas: a habilitação em Física Médica e a ênfase em Física Biomédica. Os cursos de graduação do IFGW enfatizam o aprendizado associado à pesquisa, onde parte da formação do aluno ocorre fora da sala de aula na forma de colóquios, estágios, iniciações científicas, etc. O Bacharelado em Física, bem como todas as suas modalidades, são oferecidos somente no período diurno.

Existem três cursos de Licenciatura em Física na Unicamp: o diurno e o noturno, oferecidos pelo IFGW, e o curso de Licenciatura Integrada Química/Física, com responsabilidade tripartite entre a Faculdade de Educação (responsável principal), o Instituto de Física e o Instituto de Química. Esse curso tem caráter multidisciplinar, onde o aluno opta entre Licenciatura em Física ou em Química no final do quarto semestre. O projeto pedagógico do curso de Licenciatura Integrada Química/Física é de responsabilidade da Faculdade de Educação.

Seja qual for sua área de atuação, o físico é um profissional que, apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados, deve ser capaz de abordar e tratar problemas novos. Em uma sociedade em rápida transformação, surgem continuamente novas funções sociais e novos campos de atuação para este profissional.

1.2 – Objetivos Específicos

1.2.1 Bacharelado em Física

Objetiva preferencialmente a formação de um profissional capacitado para a pesquisa acadêmica (básica ou aplicada) em universidades, centros de pesquisa, indústrias e outros setores da sociedade. O bacharel em Física deve ter uma formação sólida e atualizada em Física contemporânea, incluindo o conhecimento das teorias fundamentais das Mecânicas Clássica e Quântica, do Eletromagnetismo e da Física Estatística, além de dominar as técnicas experimentais básicas envolvidas nessas disciplinas.

1.2.2 Bacharelado em Física com ênfase em Física Biomédica

Esta modalidade visa formar profissionais capazes de atuar na pesquisa e aplicar os princípios da Física a uma ampla variedade de problemas na Biologia e na Medicina. Este profissional tem uma formação sólida em Física, além de uma

formação básica complementar em disciplinas ligadas à área de Biologia, permitindo sua atuação na interação entre pesquisadores nas áreas de Física, Medicina e Biologia.

1.2.3 Bacharelado em Física Médica

Nesta modalidade, o curso forma Físicos que terão atuação semelhante à do Bacharel em Física Biomédica, entretanto com ênfase em atividades ligadas aos serviços clínico e/ou terapêutico. O Físico Médico tem uma sólida formação em Física, complementada com disciplinas específicas que capacitam este profissional a atuar nas áreas de radioterapia, medicina nuclear, radiologia diagnóstica e proteção radiológica nos principais hospitais e clínicas do país.

1.2.4 Licenciatura em Física

O percurso do licenciado em Física qualifica-se para o trabalho em instituições educativas, escolares e não escolares, tanto no âmbito do ensino, como professor da educação básica, quanto em outras dimensões do trabalho educacional. Faz parte dessa formação profissional as experiências de ensino e pesquisa, bem como de reflexão acerca de aspectos políticos e culturais da ação educativa.

O complemento ao núcleo comum do curso de Licenciatura em Física inclui, além de disciplinas de Física e Matemática, um grupo de disciplinas oferecidas pela Faculdade de Educação com enfoque em Didática, Psicologia Educacional, Políticas Pedagógicas, e Aspectos Culturais da Educação. O curso de Licenciatura ainda conta com um grupo de disciplinas de Práticas de Ensino, ofertadas tanto pelo IFGW quanto pela Faculdade de Educação.

2 – Perfil do Egresso

A Física é a ciência que estuda a matéria, a energia e suas interações, tendo contribuído de forma fundamental para o progresso e desenvolvimento da humanidade. Essas contribuições tem se dado tanto no plano filosófico, onde se busca compreender a estrutura e o funcionamento do universo em que vivemos, quanto no plano prático. Muitos dos conceitos abstratos surgidos do estudo da Termodinâmica, do Eletromagnetismo e da Física Quântica, para citar algumas áreas, deram origem a tecnologias que hoje são de uso corriqueiro. O aparato experimental utilizado hoje em Física Médica, por exemplo, foi quase todo desenvolvido nos laboratórios de pesquisa em Física Básica, bem como avanços mais recentes na área de comunicações, como a rede Ethernet, a qual se iniciou como protocolo de troca de informação entre laboratórios de Física. Alguns avanços na área de engenharia genética, como a descoberta da estrutura de dupla hélice do DNA, contaram com a participação de pesquisadores em Física.

Estes indicadores ressaltam a necessidade da formação de um profissional com embasamento sólido dos conceitos já estabelecidos, que permita estabelecer novas correlações e aplicações em outras áreas de conhecimento, além das já tradicionais no escopo da Física, como por exemplo, a optoeletrônica.

Durante seu desenvolvimento histórico, a Física contribuiu para o estabelecimento do que se conhece hoje por método científico. Os primeiros grandes experimentos, como a medida da circunferência da Terra por Erastótenes, no século III A.C., eram, apesar de muito engenhosos, realizados com métodos bastante precários, levando frequentemente a erros. A elaboração do método científico pode ser creditada a Galileu pela sua famosa experiência do plano inclinado, e a Torricelli, com suas experiências sobre a pressão atmosférica. A aplicação deste método aos fenômenos da natureza tem estabelecido confiabilidade aos resultados de pesquisa e investigação científica.

Além da importância da Física na expansão das fronteiras do conhecimento fundamental, indispensável para a geração de novas tecnologias, ela também contribui para a sociedade com a formação de recursos humanos qualificados para solucionar problemas e trabalhar com novas ideias e recursos de última geração. Por ser uma ciência natural, a Física apresenta requisitos de caráter multidisciplinar, sendo também um elemento fundamental na educação de Químicos, Engenheiros e Biólogos, além dos profissionais das áreas de Informática, Meio-Ambiente e Ciências da Terra, entre várias outras.

A formação do Físico deve, portanto, ser tal que possa fazê-lo capaz de reconhecer padrões e explicar fenômenos da natureza, prevendo ocorrências sempre que possível; e ainda, abordar e tratar problemas novos – sejam eles fenômenos naturais ou projetos específicos em sua área de trabalho – a partir de conhecimentos sólidos e atualizados em Física.

Dessa forma o Bacharel em Física deve estar apto a:

- Propor o estudo e a resolução de problemas utilizando o método científico, através da elaboração de experimentos e modelos físicos adequados dentro de seus domínios de validade;
- Apresentar os resultados obtidos em linguagem científica através de suas formas de expressão mais comuns como, por exemplo, relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras;
- Avaliar projetos de trabalho, através da elaboração de avaliações e/ou pareceres técnico-científicos;
- Manter-se atualizado com o desenvolvimento da Física e suas interfaces multidisciplinares.

O Licenciado em Física, além dos objetivos anteriores, deverá estar apto a:

- Apresentar propostas pedagógicas dentro de objetivos educacionais definidos em função de sua área de atuação;
- Preparar textos didáticos; preparar e apresentar aulas, palestras e demonstrações experimentais.

A formação fundamental do Físico, deve ainda, apresentar a flexibilidade necessária para ser conjugada a outras áreas do saber, tanto em áreas afins, como Química, Medicina e Engenharia, quanto em áreas mais recentes, como Geologia, Geofísica, Meio-Ambiente e Clima, Genética, Comunicações, etc.

3 – Ingresso

O IFGW oferece cursos de Graduação em Física nos períodos diurno e noturno. O ingresso nos cursos do período diurno é realizado de forma conjunta com os cursos de Matemática e de Matemática Aplicada e Computacional, com um total de 155 alunos classificados pelo Vestibular Nacional da UNICAMP. Os alunos optam por uma das carreiras oferecidas após três semestres dentro da Universidade.

Os alunos do curso de Física diurno podem optar por uma das cinco modalidades de curso:

- Bacharelado em Física
- Bacharelado em Física com ênfase em Física Biomédica
- Bacharelado em Física Médica
- Licenciatura em Física
- Engenharia Física

A opção pela modalidade de Engenharia Física dependerá de aprovação em processo seletivo específico da Coordenadoria do Curso de Graduação em Engenharia Física do IFGW, com um máximo de 15 vagas anuais, sendo 05 vagas para a ênfase em Optoeletrônica e 10 vagas para a ênfase em Produção Tecnológica. A seleção dos alunos que optarem pelo curso de Engenharia Física é definida por critério acadêmico após o 3º semestre da sugestão.

A opção pela modalidade de Física com ênfase em Física Biomédica dependerá de aprovação em processo seletivo da Coordenadoria do Curso de Graduação em Física, com um máximo de 10 vagas anuais, sendo definidas por critério acadêmico após o 3º semestre da sugestão.

A opção pela modalidade de Física Médica dependerá de aprovação em processo seletivo da Coordenadoria do Curso de Graduação em Física, com um máximo de 30 vagas anuais, sendo definidas por critério acadêmico após o 3º semestre da sugestão.

No período noturno são aceitos 40 alunos no curso de Licenciatura em Física. A entrada destes alunos é feita pelo Concurso Vestibular Nacional da UNICAMP, separadamente do curso diurno.

4 – Estágio Curricular

4.1 Bacharelado em Física

O aluno que optar pela modalidade de Bacharelado em Física deve apresentar um *trabalho de conclusão de curso*, i.e., uma monografia elaborada ao longo de seu último semestre com a orientação de um pesquisador reconhecido pelo Instituto. Esse trabalho é avaliado pelo pesquisador orientador da monografia e também por um docente responsável pela disciplina.

Além da monografia, espera-se que o aluno do curso de bacharelado em física participe do programa de iniciação científica junto aos diversos grupos de pesquisa do IFGW, ou mesmo em instituições de pesquisa da região de Campinas com quem já existe uma colaboração, como o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), outras unidades da UNICAMP e o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI). O aluno é incentivado a ingressar em um programa de iniciação científica, pois esta é uma parte importante da formação de um físico. Como incentivo, permitimos que o aluno obtenha créditos de disciplinas da graduação na forma de disciplinas eletivas (optativas).

4.2 Bacharelado em Física Médica

O aluno do curso de Física Médica deverá realizar estágios supervisionados em hospitais nas principais áreas de atuação do físico médico: radioterapia, radiodiagnóstico, medicina nuclear e proteção radiológica. Os estágios são efetuados no quinto ano do curso, após os alunos terem adquirido a formação básica necessária para poderem atuar na área clínica. No primeiro semestre do quinto ano, todos os estágios são realizados junto ao Hospital de Clínicas (HC) da UNICAMP e ao Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM). Estes estágios são supervisionados por docentes da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da UNICAMP, e conta com o apoio dos profissionais do Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da UNICAMP. No segundo semestre do quinto ano, os alunos podem optar por efetuar estágios em outras instituições da área de saúde, ou permanecer no complexo hospitalar da UNICAMP, onde já possuem vagas garantidas.

Além do estágio curricular obrigatório, os alunos de Física Médica são incentivados a procurar estágios extra-curriculares na área de interesse em Física Médica. Como o último ano do curso de Física Médica é focado na prática do conhecimento específico adquirido ao longo da formação básica, é permitido aos alunos uma jornada de até 40 horas semanais de atividades práticas nos períodos em que não estão programadas aulas presenciais.

4.3 Licenciatura em Física

O aluno do curso de Licenciatura em Física efetua durante o curso, no mínimo, quatro disciplinas de estágio na área de Ensino. Os estágios, que são realizados junto a colégios do ensino fundamental II e/ou do ensino médio, são obrigatórios e supervisionados. Juntos, os quatro estágios requerem um mínimo de 480 horas de prática e orientação, sendo 240 horas sob responsabilidade do Instituto de Física e 240 horas sob responsabilidade da Faculdade de Educação. Nestes estágios, os alunos desenvolvem atividades de imersão no campo de trabalho, que propicia ao professor em formação o contato com experiências práticas e conhecimento de natureza profissional.

Além dos estágios obrigatórios, o aluno do curso de Licenciatura em Física é incentivado a participar do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID). O objetivo do PIBID é fomentar e aprimorar a qualidade da formação docente de forma a contribuir para a elevação do padrão de qualidade das escolas de ensino fundamental e do ensino médio.

5 – Matriz Curricular do Curso

5.1 – Núcleo Comum

O núcleo comum deve ser cumprido tanto pelo Licenciado quanto pelo Bacharel em Física, representando aproximadamente metade da carga horária mínima necessária para a obtenção do diploma e sendo caracterizado por disciplinas de Física Geral, Matemática e Computação.

Física Geral

Consiste no conteúdo de Física do ensino médio, revisto em maior profundidade, com conceitos matemáticos adequados. Além de uma apresentação teórica dos tópicos fundamentais (Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Física Ondulatória), devem ser contemplados cursos de laboratórios, ressaltando o uso do método científico na formação dos profissionais para o século XXI. Durante o núcleo comum o aluno será exposto tanto aos conceitos de Física Clássica quanto de Física Moderna. Os cursos de Física Clássica são os cursos com conceitos estabelecidos (em sua maior parte) no século XIX, envolvendo Mecânica Clássica, Eletromagnetismo e Termodinâmica. Já a Física Moderna é a Física a partir do início do século XX, compreendendo conceitos de Mecânica Quântica, Física Estatística e algumas aplicações. São apresentadas aulas de laboratório que exploram os conceitos abordados nestas disciplinas.

Matemática

É o conjunto mínimo de ferramentas matemáticas necessárias ao tratamento adequado dos fenômenos em física, composto por cálculo diferencial e integral, geometria analítica, álgebra linear, equações diferenciais e cálculo numérico.

Computação

Os alunos também são expostos aos conceitos de lógica computacional e programação de computadores ao longo do núcleo comum, em que estão previstas

não só a exposição aos conceitos computacionais e às linguagens computacionais como também atividades práticas de programação.

5.2 Disciplinas do Curso de Física do Período Diurno

Apresentamos a seguir as disciplinas obrigatórias de cada núcleo das modalidades. As tabelas apresentam o código da disciplina, seu nome e o número de horas semanais de aulas (HS).

Código	Nome	HS
F 128	Física Geral I	04
F 129	Física Experimental I	02
F 228	Física Geral II	04
F 229	Física Experimental II	02
F 315	Mecânica Geral I	04
F 320	Termodinâmica	04
F 328	Física Geral III	04
F 329	Física Experimental III	02
F 428	Física Geral IV	04
F 429	Física Experimental IV	02
F 502	Eletromagnetismo I	04
F 589	Estrutura da Matéria	04
F 740	Métodos da Física Experimental III	04
FM003	Seminários sobre a Profissão	02
MA111	Cálculo I	06
MA141	Geometria Analítica e Vetores	04
MA211	Cálculo II	06
MA311	Cálculo III	06
MA327	Álgebra Linear	04
MC102	Algoritmos e Programação de Computadores	06
ME210	Probabilidade I	04
MS149	Complementos de Matemática	02

5.2.1 Disciplinas Complementares do Bacharelado em Física

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

Código	Nome	HS
F 415	Mecânica Geral II	04
F 520	Métodos Matemáticos da Física I	04
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 602	Eletromagnetismo II	04
F 604	Física Estatística	04
F 620	Métodos Matemáticos da Física II	04
F 689	Mecânica Quântica I	04
F 789	Mecânica Quântica II	04
F 887	Física Nuclear	04
F 888	Física do Estado Sólido	04
F 896	Monografia	08

MA044	Matemática IV	04
MS211	Cálculo Numérico	04
QG101	Química I	04
QG102	Química Experimental I	04

Disciplinas Eletivas

8 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
EI0--	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código EI0--	
F 0--	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código F 0--	
F 010	Estágio em Empresas Junior - Física	04
F 530	Instrumentação I	04
F 590	Iniciação Científica I	02
F 630	Instrumentação II	04
F 690	Iniciação Científica II	02
F 885	Partículas Elementares e Campos	04
F 889	Física Atômica e Molecular	04

8 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 541	Métodos da Física Experimental V	04
F625	Métodos de Computação Científica I	04
F 640	Métodos da Física Experimental II	04
F 838	Métodos da Física Experimental VII	04
F 839	Métodos da Física Experimental VI	04

5.2.2 Disciplinas Complementares da Licenciatura em Física

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

Código	Nome	HS
EL212	Política Educacional: Organização da Educação Brasileira	06
EL213	LIBRAS e Educação de Surdos	04
EL285	Conhecimento em Física Escolar I	02
EL511	Psicologia e Educação	06
EL683	Escola e Cultura	06
EL685	Conhecimento em Física Escolar II	02
EL774	Estágio Supervisionado I	08
EL874	Estágio Supervisionado II	08
EL884	Práticas Pedagógicas em Física	02
F 489	Estrutura da Matéria II	04
F 609	Tópicos de Ensino de Física I	06
F 897	Monografia em Ensino de Física I	08
F 901	Estágio Supervisionado I	10
F 902	Estágio Supervisionado II	10
FL701	Projetos Integrados do Ensino de Física	08

Disciplinas Eletivas

12 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F ---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código F ---	
MA---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código MA---	
MS---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código MS---	

4 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 541	Métodos da Física Experimental V	04
F 839	Métodos da Física Experimental VI	04

12 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
-----	Qualquer disciplina oferecida pela Unicamp	

8 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 530	Instrumentação I	04
F 630	Instrumentação I	04
F 709	Tópicos de Ensino de Física II	06
F 730	Instrumentação III	04
F 809	Instrumentação para Ensino	04
FL702	Projetos Integrados do Ensino de Física II	08
FL801	Práticas de Ensino de Física	08

12 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 590	Iniciação Científica I	02
F 690	Iniciação Científica II	02
FL110	Iniciação à Prática de Ensino I	04
FL210	Iniciação à Prática de Ensino II	04
FL310	Iniciação à Prática de Ensino III	04

5.2.3 Disciplinas Complementares do Bacharelado em Física Médica

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

Código	Nome	HS
BS580	Fundamentos de Biologia Celular e Molecular para Física Médica	04
BS681	Fundamentos de Anatomia, Histologia e Fisiologia Humana para Física Médica	04
F 520	Métodos Matemáticos da Física I	04
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 550	Radiação: Interação e Detecção	04

F 604	Física Estatística	04
F 620	Métodos Matemáticos da Física II	04
F 689	Mecânica Quântica I	04
F 752	Ressonância Magnética Aplicada à Medicina	04
F 758	Radiobiologia e Radioproteção	04
F 790	Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas	04
F 837	Laboratório de Física Médica	04
F 852	Física da Radiologia	04
F 853	Física da Medicina Nuclear	04
F 854	Física da Radioterapia	04
MA044	Matemática IV	04
MD760	Aspectos Clínicos da Física Médica	04
MD947	Estágio Superv. Física Médica I-Radiologia, Radioterapia e Medicina Nuclear	24
MD948	Estágio Superv. Física Médica II-Radiologia, Radioterapia e Medicina Nuclear	24
MS211	Cálculo Numérico	04
QG101	Química I	04
QG102	Química Experimental I	04

Disciplinas Eletivas

4 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 602	Eletromagnetismo II	04
F 789	Mecânica Quântica II	04
F 856	Biofotônica	04
F 885	Partículas Elementares e Campos	04
F 887	Física Nuclear	04
F 888	Física do Estado Sólido	04

5.2.4 Disciplinas Complementares do Bacharelado em Física com Ênfase em Física Biomédica

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

Código	Nome	HS
Bs580	Fundamentos de Biologia Celular e Molecular para Física Médica	04
BS681	Fundamentos de Anatomia, Histologia e Fisiologia Humana para Física Médica	04
F 415	Mecânica Geral II	04
F 520	Métodos Matemáticos da Física I	04
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 550	Radiação: Interação e Detecção	04
F 602	Eletromagnetismo II	04
F 604	Física Estatística	04
F 620	Métodos Matemáticos da Física II	04
F 689	Mecânica Quântica I	04
F 758	Radiobiologia e Radioproteção	04

F 789	Mecânica Quântica II	04
F 837	Laboratório de Física Médica	04
F 896	Monografia	08
MA044	Matemática IV	04
MS211	Cálculo Numérico	04
QG101	Química I	04
QG102	Química Experimental I	04

Disciplinas Eletivas

4 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 838	Métodos de Física Experimental VII	04
F 852	Física da Radiologia	04
F 853	Física da Medicina Nuclear	04
F 854	Física da Radioterapia	04

4 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
-----	Qualquer disciplina oferecida pela Unicamp	

4 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 752	Ressonância Magnética Aplicada à Medicina	04
F 755	Física Aplicada à Medicina e Biologia I	04
F 790	Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas	04
F 856	Biofotônica	04

4 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 839	Métodos da Física Experimental VI	04
F 855	Física Aplicada à Medicina e Biologia II	04
F 885	Partículas Elementares e Campos	04
F 887	Física Nuclear	04
F 888	Física do Estado Sólido	04
F 889	Física Atômica e Molecular	04

5.3 Disciplinas do curso de Licenciatura em Física Noturno

Código	Nome	HS
EL212	Política Educacional: Organização da Educação Brasileira	6
EL213	LIBRAS e Educação de Surdos	4
EL285	Conhecimento em Física Escolar I	2
EL511	Psicologia e Educação	6
EL683	Escola e Cultura	6
EL774	Estágio Supervisionado I	8
EL874	Estágio Supervisionado II	8
F 008	Introdução à Física	6

F 128	Física Geral I	4
F 129	Física Experimental I	2
F 228	Física Geral II	4
F 229	Física Experimental II	2
F 315	Mecânica Geral I	4
F 320	Termodinâmica	4
F 328	Física Geral III	4
F 329	Física Experimental III	2
F 428	Física Geral IV	4
F 429	Física Experimental IV	2
F 489	Estrutura de Matéria II	4
F 502	Eletromagnetismo I	4
F 589	Estrutura da Matéria	4
F 609	Tópicos de Ensino de Física I	6
F 740	Métodos da Física Experimental III	4
F 897	Monografia em Ensino de Física I	8
F 901	Estágio Supervisionado I	10
F 902	Estágio Supervisionado II	10
FL701	Projetos Integrados do Ensino de Física	8
FL801	Práticas de Ensino de Física	8
FM003	Seminários sobre a Profissão	2
FM201	Atividades Científico - Culturais I	4
FM301	Atividades Científico - Culturais II	2
MA111	Cálculo I	6
MA141	Geometria Analítica e Vetores	4
MA211	Cálculo II	6
MA311	Cálculo III	6
MA327	Álgebra Linear	4
MC102	Algoritmos e Programação de Computadores	6
ME414	Estatística para Experimentalistas	4
MS149	Complementos de Matemática	2

5.3.1 Disciplinas Complementares de Licenciatura em Física Noturno

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

Disciplinas Eletivas

8 Créditos dentre:

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>HS</i>
-----	Qualquer disciplina oferecida pela Unicamp	

4 Créditos dentre:

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>HS</i>
F ---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código F ---	

4 Créditos dentre:

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>HS</i>
F 540	Métodos da Física Experimental I Inclusão	04

F 541	Métodos da Física Experimental V Inclusão	04
F 839	Métodos da Física Experimental VI Inclusão	04

8 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 590	Iniciação Científica I Inclusão	02
F 690	Iniciação Científica II Inclusão	02
FL110	Iniciação à Prática de Ensino I Inclusão	04
FL210	Iniciação à Prática de Ensino II Inclusão	04
FL310	Iniciação à Prática de Ensino III Inclusão	04

6 Créditos dentre:

Código	Nome	HS
F 530	Instrumentação I Inclusão	04
F 630	Instrumentação II Inclusão	04
F 709	Tópicos de Ensino de Física II Inclusão	06
F 730	Instrumentação III Inclusão	04
F 809	Instrumentação para Ensino Inclusão	04
FL702	Projetos Integrados do Ensino de Física II Inclusão	08

5.4 Carga horária e Tempo de Integralização para o cumprimento do currículo pleno

Para graduar-se no curso de Física, o aluno deverá perfazer carga horária e total de créditos de acordo com sua opção dentre as modalidades/habilitações oferecidas. As tabelas abaixo mostram a sugestão de cumprimento do currículo. Os números entre parêntesis na frente do código das disciplinas indicam o número de horas de aula semanais.

Bacharelado em Física

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 164 créditos, correspondentes a 2460 horas de atividades totais, que poderão ser integralizadas em 08 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 12 semestres.

Semestre	Horas Semanais	Disciplina
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 228(4), F 229(2), MA211(6), MA327(4), MC102(6)
03	20	F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4), MS211(4)
04	22	F 315(4), F 428(4), F 429(2), MA044(4), QG101(4), QG102(4)
05	20	F 415(4), F 502(4), F 520(4), F 540(4), F 589(4)
06	20	4 créditos eletivos e F 320(4), F 602(4), F 620(4), F 689(4)
07	20	8 créditos eletivos e F 604(4), F 740(4), F 789(4)
08	20	4 créditos eletivos e F 887(4), F 888(4), F 896(8)

Licenciatura em Física - diurno

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 222 créditos, equivalentes a 3330 horas de atividades totais. Deste total, 480 horas (16% do total) são dedicadas exclusivamente a estágios supervisionados, e até 210 horas (6% do total) são realizadas em atividades científico-culturais no âmbito de qualquer unidade da Universidade. O aluno ainda deve optar entre disciplinas de iniciação científica e/ou monografia relacionadas à pesquisa em ensino de Física, contemplando o desenvolvimento de práticas de leitura e escrita em língua portuguesa.

Dentre as atividades supervisionadas, um total de 1100 horas (33%) é dedicado à formação didático-pedagógica do aluno, enquanto 1530 horas são destinados à formação técnica e científica. Inclui-se nesta parte da formação conhecimentos sólidos de Física, Matemática, e de tecnologias da informação. O total de 3330 horas pode ser integralizado em 08 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, conforme sugestão abaixo para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 12 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplinas</i>
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
03	28	4 créditos eletivos e EL285(2), EL683(6), F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4)
04	30	6 créditos eletivos e EL212(6), EL511(6), EL685(2), F 315(4), F 428(4), F 429(2)
05	28	12 créditos eletivos e EL774(8), F 502(4), F 589(4)
06	30	8 créditos eletivos e EL874(8), F 320(4), F 489(4), F 609(6)
07	30	8 créditos eletivos e F 740(4), F 901(10), FL701(8)
08	34	10 créditos eletivos e EL213(4), EL884(2), F 897(8), F 902(10)

Bacharelado em Física Médica

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 216 créditos, equivalentes a 3240 horas de atividades supervisionadas, que poderão ser integralizadas em 10 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 16 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplina</i>
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 228(4), F 229(2), MA211(6), MA327(4), MC102(6)
03	20	F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4), MS211(4)

04	22	F 315(4), F 428(4), F 429(2), MA044(4), QG101(4), QG102(4)
05	20	BS580(4), F 502(4), F 520(4), F 540(4), F 589(4)
06	20	BS681(4), F 320(4), F 550(4), F 620(4), F 689(4)
07	20	F 604(4), F 740(4), F 752(4), F 758(4), F 790(4)
08	20	4 créditos eletivos e F 837(4), F 852(4), F 853(4), F 854(4)
09	28	MD760(4), MD947(24)
10	24	MD948(24)

Bacharelado em Física Biomédica

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 176 créditos, equivalentes a 2640 horas de atividades supervisionadas, que poderão ser integralizadas em 08 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 12 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplina</i>
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 228(4), F 229(2), MA211(6), MA327(4), MC102(6)
03	20	F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4), MS211(4)
04	22	F 315(4), F 428(4), F 429(2), MA044(4), QG101(4), QG102(4)
05	24	4 créditos eletivos e BS580(4), F 415(4), F 520(4), F 540(4), F 589(4)
06	20	BS681(4), F 320(4), F 550(4), F 620(4), F 689(4)
07	24	4 créditos eletivos e F 502(4), F 604(4), F 740(4), F 758(4), F 789(4)
08	24	8 créditos eletivos e F 602(4), F 837(4), F 896(8)

Licenciatura em Física Noturno:

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 220 créditos, equivalentes a 3300 horas de atividades supervisionadas. Deste total, 480 horas (16% do total) são dedicadas exclusivamente a estágios supervisionados, e até 240 horas (7% do total) são realizadas em atividades científico-culturais no âmbito de qualquer unidade da Universidade. O aluno ainda deve optar entre disciplinas de iniciação científica e/ou monografia relacionadas à pesquisa em ensino de Física, contemplando o desenvolvimento de práticas de leitura e escrita em língua portuguesa.

Dentre as atividades supervisionadas, um total de 1080 horas (33%) é dedicado à formação didático-pedagógica do aluno, enquanto 1500 horas são destinadas à

formação técnica e científica. Inclui-se nesta parte da formação conhecimentos sólidos de Física, Matemática, e de tecnologias da informação. O total de 3300 horas pode ser integralizado em 10 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, conforme sugestão abaixo para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 16 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplinas</i>
01	14	F 008(6), FM003(2), FM201(4), MS149(2)
02	20	EL285(2), EL683(6), FM301(2), MA111(6), MA141(4)
03	16	F 128(4), F 129(2), MA211(6), ME414(4)
04	18	EL212(6), F 228(4), F 229(2), MA311(6)
05	16	F 328(4), F 329(2), MA327(4), MC102(6)
06	20	4 créditos eletivos e EL213(4), EL511(6), F 428(4), F 429(2)
07	26	4 créditos eletivos e EL774(8), F 315(4), F 320(4), F 609(6)
08	28	4 créditos eletivos e EL874(8), F 502(4), F 589(4), FL701(8)
09	32	6 créditos eletivos e F 489(4), F 740(4), F 901(10), FL801(8)
10	30	12 créditos eletivos e F 897(8), F 902(10)

5.5 – Adequação dos cursos de Licenciatura em Física às Resoluções Específicas

Os currículos dos cursos de licenciatura em Física seguem as normas estabelecidas pelas Resoluções CNE/CP 1 (18 de fevereiro de 2002), CNE/CP 2 (19/fevereiro/2002), CEE 78/2008, CEE 87/2009, 111/2012 e CEE 126/2014.

Licenciatura em Física Diurno:

A tabela abaixo mostra a adequação das disciplinas em relação aos diferentes tipos de conteúdo didático para o curso de Licenciatura em Física Noturno. (Nota: na tabela, S = Semestre no qual a disciplina é realizada; CD = código da disciplina; FDP = horas semestrais em formação didático-pedagógica; FTC = horas semestrais em formação técnica-científica; ACC = horas semestrais em atividades científico-culturais; EST = horas semestrais em estágio supervisionado; TOT = total de horas semestrais oferecidas na disciplina.)

Currículo pleno proposto para o curso 04 AB.

Sigla	Nome	Vetores UNICAMP					Núcleos CEE			Estágio	Núcleos CNE		
		Cr	T	L	P	O	FTC	FDP	ACC		ATP	PCC	ATF
Núcleo comum ao curso													
F 128	Física Geral I	4	4				4					4	
F 129	Física Experimental I	2		2			2					2	
F 228	Física Geral II	4	4				4					4	
F 229	Física Experimental II	2		2			2					2	
F 315	Mecânica Geral I	4	4				4					4	
F 320	Termodinâmica	4	4				4					4	
F 328	Física Geral III	4	4				4					4	
F 329	Física Experimental III	2		2			2					2	
F 428	Física Geral IV	4	4				4					4	
F 429	Física Experimental IV	2		2			2					2	
F 502	Eletromagnetismo I	4	4				4					4	
F 589	Estrutura da Matéria I	4	4				4					4	
F 740	Laboratório de Física Moderna	4		4			4					4	
FM003	Seminários sobre a profissão	2	2					2				2	
MA111	Cálculo I	6	4		2		6					6	
MA141	Geometria Analítica e Vetores	4	4				4					4	
MA211	Cálculo II	6	4		2		6					6	
MA311	Cálculo III	6	4		2		6					6	
MA327	Álgebra Linear	4	4				4					4	
MC102	Algoritmos e Programação de Computadores	6	4		2		6					6	
ME210	Probabilidade I	4	4				4					4	
MS149	Complementos da Matemática	2	2				2					2	
Disciplinas Específicas para o curso 04 AB													
EL212	Política Educacional: Organização da Escola Brasileira	6	2		2	2		6				2	4
EL213	LIBRAS e Educação de Surdos	4	2		2			4				2	2
EL285	Conhecimento em Física Escolar I	2	1		1			2				1	1
EL511	Psicologia e Educação	6	2		2	2		6				2	4
EL683	Escola e Cultura	6	2		2	2		6				2	4
EL685	Conhecimento em Física Escolar II	2	1		1			2				1	1
EL774	Estágio Supervisionado I	8			4	4			8				
EL874	Estágio Supervisionado II	8			4	4			8				
EL884	Práticas Pedagógicas em Física	2	1		1			2				2	
F 489	Estrutura da Matéria II	4	4				4						4
F 609	Tópicos de Ensino de Física I	6	4			2		6				2	4
F 897	Monografia em Ensino de Física	8			4	4		8					8
F 901	Estágio Supervisionado I	10			2	8		2	8				2
F 902	Estágio Supervisionado II	10			2	8		2	8				2
FL701	Projetos Integrados ao Ensino de Física	8			2	6		8			2	6	
Disciplinas Eletivas													
12	Qualquer disciplina da UNICAMP	12							12				12
12	Qualquer disciplina F --- / MA--- / MS---	12					12						12
4	Créditos dentre:	4		4			4						4
	F 540 Métodos da Física Experimental I												
	F 541 Métodos da Física Experimental V												
	F 839 Métodos da Física Experimental VI												
12	Créditos dentre:	8			8			8				8	
	F 590 Iniciação Científica I												
	F 690 Iniciação Científica II												
	FL110 Iniciação à Prática Docente I												
	FL210 Iniciação à Prática Docente II												
	FL310 Iniciação à Prática Docente III												
8	Créditos dentre:	6			6			6				6	
	F 530 Instrumentação I												
	F 630 Instrumentação II												
	F 709 Tópicos de Ensino de Física II												
	F 730 Instrumentação III												
	F 809 Instrumentação para Ensino												
	FL702 Projetos Integrados ao Ensino de Física II												
	FL801 Práticas de Ensino de Física												

* Legenda: Cr (Créditos); T (Teoria); L (Laboratório); P (Prática); O (Orientação); FTC (Formação Técnico-Científica); FDP (Formação didático-pedagógica); ACC (Atividades Científico-Culturais); ATP (Atividades Teórico-Práticas); PCC (Práticas como Componentes Curriculares); ATF (Atividades Formativas).

	Curso	T	L	P	O	FTC	FDP	ACC	Est.	ATP	PCC	ATF	
	TOTAL EM HORAS	3330	1230	270	600	1230	1530	1100	210	480	210	420	2220
	PERCENTUAL DO CURSO		37%	8%	18%	37%	46%	33%	6%	14%	6%	13%	67%
			100%				86%			15%	86%		

Proposta para o cumprimento do currículo (curso 04AB).

Licenciatura em Física Noturno:

A tabela abaixo mostra a adequação das disciplinas em relação aos diferentes tipos de conteúdo didático para o curso de Licenciatura em Física Noturno. (Nota: na tabela, S = Semestre no qual a disciplina é realizada; CD = código da disciplina; FDP = horas semestrais em formação didático-pedagógica; FTC = horas semestrais em formação técnica-científica; ACC = horas semestrais em atividades científico-culturais; EST = horas semestrais em estágio supervisionado; TOT = total de horas semestrais oferecidas na disciplina.)

Curriculo pleno proposto para o curso 40.

Sigla	Nome	Vetores UNICAMP					Núcleos CEE			Estágio	Núcleos CNE		
		Cr	T	L	P	O	FTC	FDP	ACC		ATP	PCC	ATF
Núcleo comum ao curso													
EL212	Política Educacional: Organização da Escola Brasileira	6	2	2	2		6				2	4	
EL213	LIBRAS e Educação de Surdos	4	2	2			4				2	2	
EL285	Conhecimento em Física Escolar I	2	1	1			2				1	1	
EL511	Psicologia e Educação	6	2	2	2		6				2	4	
EL683	Escola e Cultura	6	2	2	2		6				2	4	
EL774	Estágio Supervisionado I	8		4	4				8				
EL874	Estágio Supervisionado II	8		4	4				8				
F 008	Introdução à Física	6	2		4		6					6	
F 128	Física Geral I	4	4				4					4	
F 129	Física Experimental I	2		2			2					2	
F 228	Física Geral II	4	4				4					4	
F 229	Física Experimental II	2		2			2					2	
F 315	Mecânica Geral I	4	4				4					4	
F 320	Termodinâmica	4	4				4					4	
F 328	Física Geral III	4	4				4					4	
F 329	Física Experimental III	2		2			2					2	
F 428	Física Geral IV	4	4				4					4	
F 429	Física Experimental IV	2		2			2					2	
F 489	Estrutura da Matéria II	4	4				4					4	
F 502	Eletromagnetismo I	4	4				4					4	
F 589	Estrutura da Matéria I	4	4				4					4	
F 609	Tópicos de Ensino de Física I	6	4		2		6				2	4	
F 740	Laboratório de Física Moderna	4		4		4						4	
F 897	Monografia em Ensino de Física	8		4	4		8					8	
F 901	Estágio Supervisionado I	10		2	8		2		8			2	
F 902	Estágio Supervisionado II	10		2	8		2		8			2	
FL701	Projetos Integrados ao Ensino de Física	8		2	6		8				2	6	
FL801	Práticas de Ensino de Física	8		4	4		8				4	4	
FM003	Seminários sobre a profissão	2	2					2				2	
FM201	Atividades Científico-Culturais I	4			4			4				4	
FM301	Atividades Científico-Culturais II	2			2			2				2	
MA111	Cálculo I	6	4	2		6						6	
MA141	Geometria Analítica e Vetores	4	4			4						4	
MA211	Cálculo II	6	4	2		6						6	
MA311	Cálculo III	6	4	2		6						6	
MA327	Álgebra Linear	4	4			4						4	
MC102	Algoritmos e Programação de Computadores	6	4	2		6						6	
ME414	Estatística para Experimentalistas	4	4			4						4	
MS149	Complementos da Matemática	2	2			2						2	
Disciplinas Eletivas													
8	Qualquer disciplina da UNICAMP	8						8				8	
4	Qualquer disciplina F ---	4				4						4	
4	Créditos dentre:	4		4		4						4	
	F 540 Métodos da Física Experimental I												
	F 541 Métodos da Física Experimental V												
	F 839 Métodos da Física Experimental VI												
8	Créditos dentre:	8		8		8			8			8	
	F 590 Iniciação Científica I												
	F 690 Iniciação Científica II												
	FL110 Iniciação à Prática Docente I												
	FL210 Iniciação à Prática Docente II												
	FL310 Iniciação à Prática Docente III												
6	Créditos dentre:	6		6		6						6	
	F 530 Instrumentação I												
	F 630 Instrumentação II												
	F 709 Tópicos de Ensino de Física II												
	F 730 Instrumentação III												
	FL702 Projetos Integrados ao Ensino de Física II												
	F 809 Instrumentação para Ensino												

* Legenda: Cr (Créditos); T (Teoria); L (Laboratório); P (Prática); O (Orientação); FTC (Formação Técnico-Científica); FDP (Formação didático-pedagógica); ACC (Atividades Científico-Culturais); ATP (Atividades Teórico-Práticas); PCC (Práticas como Componentes Curriculares); ATF (Atividades Formativas).

	Curso	T	L	P	O	FTC	FDP	ACC	Est.	ATP	PCC	ATF
TOTAL EM HORAS	3300	1245	270	555	1230	1500	1080	240	480	210	405	2205
PERCENTUAL DO CURSO		38%	8%	17%	37%	45%	33%	7%	15%	6%	12%	67%
			100%				85%		15%	85%		

6 – Outras Informações Relevantes

6.1 Sobre o Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW)

O Instituto de Física "Gleb Wataghin" começou suas atividades em 1967 e desde então tem sido um centro de excelência em pesquisa, ensino e extensão, reconhecido como um dos melhores do país e dotado de pesquisadores com trabalhos de impacto internacional.

Em 2009, a Unicamp foi eleita a melhor universidade na área de Exatas e Informática pelo Prêmio Guia do Estudante Abril. Já a pós-graduação do IFGW recebeu a nota máxima (7) da avaliação da Capes nos últimos sete triênios (1998-2000, 2001-2003, 2004-2006, 2007-2009, 2010-2012, 2013-2015, 2016-2018). Praticamente todas as teses de doutorado defendidas no Instituto vão acompanhadas de publicações em revistas de circulação internacional. Nos últimos anos cerca de 10 teses de doutorado receberão prêmios ou distinções acadêmicas nacionais e/ou internacionais.

O Instituto tem também se destacado tanto na pesquisa básica como na aplicada, tendo tido papel fundamental em desenvolvimentos tecnológicos do país, como no caso das Comunicações Ópticas. Desde 1983, foram geradas 13 empresas de tecnologia a partir dos quadros do IFGW. Apresenta hoje uma estrutura com quatro departamentos de pesquisa:

- Raios Cósmicos e Cronologia;
- Física da Matéria Condensada;
- Eletrônica Quântica;
- Física Aplicada.

As atividades relativas à Diretoria do IFGW contemplam os diversos setores, tais como Coordenadorias de Graduação e de Pós-Graduação, Biblioteca, serviços administrativos, serviços técnicos, etc. Atualmente o corpo administrativo do IFGW diretamente ligado à Diretoria é composto por:

Prof. Dr. Pascoal José Giglio Pagliuso	Diretor
Profa. Dra. Mônica Alonso Cotta	Diretora Associada
Prof. Dr. Marcos César de Oliveira	Coordenador de Pós-graduação
Prof. Dr. Abner de Siervo	Coordenador de Graduação
Prof. Dr. Rickson Coelho Mesquita	Coordenador Associado de Graduação
Prof. Dr. Gustavo Silva Wiederhecher	Coord. dos Labs. de Ens. Básico e de Informática
Prof. Dr. André Koch Torres de Assis	Coordenador da Biblioteca
Eng ^o . Pedro Miguel Raggio dos Santos	Responsável Técnico pelos LEB/LEI
Eng ^o . Antonio Carlos da Costa	Responsável Técnico pelo LEP
Juliana Fachini de Araújo	Secretária de Graduação

Contamos ainda com o apoio de 14 técnicos e 04 secretários auxiliando os laboratórios e a organização dos Cursos de Física.

O corpo docente do Instituto de Física é composto de 87 professores ativos, sendo 86 em RDIDP (Regime de Dedicção Integral a Docência e Pesquisa) e 1 em RTP (Regime de Turno Parcial) todos, exceto um, com título de Doutor. O corpo discente tem aproximadamente 700 alunos de Graduação e 300 de Pós-Graduação.

O IFGW apresenta grande ênfase na realização de pesquisas em áreas de fronteira da Física, tendo uma história de forte integração com outras instituições de pesquisa nacional e internacional e com o setor produtivo. O Instituto tem formado muitos dos quadros qualificados de centros de pesquisa e de outras Universidades. Várias empresas se originaram no Instituto e estão instaladas nos arredores da UNICAMP, atuando em manufatura de lasers, equipamentos ópticos de precisão, tratamento de superfície, e eletrônica. As principais fontes de suporte financeiro do Instituto são a UNICAMP, FAPESP, CAPES, CNPq, além de convênios específicos.

O IFGW ocupa uma área de cerca de 39.200 m² incluindo administração, salas de professores e alunos de pós-graduação, cantina, laboratório didático dos cursos profissionais de física, salas de aulas, biblioteca, oficina gráfica e de desenho, laboratório de pesquisa, oficinas de apoio, estacionamento e área verde. O Instituto tem cerca de 40 laboratórios de pesquisa, 17 laboratórios de ensino, 400 micro-computadores e 200 computadores do tipo *workstations*. A biblioteca do IFGW conta com cerca de 14 mil livros em seu acervo e 223 assinaturas de periódicos e 44 títulos correntes.

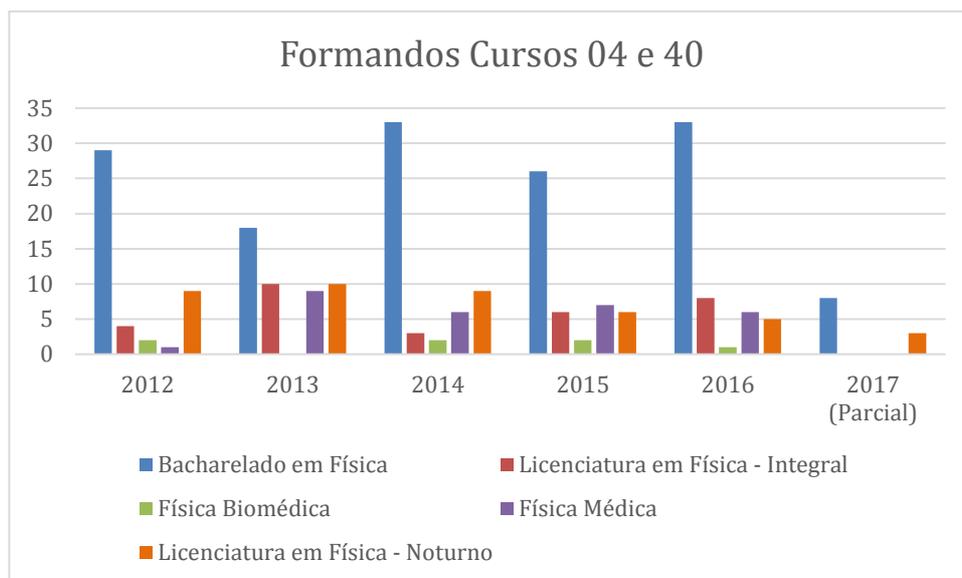
6.2 Processos Periódicos de Avaliação dos Cursos do IFGW

O IFGW faz avaliações internas periódicas de seus cursos e do conjunto de suas disciplinas. Os alunos das várias modalidades de curso oferecidas pelo IFGW discutem as disciplinas e o andamento do curso em reuniões semestrais, sendo as aulas interrompidas no horário dessa avaliação global. Uma avaliação mais detalhada de cada disciplina é realizada por meio de um formulário específico que os estudantes respondem próximo do final de cada semestre.

Finalmente, com periodicidade de alguns anos, é discutida a estrutura curricular e as ementas das disciplinas como um todo. Constantemente a Comissão de Graduação do IFGW discute, avalia e delibera sobre as práticas de ensino e avaliação adotadas no IFGW, como por exemplo, introdução de disciplinas baseadas em projetos, *peer-learning*, disciplinas com turmas coordenadas, etc. Entre 2015-2017 três Grupos de Trabalho liderados pela Coordenadoria de Graduação do IFGW elaboraram pareceres para atualizar a grade curricular dos cursos de Licenciatura em Física, Bacharelado em Física Médica, e Bacharelado em Física com Ênfase em Física Biomédica. No momento estamos discutindo a grade do bacharelado em Física e reformulando as disciplinas básicas de laboratório.

6.3 - Alunos Formados

O gráfico abaixo apresenta o número de alunos formados em graduação no IFGW nos últimos anos. Observa-se que o número de alunos formados tem crescido nos últimos anos. O curso noturno é mais extenso que o diurno para manter a mesma ementa e qualidade com um número menor de horas-aula semanais, sendo esta uma das causas da formação ainda pequena de alunos no curso noturno.



7 - Ementas das Disciplinas

Listamos abaixo as ementas das disciplinas obrigatórias e eletivas constantes nas modalidades do curso de Física. Para cada disciplina mostramos seu código, nome, semestre de oferecimento (OF: S - 1= primeiro, 2= segundo, 5= ambos), número de horas-aula por semana e teoria (T), prática (P), laboratório (L), atividade orientadas (O), total de horas semanais (HS), horas semanais em sala de aula (SL), número de créditos (C) e pré-requisitos.

F 008 – Introdução à Física

OF:S-1 T:002 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: Não tem

Ementa: Introdução à ciência como forma de conhecimento. A matemática como linguagem da ciência. Grandezas, unidades e medidas. Movimentos no Universo. Energia e potência. Leis do movimento de Newton. Física térmica. Oscilações e Ondas. Ondas sonoras. Óptica. Ondas eletromagnéticas.

F 010 - Estágio em Empresas Júnior - Física

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Estudo de situações reais em Física, desenvolvimento e acompanhamento de projetos em Física - pesquisa, desenvolvimento, divulgação, ensino - junto a uma Empresa Júnior. O estágio é orientado bilateralmente, incluindo um docente do curso e é concluída com a apresentação de um relatório.

F 011 - Tópicos de Física Aplicada I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada I

F 012 - Tópicos de Física Aplicada II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada II

F 013 - Tópicos de Física Aplicada III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada III

F 014 - Tópicos de Física Aplicada IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada IV.

F 015 - Tópicos de Física Aplicada V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada V.

F 016 - Tópicos de Física Aplicada VI
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VI.

F 017 - Tópicos de Física Aplicada VII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VII.

F 018 - Tópicos de Física Aplicada VIII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VIII.

F 021 - Tópicos de Física da Matéria Condensada I
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada I.

F 022 - Tópicos de Física da Matéria Condensada II
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada II.

F 023 - Tópicos de Física da Matéria Condensada III
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada III.

F 024 - Tópicos de Física da Matéria Condensada IV
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada IV.

F 025 - Tópicos de Física da Matéria Condensada V
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada V.

F 026 - Tópicos de Física da Matéria Condensada VI
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VI.

F 027 - Tópicos de Física da Matéria Condensada VII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VII.

F 028 - Tópicos de Física da Matéria Condensada VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VIII.

F 031 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica I.

F 032 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica II.

F 033 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica III.

F 034 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica IV.

F 035 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica V.

F 036 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VI.

F 037 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VII.

F 038 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VIII.

F 041 - Tópicos de Física Matemática I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática I.

F 042 - Tópicos de Física Matemática II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática II.

F 043 - Tópicos de Física Matemática III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática III.

F 044 - Tópicos de Física Matemática IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática IV.

F 045 - Tópicos de Física Matemática V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática V.

F 046 - Tópicos de Física Matemática VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VI.

F 047 - Tópicos de Física Matemática VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VII.

F 048 - Tópicos de Física Matemática VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VIII.

F 051 - Tópicos de Física Computacional I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional I.

F 052 - Tópicos de Física Computacional II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional II.

F 053 - Tópicos de Física Computacional III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional III.

F 054 - Tópicos de Física Computacional IV
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional IV.

F 055 - Tópicos de Física Computacional V
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional V.

F 056 - Tópicos de Física Computacional VI
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VI.

F 057 - Tópicos de Física Computacional VII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VII.

F 058 - Tópicos de Física Computacional VIII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VIII.

F 061 - Tópicos de História da Física I
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física I.

F 062 - Tópicos de História da Física II
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física II.

F 063 - Tópicos de História da Física III
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física III.

F 064 - Tópicos de História da Física IV
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física IV.

F 065 - Tópicos de História da Física V
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física V.

F 066 - Tópicos de História da Física VI
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física VI.

F 067 - Tópicos de História da Física VII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física VII.

F 068 - Tópicos de História da Física VIII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de História da Física VIII.

F 071 - Tópicos de Física Clássica I
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica I.

F 072 - Tópicos de Física Clássica II
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica II.

F 073 - Tópicos de Física Clássica III
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica III.

F 074 - Tópicos de Física Clássica IV
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica IV.

F 075 - Tópicos de Física Clássica V
OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica V.

F 076 - Tópicos de Física Clássica VI
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VI.

F 077 - Tópicos de Física Clássica VII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VII.

F 078 - Tópicos de Física Clássica VIII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VIII.

F 081 - Tópicos de Física Experimental I
OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental I.

F 082 - Tópicos de Física Experimental II
OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental II.

F 083 - Tópicos de Física Experimental III
OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental III.

F 084 - Tópicos de Física Experimental IV
OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos de Física Experimental IV.

F 085 - Tópicos de Física Experimental V
OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos de Física Experimental V.

F 086 - Tópicos de Física Experimental VI
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VI.

F 087 - Tópicos de Física Experimental VII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200
Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VII.

F 088 - Tópicos de Física Experimental VIII
OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VIII.

F 091 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares I.

F 092 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares II.

F 093 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares III.

F 094 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares IV.

F 095 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares V.

F 096 - Tópicos de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VI.

F 097 - Tópicos de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VII.

F 098 - Tópicos de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VIII.

F 128 - Física Geral I

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Cinemática do ponto. Leis de Newton. Estática e dinâmica da partícula. Trabalho e energia. Conservação da Energia. Momento linear e sua conservação. Colisões. Momento angular da partícula e de sistemas de partículas. Rotação de corpos rígidos.

F 129 - Física Experimental I

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Grandezas físicas e suas medidas. Erros. Instrumentos de medida. Tabelas, gráficos. Leis de Newton. Lei de Hooke. Estatística de dados, método de mínimos quadrados e propagação de erros. Movimento bidimensional. Conservação de energia. Colisões e conservação do movimento linear.

F 149 - Desenvolvimento de Novos Materiais

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 888

Ementa: Técnicas de preparação de materiais volumétricos: reação do estado sólido, técnica de fluxo metálico, fusão a arco, fusão por zona flutuante, etc. Critérios de estabilidade de estrutura. Síntese por aproximação através da substituição química por similitude de valência ou raio iônico. Critérios de busca por propriedade física desejada.

F 228 - Física Geral II

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: *F 128

Ementa: Oscilações. Gravitação. Ondas em meios elásticos. Ondas sonoras. Hidrostática e hidrodinâmica. Viscosidade. Temperatura. Calorimetria e condução de calor. Leis da termodinâmica; teoria cinética dos gases.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA151 ou disciplina equivalente.

F 229 - Física Experimental II

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 128 F 129

Ementa: Experiências de laboratório sobre: oscilações, gravitação, ondas em meios elásticos, ondas sonoras, hidrostática e hidrodinâmica, viscosidade, temperatura, calorimetria e condução de calor, leis da termodinâmica e teoria cinética dos gases.

F 249 - Óptica Aplicada

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 429 F 589

Ementa: Fontes e Detectores de Luz: fontes contínuas (térmicas), discretas (espectrais) e monocromáticas; detectores térmicos e quânticos. Radiometria, Fotometria, Colorimetria e Espectrometria. Formação de Imagens: aproximação paraxial, sistemas espessos, efeito das aberturas (luminosidade e campo de imagem), aberrações: geométricas e cromática, resolução (efeitos de difração). Lentes de Fresnel. Sistemas Ópticos: microscópios, telescópios, objetivas, condensadores, etc. Aplicações envolvendo a polarização da luz: elipsometria, polarimetria, moduladores, mostradores de cristal líquido, etc. Interferometria: medida de pequenas dimensões, deslocamentos e topografia de superfícies. Filmes Finos: espelhos frios, filtros de interferência e antirrefletores.

F 313 - Mecânica Geral

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 128 MA141 MA211

Ementa: Fundamentos da mecânica newtoniana. Estática e dinâmica do ponto material. Sistemas de partículas. Referenciais acelerados. Sistemas de forças aplicados a um corpo rígido. Estática e dinâmica dos corpos rígidos. Vínculos, graus de liberdade, princípio dos trabalhos virtuais.

Obs.: Os alunos do curso de Física não poderão cursar esta disciplina.

F 315 - Mecânica Geral I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 128 MA211

Ementa: Revisão de matrizes e cálculo vetorial. Mecânica Newtoniana. Oscilações lineares. Oscilações não lineares e Caos. Gravitação. Cálculo variacional. Equações de Lagrange e de Hamilton.

F 320 - Termodinâmica

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 228 MA211

Ementa: Sistemas termodinâmicos, reversibilidade, termometria. Variáveis e equações de estado, diagramas PVT. Trabalho e primeira lei da termodinâmica. Equivalente mecânico de calor. Energia interna, entalpia, ciclo de Carnot. Mudanças de fase. Segunda lei da termodinâmica e entropia. Funções termodinâmicas. Aplicações práticas de termodinâmica. Teoria cinética dos gases. Distribuição de velocidades moleculares.

F 328 - Física Geral III

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 128 MA111 MA141/ F 128 GE504 MA141

Ementa: Lei de Coulomb, Campo Elétrico, Lei de Gauss, Potencial Elétrico, Capacitância, Corrente e Resistência, Força Eletromotriz e Circuitos Elétricos, Campo Magnético, Lei de Ampère, Lei da Indução de Faraday, Indutância, Propriedades Magnéticas da Matéria, Oscilações Eletromagnéticas, Correntes Alternadas, Equações de Maxwell.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA251 ou disciplina equivalente.

F 329 - Física Experimental III

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 129 MA111/ F 129 GE504

Ementa: Experiências de laboratório sobre: lei de Coulomb e campo elétrico, lei de Gauss, potencial elétrico, capacitores e dielétricos, corrente, resistência e força eletromotriz, circuitos e instrumentos de corrente contínua, campo magnético de uma corrente, forças magnéticas sobre correntes, força eletromotriz induzida e circuitos de corrente alternada.

F 349 - Introdução à Teoria de Informação: Aspectos Clássicos e Quânticos

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 789

Ementa: Definição de informação; entropia, entropia relativa e informação mútua; redundância de códigos; princípios de codificação de erros; princípios de mecânica quântica, definição de canais quânticos, origem de ruídos em sistemas de comunicação e informação quânticos; códigos quânticos de correção de erros; introdução à criptografia.

F 415 - Mecânica Geral II

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 315/ AA200

Ementa: Forças centrais. Sistemas de partículas. Referenciais não inerciais. Dinâmica de corpos rígidos. Oscilações acopladas. Meios contínuos e ondas. Teoria especial da Relatividade.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos da Física.

F 428 - Física Geral IV

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 328/ EE521

Ementa: Ondas Eletromagnéticas, Óptica Geométrica, Interferência, Difração, Teoria da Relatividade, Física Quântica, Modelos Atômicos, Condução de Eletricidade em Sólidos, Física Nuclear, Quarks, Léptons, e o Big-Bang.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA351 ou disciplina equivalente.

F 429 - Física Experimental IV

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 329/ EE521 F 129

Ementa: Experiências de laboratório sobre: propriedades magnéticas da matéria, correntes alternadas, ondas eletromagnéticas, reflexão e refração da luz, polarização, interferência e difração da luz e introdução à física atômica e nuclear.

F 449 - Lasers e Aplicações

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 429/ F 589

Ementa: Princípio de funcionamento: emissão estimulada, meio ativo, inversão de população e cavidade óptica. Tipos de lasers, tipos de cavidades, laser contínuos e pulsados, amplificação e alargamento de linhas espectrais, limiar de oscilação, saturação do ganho. Espectro de modos. Prisma, redes e espelhos dispersivos para compensação de dispersão da velocidade de grupo. Aplicações científicas do laser (resfriamento a laser, medidas extremamente precisas, holografia, etc). Uso de lasers em telecomunicações; Aplicações em medicina e biofotônica. Aplicações industriais: corte, metrologia, instrumentos a laser.

F 489 - Estrutura de Matéria II

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 589

Ementa: Momentos de dipolo magnético, spin, e taxas de transição. Átomos multieletrônicos. Estatística quântica. Moléculas. Sólidos. Modelos Nucleares. Partículas elementares.

F 502 - Eletromagnetismo I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428/ AA200

Ementa: Campos eletrostáticos no vácuo e nos materiais dielétricos. Resolução das equações de Poisson e Laplace. Campos magnéticos, correntes estacionárias e materiais não magnéticos. Força eletromotriz induzida e energia magnética. Materiais magnéticos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 515 - Mecânica Geral III

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 415

Ementa: Princípios variacionais e equações de Lagrange. Equações de movimento de Hamilton. Transformações canônicas. Teoria de Hamilton-Jacobi. Teoria de perturbação canônica. Introdução as formulações Hamiltonianas e Lagrangeanas para sistemas contínuos de campos.

F 520 - Métodos Matemáticos da Física I

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 MA044/ AA200

Ementa: Análise Vetorial (revisão), o operador nabla, sistemas de coordenadas (revisão), determinantes e matrizes, equações diferenciais, teoria de Sturm-Liouville funções ortogonais, a função gama, funções de Bessel, funções de Legendre, funções especiais.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 530 - Instrumentação I

OF:S-1 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 540 - Métodos da Física Experimental I

OF:S-1 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Circuitos básicos DC-AC. Componentes passivos. Instrumentos de medida. Diodos. Transistores. Amplificação. Amplificadores operacionais. Realimentação. Osciladores. Circuitos digitais básicos. Textos de laboratório.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 541 - Métodos da Física Experimental V

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 540

Ementa: Técnicas avançadas em eletrônica.

F 549 - Fontes Alternativas de Energia

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: Não há

Ementa: Fontes de Energia Renovável, Combustíveis alternativos: Biodiesel, Bioetanol. Células Solares. Usinas Nucleares. Energia Eólica. Estudos de Impactos Ambientais.

F 550 - Radiação: Interação e Detecção

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 429 F 589

Ementa: Elementos de teoria de espalhamento. Interação da radiação gama com a matéria. Efeitos de atenuação. Método Monte Carlo. Detecção de radiação. Tipos de detetores. Espectroscopia Gama e de raio-x. Análise de dados.

Obs.: Recomenda-se cursar junto a disciplina F 502.

F 589 - Estrutura da Matéria

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200/ F 428 MA311

Ementa: Introdução à teoria da relatividade restrita. Radiação térmica e o postulado de Planck. Fótons e as propriedades corpusculares da radiação. Propriedades ondulatórias das partículas e o postulado de De Broglie. O átomo de Bohr. Introdução à equação de Schrödinger e soluções de problemas unidimensionais. O átomo de hidrogênio.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 590 - Iniciação Científica I

OF:S-1 T:000 P:001 L:000 O:001 D:000 HS:002 SL:000 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a um projeto de pesquisa sob orientação individual de um professor.

F 602 - Eletromagnetismo II

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 502

Ementa: Equações de Maxwell. Propagação de ondas eletromagnéticas. Reflexão. Refração. Guias de onda. Radiação. Antenas.

F 604 - Física Estatística

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200/ F 320 ME210/ F 320 ME414/ QF431

Ementa: Introdução às propriedades de sistemas macroscópicos. Conceitos básicos de probabilidade. Interação térmica. Fator de Boltzmann. Relação entre conceitos atômicos e medidas macroscópicas "Ensemble" microcanônico. Distribuição canônica na aproximação clássica. Aplicações. Teorema da equipartição da energia. Interação termodinâmica. Termodinâmica estatística. Interação entre sistemas com troca de partículas: o "Ensemble" grande canônico. Estatística quântica de gases ideais: estatísticas de fótons, estatísticas de Fermi-Dirac e de Bose-Einstein. Teoria cinética e processos de transporte.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 609 - Tópicos de Ensino de Física I

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 328 F 329

Ementa: Reflexão sobre o papel do professor de Física, as relações associadas à transposição didática, bom como sobre as metodologias de ensino que podem ser utilizadas nas aulas, tais como experimentação, história da ciência, resolução de problemas, interdisciplinaridade, dentre outros. Uso de Tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física.

F 620 - Métodos Matemáticos da Física II

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 520

Ementa: Funções de variáveis complexas I (revisão), funções de variáveis complexas II: cálculo de resíduos (revisão), séries de Fourier, transformações integrais, equações integrais, cálculo de variações.

F 625 - Métodos de Computação Científica I

OF:S-6 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MA311 MS211

Ementa: Elementos de programação em python. Parte gráfica: visualização e animação. Integração e diferenciação numérica. Transformadas de Fourier e aplicações. Equações diferenciais ordinárias de primeira e segunda ordem. Equações diferenciais parciais. Problemas de valores de contorno e iniciais. Processos estocásticos e método Monte Carlo. Integração e simulação por métodos Monte Carlo. Método Monte Carlo de Cadeia de Markov.

F 630 - Instrumentação II

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 640 - Métodos da Física Experimental II

OF:S-2 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Introdução: teoria dos gases rarefeitos. Escoamento de gases. Bombas de vácuo. Descrição quantitativa do bombeamento de sistemas de vácuo. Adsorção, dessorção e evaporação de moléculas em vácuo. Medidores de pressão. Acessórios: armadilhas, anteparos, válvulas, etc. Detecção de vazamento. Vedação. Soldagem. Limpeza. Métodos e máquinas produtoras de baixa temperatura. Liquefação de gases. Medição de temperatura. Componentes criogênicos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 689 - Mecânica Quântica I

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 589 MA327

Ementa: Introdução às idéias fundamentais da teoria quântica. O aparato matemática da mecânica quântica de Schrödinger. Formalização da Mecânica

Quântica enunciado-se os postulados. Spin 1/2 e sistemas de dois níveis. O oscilador harmônico unidimensional. Momento angular.

F 690 - Iniciação Científica II

OF:S-2 T:000 P:001 L:000 O:001 D:000 HS:002 SL:000 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200/ F 590

Ementa: Iniciação a um projeto de pesquisa sob orientação individual de um professor.

F 709 - Tópicos de Ensino de Física II

OF:S-2 T:002 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:002 C:006 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 609

Ementa: Esta disciplina pretende fornecer ao licenciado uma discussão sobre a inserção dos conceitos de Física diante dos problemas de ensino de Física nas escolas de ensino médio. Deverá ser enfatizado o projeto, a confecção e o uso das demonstrações sobre Física no ensino médio.

F 725 - Métodos de Computação Científica II

OF:S-6 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 625 F 689

Ementa: Métodos de Dinâmica molecular e Monte Carlo para amostragem de ensembles estatísticos em sistemas clássicos de muitos graus de liberdade. Transições de fase. Simulação de processos fora do equilíbrio. Métodos Monte Carlo para sistemas quânticos. Soluções de passeio aleatório da equação de Schrödinger. Monte Carlo de Integrais de Trajetória e de Difusão.

F 730 - Instrumentação III

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 740 - Métodos da Física Experimental III

OF:S-1 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Experimentos de Física Moderna: Medidas de constantes fundamentais da Física: Emissão Termoiônica. Espectroscopia atômica e nuclear. Movimentos semicondutores. Ressonância magnética.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 749 - Engenharia de Materiais Estruturados e Dispositivos

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 888

Ementa: Técnicas de preparação e caracterização de filmes finos e materiais nanoestruturados. Nanomagnetismo. Técnicas de Microscopia, STM e AFM. Engenharia de dispositivos e funcionalização.

F 751 - Imagens Médicas com Radiação Não-Ionizantes

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 520 F 589

Ementa: Geração e propagação de ultra-som. Limites de resolução e artefatos. Medidas de fluxo Doppler. Processamento de sinais. Efeitos biológicos e segurança. Fundamentos de ressonância magnética. Geração de sinais e detecção. Sequências de pulso características. Localização de sinais e reconstrução de imagens. Contraste, resolução, ruído e artefatos. Técnicas para imageamento rápido.

F 752 - Ressonância Magnética Aplicada à Medicina

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 520 F 589

Ementa: Fundamentos de Ressonância Magnética. Geração de Sinais e Detecção. Sequências de Pulso Características. Localização de Sinais e Reconstrução de Imagens. Contraste, Resolução, Ruído e Artefatos. Técnicas para Imageamento Rápido. Imagens por Difusão e Perfusão. Espectroscopia por RM.

F 755 - Física Aplicada à Medicina e Biologia I

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 502

Ementa: Mecânica aplicada a problemas de músculos e circulação sanguínea. Transporte em um meio infinito. Transporte através de membranas neutras. Impulsos elétricos em células nervosas e músculos. Eletrocardiograma. Biomagnetismo. Eletricidade e magnetismo ao nível celular.

F 758 - Radiobiologia e Radioproteção

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: BD580 F 550/ BS580 F 550

Ementa: Radioquímica. Teorias e modelos de sobrevivência celular. Fatores que modificam a resposta da radiação. Radiobiologia de tecidos normais e neoplásicos. Carcinogênese e efeitos genéticos da radiação ionizante. Radiação ionizante e saúde pública. Princípios de proteção radiológica. Cálculos de dose de radiação. Normas de proteção radiológica. Cálculos de blindagens. Medidas de radiação. Proteção radiológica em instalações médicas e laboratórios de pesquisa. Gerenciamento de rejeitos radioativos. Transporte de materiais radioativos.

F 789 - Mecânica Quântica II

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 689

Ementa: Forças centrais e o átomo de Hidrogênio. Teoria de Espalhamento de uma partícula por um potencial. Spinores na teoria quântica não-relativística. Adição de momentos angulares. Teoria de perturbação independente do tempo. Estruturas fina e hiperfina do átomo de hidrogênio. Teoria de perturbação dependente do tempo. Partículas idênticas.

F 790 - Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 MC102/ AA200

Ementa: Percepção visual humana; imagem digital; processamento de imagem; transformada de Fourier contínua e discreta; transformada de Laplace; filtragem

de imagens; transformações geométricas; reconstrução de imagens através de projeções.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 809 - Instrumentação para Ensino

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Desenvolvimento de projeto de instrumentação sob orientação individual de um professor.

F 830 - Instrumentação IV

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 837 - Laboratório de Física Médica

OF:S-2 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 740/ AA200

Ementa: Experimentos de Física Médica e Radiação. Espalhamento Compton. Efeito fotoelétrico. Caracterização de detectores de radiação. Lei de Poisson e distribuição normal em processos de decaimento radioativo. Fonte de neutrons e radioatividade induzida. Formação de imagens utilizando simuladores. Formação da imagem por raios-X: Contraste de absorção e contraste de fase. Ressonância Magnética Nuclear. Dosímetros termoluminescentes.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 838 - Métodos de Física Experimental VII

OF:S-6 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Simetria das redes cristalinas, produção de raios-X, difração por redes de átomos, difração por sólidos cristalinos, determinação de estruturas cristalinas, espalhamento difuso de raios-X; estrutura da matéria desordenada, polímeros e sistemas biológicos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 839 - Métodos da Física Experimental VI

OF:S-2 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Ótica geométrica, Propagação, Natureza vetorial (relações vetoriais, vetor de Poynting, polarização, reflexão e refração, ondas evanescentes), Interferência e coerência (interferômetros, coerência, autocorrelação, espectro de potência, pulsos), Difração, Holografia (elementos, materiais, reconstrução de uma onda, capacidade e conteúdo de informação). Óptica de sólidos (dielétricos isotrópicos, condutores, interfaces com índices de refração complexos, meios anisotrópicos, cristais eletro-ópticos, óptica não linear.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 840 - Métodos da Física Experimental IV

OF:S-6 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Difração de raios-X. Aparelhamento experimental. Método de Laue. Orientação de monocristais. Método de pó. Medição do parâmetro de rede. Difrátômetro de raios-X. Aplicações. Proteção. Interferômetros por divisão de frente de onda, por lâmina de vidro e de Michelson. Luz coerente e luz espontânea. Sistema óptico difrator e formador de imagens. Medição interferométrica de índice de refração de um gás. Medição por holografia da distribuição de temperatura. Sistema Monocromador e espectros de fontes luminosas.

F 849 - Instrumentação Científica

OF:S-6 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 540/ EE530

Ementa: Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores "lock-in", conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

F 852 - Física da Radiologia

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 758

Ementa: Produção de raios-x. Interação dos raios-x com a matéria. Formação da imagem radiográfica. Outras modalidades de imagens analógicas. Modalidades de imagens radiográficas digitais. Controle de qualidade.

F 853 - Física da Medicina Nuclear

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 758

Ementa: Grandezas e unidades. Decaimento radioativo. Espectrometria. Estatística aplicada à medicina nuclear. Produção de radionuclídeos. Dosimetria interna. Instrumentação. Detecção e medidas da radiação. Sistemas de contagem. Câmaras de cintilação. Qualidade de imagem em Medicina Nuclear. Tomografias tipo SPECT e PET.

F 854 - Física da Radioterapia

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 758

Ementa: Produção e qualidade dos raios-x. Aparelhos de radioterapia. Cálculo de dose. Planejamento de tratamento. Técnicas especiais de radioterapia. Terapia com feixe de elétrons. Braquiterapia.

F 855 - Física Aplicada à Medicina e Biologia II

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 755

Ementa: Análise de Sinais. Imagens Médicas. Laser na Medicina. Aplicações Médicas de raios-x. Noções de medicina nuclear.

F 856 - Biofotônica

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 589

Ementa: Óptica geométrica e instrumentos ópticos - microscópios. Guias de onda e fibras ópticas. Detectores de luz: fotomultiplicadores, APD, e câmeras CCD. Interação da luz com a matéria. Marcadores fluorescentes: proteínas e quantum dots. Funcionalização de interfaces. Espectroscopias de infravermelho e Raman. Óptica não linear. Biossensores fotônicos. Lasers. Cirurgias e terapias com laser. Visualizações fotônicas: OCT, NIR-DOT. Microscopias de fluorescência. Microscopias Multifotônicas. Microscopias Raman. Microscopias com resolução subdifração. Pinças ópticas e medidas biomecânicas.

F 885 - Partículas Elementares e Campos

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689

Ementa: Introdução histórica. Conteúdo de partículas elementares previstos no modelo padrão. Cinemática relativística. Interações fundamentais: bósons intermediários e vértices primitivos da QED, QCD e interações fracas. Teorias de Gauge. Unificação eletrofraca. O mecanismo de Higgs. O modelo padrão.

F 887 - Física Nuclear

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689/ F 489

Ementa: O átomo nuclear e o núcleo atômico. O modelo de gás de Fermi. O modelo de partícula independente. Aplicações do modelo de partícula independente. Núcleos com mais que um nucleon fora de camadas fechadas. Supercondutividade nuclear. O modelo coletivo. O modelo unificado. Aplicações do modelo unificado: vibrações.

F 888 - Física do Estado Sólido

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689

Ementa: O problema geral do sólido e suas aproximações. Movimento de caroços e movimento de elétrons: visão puramente conceitual da aproximação adiabática Born-Oppenheimer. Revisão de estatística quântica: distribuições de Fermi-Dirac, Bose-Einstein e aplicações. Moléculas: ligações e espectros moleculares. Estrutura cristalina e rede recíproca. Condutores, semicondutores, supercondutores. Propriedades magnéticas.

F 889 - Física Atômica e Molecular

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689

Ementa: Átomos hidrogenóides. Átomos com mais de um elétron. Equações de Schrödinger. Espectroscopia de átomos. Átomo em campo externo. Espectro molecular: Excitações eletrônicas, vibracionais, rotacionais. Ligação química. Efeito Raman; cálculo de moléculas simples.

F 894 - Projeto de Curso em Engenharia Física

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200/ AA475

Ementa: Encontrar solução de um problema prático específico através da aplicação de princípios físicos, no projeto e construção de um aparelho ou equipamento. Isto será feito sob orientação individual de um professor.

F 895 - Projeto de Curso

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200/ AA475

Ementa: Encontrar solução de um problema prático específico através da aplicação de princípios físicos, no projeto e construção de um aparelho ou equipamento. Isto será feito sob orientação individual de um professor.

F 896 - Monografia

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA480

Ementa: Esta disciplina consistirá de aulas em sala, enfatizando a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho científico, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação científica, etc.. Na parte prática, deverá ser desenvolvido um tema de pesquisa individualmente pelo aluno, com o formato de um trabalho de Iniciação Científica, sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação. A Monografia será avaliada no final da disciplina.

F 897 - Monografia em Ensino de Física I

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA480

Ementa: Esta disciplina enfatiza a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho escrito voltado para o ensino de Física, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação escrita, etc. Na parte prática, o aluno deverá escolher um tema na área de Ensino de Física para estudar a fundo, num formato de trabalho dirigido. Deverão ser entregues a revisão bibliográfica sobre o tema, assim como o planejamento de monografia da parte a ser escrita. O trabalho será desenvolvido sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação.

F 901 - Estágio Supervisionado I

OF:S-5 T:000 P:002 L:000 O:008 D:000 HS:010 SL:002 C:010 AV:N EX:S FM:80%
Pré-Req.: AA200/ F 428

Ementa: Aplicação de conhecimentos específicos de Física e técnicas didáticas em situações concretas de ensino, possibilitando a realização de mini-projetos, preparação de material didático e recursos paralelos, visando uma maior eficácia do trabalho formativo.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 902 - Estágio Supervisionado II

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:008 D:000 HS:010 SL:002 C:010 AV:N EX:S FM:80%
Pré-Req.: AA200/ F 901

Ementa: Aplicação de conhecimentos específicos de Física e técnicas didáticas em situações concretas de ensino, possibilitando a realização de mini-projetos, preparação de material didático e recursos paralelos, visando uma maior eficácia do trabalho formativo.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 949 - Estágio em Engenharia Física

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:008 D:000 HS:012 SL:004 C:012 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA475

Ementa: Estudos de situações reais em engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e teste de equipamento, junto a empresas e centros de pesquisa credenciados pela Universidade.

FI092 - Física

OF:S-2 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Força e máquinas simples, locomoção, dinâmica, líquidos, sólidos, e materiais biológicos. Ondas e fenômenos de interface, polarização, lentes e instrumentos óticos. Corrente elétrica, eletromagnetismo. Átomo de Bohr, núcleo e radioatividade.

FL110 - Iniciação à Prática Docente I

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

FL210 - Iniciação à Prática Docente II

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

FL310 - Iniciação à Prática Docente III

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

FL701 Projetos Integrados do Ensino de Física

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:002 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200 / EL774 / F 609 / F 901

Ementa: Desenvolvimento de projetos educacionais que poderão ser aplicados em sala de aula e/ou ambientes de ensino não-formal, como museu de ciências,

voltadas para o ensino médio em Física. Os projetos deverão refletir sobre diferentes metodologias de ensino que podem ser utilizadas em aula.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

FL702 Projetos Integrados do Ensino de Física II

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:002 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200 / EL774 / F 609 / F 901

Ementa: Desenvolvimento de projetos educacionais que poderão ser aplicados em sala de aula e/ou ambientes de ensino não formal, como museu de ciências, voltadas para o ensino médio em Física. Os projetos deverão refletir sobre diferentes metodologias de ensino que podem ser utilizadas em aula.

FL801 - Práticas de Ensino de Física

OF:S-1 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:004 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 589

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em forma de tutorias e plantão de dúvidas, supervisionadas por um docente do Instituto de Física.

FM003 - Seminários sobre a Profissão

OF:S-1 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Palestras sobre temas de ciências físicas e matemáticas e de suas interfaces com outras ciências, visando o direcionamento da formação acadêmica dos alunos ingressantes.

FM201 - Atividades Científico - Culturais I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM301 - Atividades Científico - Culturais II

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM401 - Atividades Científico - Culturais III

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM501 - Atividades Científico - Culturais IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM601 - Atividades Científico - Culturais V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da unicamp.

FM701 - Atividades Científico - Culturais VI

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

BS580 - Fundamentos de Biologia Celular e Molecular para Física Médica

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 429

Ementa: Introdução ao estudo da célula. Noções de Metabolismo. Genética molecular. Organização interna da célula. A célula em seu contexto.

BS681 - Fundamentos de Anatomia, Histologia e Fisiologia Humana para Física Médica

OF:S-2 T:001 P:003 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: BD580/ BS580

Ementa: Anatomia Básica: estudo dos sistemas tegumentares, ósseos, articulares e musculares, cardiovasculares, respiratórios, digestivos, renais, reprodutor masculino e feminino. Histologia: bases morfofuncionais dos tecidos fundamentais e dos sistemas. Fisiologia básica: estudos dos sistemas cardiovasculares, digestivos, renais, reprodutor masculino e feminino. Sistema nervos e órgãos dos sentidos.

EL212 - Política Educacional: Organização da Educação Brasileira

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Estudo analítico das políticas educacionais no Brasil com destaque para: a política educacional no contexto das políticas públicas; organização dos sistemas de ensino considerando as peculiaridades nacionais e os contextos e legislação de ensino; organização da educação básica e do ensino superior.

EL213 - LIBRAS e Educação de Surdos

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Conhecimentos teórico-práticos introdutórios de LIBRAS e dos parâmetros que a caracterizam como língua; constituição do sujeito surdo pela LIBRAS; história da educação e as organizações dos movimentos políticos dos surdos; comunidades surdas e suas produções culturais; abordagens educacionais no ensino da pessoa surda; projetos de educação bilíngue; leis de acessibilidade e de garantia à educação.

EL285 Conhecimento em Física Escolar I

OF:S-5 T:001 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Análise de questões específicas do ensino da Física e de campos e conhecimento envolvidos em propostas de solução para essas questões.

EL511 Psicologia e Educação

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Contribuições da psicologia para o estudo e compreensão de questões relacionadas à Educação, considerando as possibilidades de atuação dos estudantes em sua área de formação.

EL683 Escola e Cultura

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:N FM:75%
Ementa: Dimensões da escola e da cultura na Pesquisa e no Conhecimento em Educação.

EL685 Conhecimento em Física Escolar II

OF:S-2 T:001 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:N FM:75%
Pré-Req.: EL285

Ementa: Planejamento, organização e avaliação de unidades de ensino tendo em vista a Física Escolar.

EL774 Estágio Supervisionado I

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:004 C:008 AV:N EX:N FM:75%
Pré-Req.: AA445 EL211 EL511 EL683/ AA200 AA445/ AA445 EF632 EF832
EL683

Ementa: Imersão no campo de trabalho, que propicie ao professor, em formação inicial, o contato com experiências, práticas e conhecimentos de natureza profissional, tanto na escola quanto em espaços educativos não escolares. Conhecer as características das instituições educativas no contexto socioeconômico cultural brasileiro, articulando as diferentes formas de ensino-aprendizagem, de gestão e de organização.

EL874 Estágio Supervisionado II

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:004 C:008 AV:N EX:N FM:75%
Pré-Req.: EL774/ EL212 EL221 EL511 EL683

Ementa: Atuação no campo de trabalho que propicie ao professor em formação o contato com experiências, práticas e conhecimentos de natureza profissional, articulando as diferentes formas de ensino-aprendizagem, de gestão e de organização. Trabalho de campo orientado para a avaliação dos componentes da prática educativa, procurando compreendê-la a partir dos contextos nos quais se desenvolvem. Elaboração e implementação de projetos e propostas que ampliem as alternativas de intervenção e atuação.

EL884 Práticas Pedagógicas em Física

OF:S-2 T:001 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Estudo de soluções apontadas pelas principais tendências da Educação em Física para problemas dessa disciplina na escola de ensino médio.

MA044 - Matemática IV

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: MA111 MA141 MA211

Ementa: Números complexos. Funções de variável complexa. Equações de Cauchy-Riemann. Integral de linha. Sequências e séries de números complexos. Séries de potências. Teorema dos resíduos. Transformações conformes.

MA111 Cálculo I

OF:S-5 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Intervalos e desigualdades. Funções. Limites. Continuidade. Derivada e diferencial. Integral. Técnicas de integração.

MA141 Geometria Analítica e Vetores

OF:S-5 T:003 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Ementa: Sistemas lineares. Vetores, operações. Bases, sistemas de coordenadas. Distância, norma e ângulo. Produtos escalar e vetorial. Retas no plano e no espaço. Planos. Posições relativas, interseções, distâncias e ângulos. Círculo e esfera. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Seções cônicas, classificação. Introdução às quádricas.

MA211 Cálculo II

OF:S-5 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: MA111 *MA141/ MA151 *MA141
Ementa: Funções de várias variáveis reais. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos. Integrais múltiplas. Integrais de linha. Teorema da divergência. Teorema de Stokes.

MA311 Cálculo III

OF:S-5 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: *MA211/*MA251
Ementa: Séries numéricas e séries de funções. Equações diferenciais ordinárias. Transformadas de Laplace. Sistemas de equações de primeira ordem. Equações diferenciais parciais e séries de Fourier.

MA327 Álgebra Linear

OF:S-5 T:003 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: *MA141/*EB102
Ementa: Espaços vetoriais reais. Subespaços. Base e dimensão. Transformações lineares e matrizes. Núcleo e imagem. Projeções. Autovalores e autovetores. Produto interno. Matrizes reais especiais. Diagonalização.

MC102 Algoritmos e Programação de Computadores

OF:S-5 T:004 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%
Ementa: Conceitos básicos de organização de computadores. Construção de algoritmos e sua representação em pseudocódigo e linguagens de alto nível. Desenvolvimento sistemático e implementação de programas. Estruturação, depuração, testes e documentação de programas. Resolução de problemas.

ME210 Probabilidade I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: MA111 MS149
Ementa: Espaço de probabilidade. Axiomas de Kolmogorov, propriedades, independência, probabilidade condicional, Teorema de Bayes. Espaços amostrais equiprováveis. Espaços amostrais infinitos. Variáveis e vetores aleatórios discretos bi e tri dimensionais; distribuições marginais, conjuntas e condicionais e independência. Transformações. Momentos. Modelos: uniforme, binomial, geométrica, binomial negativa, hipergeométrica e Poisson. Funções geratrizes. Aproximação da binomial. Variáveis aleatórias contínuas, distribuição, densidade e momentos. Modelos uniformes, exponencial e normal. Simulações.

ME414 Estatística para Experimentalistas

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: MA111/ MA151/ AU222/ MS123/ MS220/ MS380

Ementa: Conceitos básicos de probabilidade e estatística descritiva. Principais distribuições discretas e contínuas: Binomial, Hipergeométrica, Poisson, Normal, t, F, qui-quadrado. Amostragem. Estimacão, teste de hipótese e intervalo de confiança para médias, proporções e variâncias. Regressão e correlacão. Análise de variância.

MS149 Complementos de Matemática

OF:S-1 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Noções básicas de lógica. Elementos da teoria dos conjuntos. Princípio da indução. A demonstracão em matemática. Conjuntos dos números naturais, inteiros e racionais. Noções de números reais e números complexos. Funções e seqüências de números reais. Elementos de análise combinatória.

MS211 - Cálculo Numérico

OF:S-5 T:003 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MC102 MA141 MA151/ MC102 MA141 MA111

Ementa: Aritmética de ponto flutuante. Zeros de funções reais. Sistemas lineares. Interpolacão polinomial. Integração numérica. Quadrados mínimos lineares. Tratamento numérico de equações diferenciais ordinárias.

MD760 - Aspectos Clínicos da Física Médica

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: BD681 F 758/ AA200

Ementa: Princípios de Biossegurança. Principais fundamentos da ética médica, ética profissional e relacionamento interpessoal. Anatomia Radiológica. Meios de contraste. Aplicações clínicas da medicina nuclear. Noções de Oncologia. Princípios e Técnicas de tratamento de tumores. Eficiência dos tratamentos. Proteção radiológica.

MD947 - Estágio Supervisionado Física Médica I - Radiologia , Radioterapia M. Nuclear

OF:S-1 T:000 P:012 L:000 O:012 D:000 HS:024 SL:000 C:024 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 758 F 852 F 853 F 854/ AA200

Ementa: Prática supervisionada de atividades de físicos em radiologia, radioterapia e medicina nuclear, desenvolvida em ambiente hospitalar.

Obs.: O aluno deverá cumprir a carga horária da disciplina de acordo com o cronograma pré-estabelecido pelo docente responsável.

MD948 - Estágio Supervisionado Física Médica II Radiologia , Radioterapia M. Nuclear

OF:S-2 T:000 P:012 L:000 O:012 D:000 HS:024 SL:000 C:024 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MD760 MD947/ AA200

Ementa: Continuação da MD947 - Prática supervisionada de atividades de físicos em radiologia, radioterapia e medicina nuclear, desenvolvida em ambiente hospitalar.

Obs.: O aluno deverá cumprir a carga horária da disciplina de acordo com o cronograma pré-estabelecido pelo docente responsável.

QG101 - Química I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Estrutura atômica, classificação periódica e propriedades dos elementos. Ligação química; estrutura e propriedades das substâncias. Noções de físico-química: termodinâmica, equilíbrios químicos e células eletroquímicas.

QG102 - Química Experimental I

OF:S-5 T:001 P:000 L:003 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Experiências ilustrando o método científico, os conceitos de mol e de ligação química, óxido-redução, equilíbrio químico, pH, produto de solubilidade, preparação e purificação de substâncias.

8- Programa de Desenvolvimento das Disciplinas

Aqui incluímos o programa de desenvolvimento das disciplinas. Que traz de forma detalhadas os tópicos a serem abordados, em sintonia com a ementa da disciplina, literatura proposta, métodos de avaliação, etc. O programa de desenvolvimento da disciplina pode ser alterado quanto ao método de avaliação e literatura proposta mediante solicitação de aprovação à Comissão de Graduação.

F 008 – Introdução à Física

OF:S-1 T:002 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não tem

Ementa: Introdução à ciência como forma de conhecimento. A matemática como linguagem da ciência. Grandezas, unidades e medidas. Movimentos no Universo. Energia e potência. Leis do movimento de Newton. Física térmica. Oscilações e Ondas. Ondas sonoras. Óptica. Ondas eletromagnéticas.

Bibliografia:

- J. Breithaupt, Física, 3a ed.
- P. Bucchi, Curso prático de matemática, vols. 1, 2 e 3
- P. G. Hewitt, J. Suchocki, L. A. Hewitt, Física conceitual, 5a ed.
- J. Trefil, R. Hazen, The sciences: an integrated approach, 6a ed.

Programa:

- A ciência como forma de conhecimento.
 - Discussão do método científico.
 - Aplicações do método científico no cotidiano.
 - A matemática como linguagem da ciência.
 - conjuntos dos números naturais, inteiros, racionais, irracionais e reais.
 - valores absolutos
- Grandezas, unidades e medidas
 - Como medir grandezas físicas.
 - O sistema internacional de medidas.
 - Transformações de unidades.
 - álgebra com potencias e notação científica.
 - comprimento
 - tempo
 - massa
- Movimentos no Universo
 - história do movimento
 - descrição do movimento
 - os conceitos de velocidade e aceleração
- Energia e Potência
 - energia cinética
 - energia potencial
 - diferentes formas de energia
 - conservação de energia; manipulação de equações algébricas
- Leis do movimento de Newton
 - o conceito de funções em matemática; funções de 1o e 2o graus
 - posição e velocidade como funções do tempo
 - representação gráfica de funções

- uso de gráficos para descrever o movimento
- Leis de Newton
- Decomposição de forças
- introdução à trigonometria; funções trigonométricas
- sistemas de equações; soluções de sistemas lineares
- Física térmica
 - o conceito de temperatura
 - energia cinética num gás
 - função exponencial e logaritmos
 - distribuição de velocidades de Maxwell
 - noções de estatística e probabilidade
- Oscilações e ondas
 - o oscilador harmônico e o pêndulo simples
 - conceito de ondas; representação matemática de ondas
 - números complexos; representação complexa
 - representação trigonométrica; relação de Euler

F 010 – Estágio em Empresas Júnior - Física

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Estudo de situações reais em Física, desenvolvimento e acompanhamento de projetos em Física - pesquisa, desenvolvimento, divulgação, ensino - junto a uma Empresa Júnior. O estágio é orientado bilateralmente, incluindo um docente do curso e é concluída com a apresentação de um relatório.

Bibliografia:

1. "Is It Real? Can We Win? Is It Worth Doing? Managing Risk and Reward in an Innovation Portfolio", George S. Day, Harvard Business Review, 110, Dec 2007
2. "The Innovator's Dilema: When New Technologies Cause Great Firms to Fail", C. M. Christensen, Harvard Business School Press, 1 ed., 1997

Programa:

Acompanhamento e orientação do estágio na empresa júnior da Física. O aluno selecionado a participar do programa de estágio da empresa júnior será orientado bilateralmente por um docente do curso e pelo seu superior na empresa júnior. O acompanhamento inclui definição clara dos objetivos do estágio, definição clara do papel do aluno no projeto em que esteja envolvido, acompanhamento do progresso do projeto através de reuniões semanais e orientações a respeito dos desafios do projeto. Paralelamente, será feita leitura e discussão em grupo dos seguintes materiais:

1. "Is It Real? Can We Win? Is It Worth Doing? Managing Risk and Reward in an Innovation Portfolio", George S. Day, Harvard Business Review, 110, Dec 2007

2. “The Innovator’s Dilema: When New Technologies Cause Great Firms to Fail”, C. M. Christensen, Harvard Business School Press, 1 ed., 1997

Quinzenalmente, os alunos apresentam seu entendimento do material da leitura e discutem como os aprendizados podem ser aplicados ao seu projeto na empresa júnior. Ao final do semestre, cada aluno fará uma apresentação dos sucessos, falhas e propostas para o futuro do projeto.

F 011 - Tópicos em Física Aplicada I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada I

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 012 – Tópicos em Física Aplicada II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada II

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 013 – Tópicos de Física Aplicada III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada III

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 014 – Tópicos de Física Aplicada IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 015 – Tópicos de Física Aplicada V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 016 – Tópicos de Física Aplicada VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 017 – Tópicos de Física Aplicada VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 018 – Tópicos de Física Aplicada VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 021 – Tópicos de Física da Matéria Condensada I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada I.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 022 – Tópicos de Física da Matéria Condensada II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada II.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 023 – Tópicos de Física da Matéria Condensada III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada III.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 024 – Tópicos de Física da Matéria Condensada IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 025 – Tópicos de Física da Matéria Condensada V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 026 – Tópicos de Física da Matéria Condensada VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 027 – Tópicos de Física da Matéria Condensada VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 028 – Tópicos de Física da Matéria Condensada VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 031 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica I.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 032 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica II.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 033 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica III.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 034 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 035 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 036 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 037 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 038 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 041 - Tópicos de Física Matemática I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática I.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 042 – Tópicos de Física Matemática II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática II.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 043 - Tópicos de Física Matemática III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática III.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 044 – Tópicos de Física Matemática IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 045 – Tópicos de Física Matemática V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 046 – Tópicos de Física Matemática VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 047 – Tópicos de Física Matemática VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 048 – Tópicos de Física Matemática VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 051 – Tópicos de Física Computacional I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional I.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 052 – Tópicos de Física Computacional II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional II.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 053 – Tópicos de Física Computacional III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional III.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 054 – Tópicos de Física Computacional IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 055 – Tópicos de Física Computacional V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 056 – Tópicos de Física Computacional VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 057 – Tópicos de Física Computacional VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 058 – Tópicos de Física Computacional VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 061 – Tópicos de História da Física I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física I.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 062 - Tópicos de História da Física II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física II.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 063 – Tópicos de História da Física III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física III.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 064 – Tópicos de História da Física IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 065 – Tópicos de História da Física V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 066 – Tópicos de História da Física VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 067 – Tópicos de História da Física VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 068 – Tópicos de História da Física VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 071 – Tópicos de Física Clássica I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica I.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 072 – Tópicos de Física Clássica II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica II.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 073 – Tópicos de Física Clássica III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica III.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 074 – Tópicos de Física Clássica IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 075 - Tópicos de Física Clássica V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 076 – Tópicos de Física Clássica VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 077 – Tópicos de Física Clássica VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 078 – Tópicos de Física Clássica VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 081 – Tópicos de Física Experimental I

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental I.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 082 – Tópicos de Física Experimental II

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental II.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 083 – Tópicos de Física Experimental III

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental III.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 084 - Tópicos de Física Experimental IV

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos de Física Experimental IV.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 085 - Tópicos de Física Experimental V

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos de Física Experimental V.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 086 - Tópicos de Física Experimental VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 087 - Tópicos de Física Experimental VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 088 - Tópicos de Física Experimental VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 091 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares I.
Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 092 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares II.
Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 093 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares III.
Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 094 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares IV.
Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 095 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares V.
Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 096 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VI.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 097 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 098 – Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VIII.

Bibliografia e Programa: A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

F 105 – Física da Fala e Audição

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: Não há

Ementa: Elementos básicos da física acústica: movimento harmônico simples, fenômenos ondulatórios e características das ondas sonoras. Teoria da audição e fonação: princípios físicos e eletroacústica. Elementos básicos de eletroacústicas para a compreensão dos aparelhos eletrônicos.

Bibliografia:

NUSSENZVEIG, H.M. Curso de Física Básica. Volume 2. 4ª edição. Editora Edgard Blucher, 2002.

HALLIDAY, D., RESNICK, R. e WALKER, J. Fundamentos de Física. Volume 2. 8a. edição. Editor LTC, 2009.

- Específica Básica:

BERG, R.E. and STORK, D.G. The Physics of Sound. Third Edition. New York: Pearson Education, 2005.

ROSSING, T.D., MOORE, F.R. and WHEELER, P.A. Science of Sound. Third Edition. Addison Wesley, 2002.

- Específica Complementar:

DENES, P. B., and PINSON, E.N.. The Speech Chain: The physics and biology of spoken speech. 2nd ed. New York: W. H. Freeman, 1993.

KINSLER, FREY, COPPENS, and SAUNDERS. Fundamentals of Acoustics. San Diego: Academic Press, 1982.

BERANEK, Leo. Acoustics. New York: American Institute of Physics, 1986.

YOST, William. Fundamentals of Hearing Science. 3rd ed. San Diego, CA: Academic Press, 1994.

Programa:

Psicoacústica

- Ondas I
- Ondas II
- Audição
- Pressão sonora, potência, intensidade
- Altura (pitch) e timbre
- Tonalidades e harmonia

Acústica dos instrumentos musicais

- Escalas musicais
- Instrumentos de corda
- Instrumentos de sopro metálico
- Instrumentos de sopro de madeira
- Instrumentos de percussão
- Teclados

A voz humana

- Produção da fala
- Reconhecimento da voz
- Canto

Produção elétrica do som

- Um pouco de eletricidade
- Filtros amplificadores e osciladores
- Microfones e alto-falantes
- Gravação e reprodução de som
- O som de alta fidelidade

Acústica dos ambientes

- Acústica de auditórios
- Reforço eletrônico de som
- Sistemas de reprodução de alta fidelidade

Música eletrônica

- Órgãos eletrônicos
- Sintetizadores
- Digital techniques and digital computers

Ruído Ambiental

- Ruído no ambiente
- Os efeitos do ruído nas pessoas
- O controle do ruído
- Instrumentos de medição

F 107 – Física (Biologia)

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Introdução. Medidas e unidades. Conceitos de erro experimental e método científico. Princípios de Mecânica Quântica. Radiação. Física Atômica. Física Nuclear e aplicações biomédicas. Conservação de energia. Calor e temperatura: introdução à termodinâmica. Fluidos viscosos. Aplicações biológicas. Eletricidade: carga, campo elétrico e corrente elétrica. Bioeletricidade. Introdução ao magnetismo.

Bibliografia:

- Physics of the Life Sciences – Jay Newman (Springer, 2008)

Programa:

Introdução.

- Motivação para o estudo de física em ciências biológicas.
- Aplicações da física na biologia.

Medidas e Unidades.

- Medidas
- Precisão. Algarismos significativos e erro experimental
- Escalas: uma introdução à análise matemática
- Método científico.

Princípios de Mecânica Quântica.

- Radiação.
- Espectroscopia e início da teoria quântica.
- Efeito fotoelétrico e hipótese de Einstein
- Efeito Compton
- Dualidade onda-partícula

Física Atômica

- O modelo de Bohr para o átomo
- Átomos complexos e a tabela periódica
- Ligações químicas
- Sólidos
- Aplicações biológicas

Física Nuclear.

- A estrutura do núcleo
- Radioatividade
- Fissão e fusão
- Aplicações biomédicas

Conservação de energia.

- Revisão de conceitos de mecânica (força, torque, equilíbrio e leis de Newton)
- Trabalho
- Energia cinética
- Energia potencial
- Trabalho de forças dissipativas
- Eficiência em seres vivos

Calor e temperatura: introdução à termodinâmica.

- temperatura e escalas
- Lei zero da termodinâmica
- transições de fase, calor específico e calor latente
- expansão térmica

- transferência de calor
- calor e corpo humano
- primeira lei da termodinâmica, energia interna e entalpia
- aplicações biológicas: pressão osmótica, transporte de membrana e rim

Fluidos viscosos

- Estados da matéria
- Pressão
- Fluidos ideais em repouso
- Princípios de Pascal e Arquimedes
- Fluidos em movimento
- viscosidade, regimes de escoamento
- número de Reynolds
- equação de Bernoulli
- aplicações biológicas

Eletricidade: carga, campo elétrico e corrente.

- Carga elétrica
- A lei de Coulomb
- O campo elétrico
- Potenciais elétricos
- Feixes de elétrons
- Lei de Ohm
- Circuitos elétricos
- Eletrônica

Bio-eletricidade

- efeitos fisiológicos, choque elétrico
- membrana celular
- potencial elétrico e corpo humano: coração, músculo e cérebro
- sistema nervoso

Magnetismo

- Imãs
- Correntes e magnetismo
- Ferromagnetismo
- Forças magnéticas
- Indução magnética
- Ressonância magnética nuclear

F 110 – Introdução à Física para Ciências Humanas e da Terra

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Leis de Newton e Gravitação; Oscilações e ondas; Óptica (teoria corpuscular e ondulatória); Termodinâmica e entropia; Relatividade restrita; Física quântica; Evolução das teorias físicas: de Newton a Schrödinger; Física nuclear; Física atômica e molecular.

Bibliografia:

- Fundamentos da Física – Resnick e Halliday, Vols. 1.2.3 e 4
- Evolução das Idéias da Física – Jun Ichi Osada, Ed. USP 1972

Programa:

Mecânica

- Movimento
- Forças
- Trabalho e energia
- Hidráulica
- Momento
- Corpos rígidos
- Gravitação

Termodinâmica

- Calor e temperatura
- Primeira Lei
- Teoria cinética dos gases
- Máquinas térmicas
- Segunda Lei

Eletricidade

- Carga e campo elétrico
- Potencial e capacitores
- Corrente e circuitos

Magnetismo

- Campos de correntes
- Campos induzidos
- Leis de Maxwell

Ondas

- Elásticas
- Sonoras
- Eletromagnéticas

Óptica

- Geométrica
- Ondulatória

Física Moderna

- Relatividade
- Física nuclear

F 128 - Física Geral I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Cinemática do ponto. Leis de Newton. Estática e dinâmica da partícula. Trabalho e energia.

Conservação da Energia. Momento linear e sua conservação. Colisões. Momento angular da partícula e de sistemas de partículas. Rotação de corpos rígidos.

Bibliografia:

- Fundamentos de Física 1 8ª edição - Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)

Autores: Halliday e Resnick

Bibliografia Adicional:

- W. Bauer, G. Westfall e H. Dias, Física para Universitários – Mecânica

- H.M. Nussenzveig, Curso de Física Básica, Vol.1

- Almor Chaves, J.F.Sampaio, Física Básica

- R.Serway e J.W. Jewett Jr., Princípios de Física, Vol. 1
- M. Afonso e E. Finn, Physics
- F. Zemansky, Mecânica
- P.A. Tipler, Física Vol. 1

Programa:

Medidas Físicas

- Como medir grandezas físicas
- O sistema internacional de medidas
- Transformações de unidades
- Comprimento
- Tempo
- Massa

Movimento Retilíneo

- Movimento
- Posição
- Velocidade média
- Velocidade instantânea
- Aceleração
- Aceleração constante
- Objeto em queda livre
- As partículas da física (optativo)

Cálculo Vetorial

- Vetores e escalares
- Soma vetorial: método gráfico
- Vetores e seus componentes
- Vetores unitários
- Soma vetorial: método dos componentes
- Os vetores e as leis da física (optativo)
- Multiplicação vetorial

Movimento num Plano

- Movimento em três dimensões
- Onde se localiza a partícula?
- Qual é a velocidade da partícula?
- Qual é a aceleração da partícula?
- Movimento de um projétil
- Análise do movimento de um projétil IFGW Programas de Disciplinas
- Movimento circular uniforme
- Movimento relativo em uma dimensão
- Movimento relativo para velocidades elevadas (optativo)
- Movimento relativo em duas dimensões (optativo)
- Força e Movimento I
- Por que uma partícula altera a sua velocidade?
- Primeira lei de Newton
- Força
- Massa
- Segunda lei de Newton
- Terceira lei de Newton
- Massa e peso
- Dois Instrumentos de medida

- Aplicações das leis de Newton

Força e Movimento II

- Atrito

- As leis do atrito

- Força de arraste e velocidade terminal

- Movimento circular uniforme

- As forças da natureza (optativo)

Trabalho e Energia

- Um passeio através da mecânica newtoniana

- Trabalho: movimento de uma dimensão com uma força constante

- Trabalho: movimento de uma dimensão com uma força variável

- Trabalho realizado por uma mola

- Energia cinética

- Potência

- Energia cinética para velocidades elevadas (optativo)

- Sistemas de referência (optativo)

Lei da Conservação da Energia

- Leis de conservação

- Uma visualização de três forças

- Definição de energia potencial

- Forças conservativas e forças dissipativas

- A curva da energia potencial

- Forças dissipativas

- A lei da conservação da energia

- Massa e energia (optativo)

- A quantização da energia (optativo)

Sistemas de Partículas

- Um ponto especial

- O centro de massa

- A segunda lei de Newton para um sistema de partículas

- Momento linear

- O momento linear de um sistema de partículas

- Conservação do momento linear

- Sistemas com massa variável: movimento de um foguete (optativo)

- Sistemas de partículas: trabalho e energia (optativo)

Colisões

- O que é colisão?

- Impulso e momento linear

- Colisões elásticas em uma dimensão

- Colisões inelásticas em uma dimensão

- Colisões em duas dimensões

- Reações e processos de decaimento (optativo) IFGW Programas de Disciplinas

Movimento de Rotação

- A vida de um patinador

- As grandezas no movimento de rotação

- Uma discussão sobre o uso de vetores para descrever grandezas angulares

- Rotação com aceleração angular constante

- As grandezas angulares lineares e as grandezas angulares

- Energia cinética na rotação

- Determinação do momento de inércia
 - Torque
 - Segunda lei de Newton na rotação
 - Trabalho, potência e o teorema da transformação do trabalho em energia cinética
- Rolamento, Torque e Momento Angular
- A descoberta da roda
 - Rolamento
 - O ioiô
 - Revisão do conceito de torque
 - Momento angular
 - Segunda lei de Newton no movimento de rotação
 - Sistemas de partículas
 - O momento angular de um corpo que gira em torno de um eixo fixo
 - Conservação do momento angular
 - Conservação do momento angular: alguns exemplos
 - O movimento de precessão de um pião (optativo)
 - A quantização do momento angular (optativo)
 - Uma discussão sobre as leis de conservação e as simetrias da natureza

F 129 - Física Experimental I

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: Não há

Ementa: Grandezas físicas e suas medidas. Erros. Instrumentos de medida. Tabelas, gráficos. Leis de Newton. Lei de Hooke. Estatística de dados, método de mínimos quadrados e propagação de erros. Movimento bidimensional. Conservação de energia. Colisões e conservação do movimento linear.

Bibliografia:

- Notas de Aula do IFGW
- "Practical Physics", S.L.Squires, (Cambridge University Press, 1991)
- "Experiments in Physics", D.W.Preston (John Wiley & Sons, 1985)
- "Problemas Experimentais em Física", C.E.Hennies, W.O.N.Guimarães e J.A.Roversi, 3ª edição, (Editora da Unicamp, 1989)

Programa:

Introdução:

- Medidas, erros, Algarismos significativos e gráficos. Propagação de erros, mínimos quadrados, linearização e gráficos log-log.

Trajectoria de um Projétil

- Determinação da trajetória parabólica e velocidade inicial. Ajuste de curva, linearização da parábola.

Movimento Uniformemente Acelerado

- Experimento utilizando trilho de ar. Uso de instrumentos de medida, calibração, erros do instrumento. Determinação da inclinação do trilho.

Colisão em Uma Dimensão

- Ensaio de colisão utilizando o trilho de ar. Conservação do momento e da energia.

Colisão em Duas Dimensões

- Experimento de colisão entre duas esferas, uma caindo em uma rampa e a outra parada.

Variação do parâmetro de impacto. Modelo, geometria do problema. Conservação do momento e da energia. IFGW Programas de Disciplinas Rotação

- Medidas de aceleração angular, torque e momento de inércia.

F 149 - Desenvolvimento de Novos Materiais

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 888

Ementa: Técnicas de preparação de materiais volumétricos: reação do estado sólido, técnica de fluxo metálico, fusão a arco, fusão por zona flutuante, etc. Critérios de estabilidade de estrutura. Síntese por aproximação através da substituição química por similitude de valência ou raio iônico. Critérios de busca por propriedade física desejada.

Bibliografia:

Massalski, Binary Alloy Phase Diagrams Vol. 1, 2 e 3 - ASM International – USA (1990).

P. Villans, A. Prince, H. Okamoto, Handbook of Ternary Alloy Phase Diagrams Vol. 1-10, ASM International – USA (1995).

Westbrook and Wiley, Intermetallic Compounds: Principles and Practice vol. 1 e 2, Wiley – England (1995).

B. W. Roberts, Survey of Superconductive materials and critical evaluation of selected properties, J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol. 5 N^o 2 (1976).

Kullaiiah Byrappa e T. Ohachi, Crystal Growth Technology, Willian Andrew Inc. Norwhich, New York – USA

Programa:

1. Técnicas de Preparação de Materiais Volumétricos

1.1 Reação de Estado Sólido

1.1.1 Diagramas de Fases Binário e Ternário

1.1.2 Síntese de materiais cerâmicos

1.1.3 Síntese de Intermetálicos estequiométricos

1.2. Técnica Crescimento por Fluxo

1.2.1. Fluxo de Materiais óxidos

1.2.2. Fluxo Metálico

1.2.3 Reação Peritética, peritetóide e transformação por máximo congruente

- 1.2.4 Incorporação de fluxo substitucional e superficial. Técnicas de Polimento e ataque químico.
- 1.3 Técnica de Crescimento por fusão
 - 1.3.1 Fusão a Arco
 - 1.3.2 Fusão por Zona flutuante
 - 1.3.3 Fusão a partir de sementes
- 2. Critérios de estabilidade de estrutura e qualidade cristalina
 - 2.1. Sólidos, Estruturas Cristalinas, grupos espaciais e pontuais
 - 2.2. Monocristais e Policristais
 - 2.3 Hábito de Crescimento
 - 2.4 Fator de tolerância
 - 2.5 Critérios experimentais de qualidade cristalina
- 3. Síntese por aproximação
 - 3.1. Síntese por aproximação através substituição química por similitude de valência.
 - 3.2 Síntese por aproximação através substituição química por similitude de raio iônico.
- 4. Critérios de busca por propriedade física desejada.
 - 4.1 História da descoberta de diversas classes de materias
 - 4.2 Discussão de rotas existentes para síntese de materiais a partir da propriedade física desejada e.g. supercondutividade, efeitos termoelétricos, magnetoresistência, efeitos magnetocalóricos, etc.

F 228 - Física Geral II

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: *F 128

Ementa: Oscilações. Gravitação. Ondas em meios elásticos. Ondas sonoras. Hidrostática e hidrodinâmica.

Viscosidade. Temperatura. Calorimetria e condução de calor. Leis da termodinâmica; teoria cinética dos gases.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA151 ou disciplina equivalente. IFGW Programas de Disciplinas

Bibliografia:

- Fundamentos de Física 2 - 9a^a edição
Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)
Autores: Halliday e Resnick

Programa:

Equilíbrio e Elasticidade

- Equilíbrio
- As condições necessárias e suficientes para o equilíbrio
- A força da gravidade
- Alguns exemplos de equilíbrio estático
- Estruturas intermediárias
- Elasticidade

Oscilações

- Oscilações
- Movimento harmônico simples
- Movimento harmônico simples: a lei da força

- Movimento harmônico simples: considerações sobre energia
- Movimento harmônico simples angular
- Principais tipos de pêndulo
- Movimento harmônico simples e movimento circular uniforme
- Movimento harmônico simples amortecido (opcional)
- Oscilações forçadas e ressonância (optativo)

Campo Gravitacional

- A gravidade e o mundo que nos cerca
- Lei da gravitação de Newton
- A constante gravitacional G
- A gravidade e o princípio da superposição
- Demonstração do teorema das camadas (optativo)
- Gravidade nas vizinhanças da superfície terrestre
- Energia potencial gravitacional
- Planetas, satélites e as leis de Kepler
- Satélites: energia e órbitas (optativo)
- Uma visão mais aprofundada sobre o conceito de gravidade (optativo)

Mecânica dos Fluídos

- Os fluídos e o mundo que nos cerca
- O que é um fluido?
- Densidade e pressão
- Fluidos em repouso
- Medida de uma pressão
- Princípio de Pascal
- Princípio de Arquimedes
- Movimento de um fluído
- Linhas de corrente e a equação da continuidade
- Equações de Bernoulli
- Algumas aplicações da equação de Bernoulli
- Escoamento de um fluído "real"(optativo)

Movimento Ondulatório - I

- Ondas e partículas
- Ondas
- Ondas em cordas esticadas
- Comprimento de onda e frequência
- A velocidade de ondas progressivas
- Velocidade de uma onda numa corda esticada
- A velocidade da luz (optativo)
- Energia e potência numa onda progressiva (optativo)
- O princípio da superposição
- Como enviar sinais por meio de ondas (optativo)
- Interferência de ondas
- Ondas estacionárias
- Ondas estacionárias e ressonância

Movimento Ondulatório - II

- Ondas sonoras
- A velocidade do som
- Ondas sonoras progressivas
- Intensidade e nível sonoro

- Fontes sonoras na música
- Batimentos
- O efeito Doppler
- O efeito Doppler da luz (optativo)

Temperatura

- Uma nova visão de temperatura
- Termodinâmica: um assunto novo
- Temperatura: um conceito fundamental
- Como medir uma temperatura
- A escala internacional prática de temperaturas
- A escala celsius
- Dilatação térmica

Calor e a Primeira Lei da Termodinâmica

- Calor
- Unidade de calor
- Absorção de calor em sólidos e líquidos
- Uma visão mais aprofundada do conceito de calor e trabalho
- A primeira lei da termodinâmica
- A primeira lei da termodinâmica: alguns exemplos simples
- A transferência de calor

Teoria Cinética dos Gases

- Uma nova maneira de encarar os gases
- O número de Avogadro
- O gás ideal
- Pressão e temperatura: uma visão molecular
- Energia cinética de translação
- O livre caminho médio
- Distribuição das velocidades moleculares (optativo)
- Capacidades caloríficas de um gás ideal
- A equipartição da energia
- A expansão adiabática de um gás ideal

A Segunda Lei da Termodinâmica

- Algumas coisas que não podem ocorrer
- Máquinas
- Refrigeradores
- A segunda lei da termodinâmica
- A máquina ideal
- O ciclo de Carnot
- O rendimento de máquinas reais
- Entropia: Uma nova variável
- Processo irreversível e entropia
- A segunda lei da termodinâmica e o crescimento da entropia
- Uma visão estatística da Entropia.
- Discussão sobre a natureza de uma lei física

F 229 - Física Experimental II

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 128 F 129

Ementa: Experiências de laboratório sobre: oscilações, gravitação, ondas em meios elásticos, ondas sonoras, hidrostática e hidrodinâmica, viscosidade, temperatura, calorimetria e condução de calor, leis da termodinâmica e teoria cinética dos gases.

Bibliografia:

- Notas de Aula do IFGW
- "Practical Physics", S.L.Squires, (Cambridge University Press, 1991)
- "Experiments in Physics", D.W.Preston (John Wiley & Sons, 1985)
- "Problemas Experimentais em Física", C.E.Hennies, W.O.N.Guimarães e J.A.Roversi, 3ª edição, (Editora da Unicamp, 1989)
- "Fundamentos de Física 2", Halliday e Resnick, 3ª edição, , Livros Técnicos e Científicos.

Programa:

Pêndulo Físico

- Verificar a dependência do período de oscilação de um pêndulo físico, apresentando distribuição não homogênea de massa, em função do ponto de suspensão.

Escoamento de Líquido

- Densidade
- Determinação da densidade da água aplicando o princípio de Arquimedes.
- Determinação da aceleração da gravidade local através do período de oscilação do flutuador.
- Escoamento de Líquido
- Determinar a velocidade de escoamento da água no dispositivo turbo de Venturi, através da aplicação da equação da continuidade e da equação de Bernoulli.
- Determinar a velocidade de escoamento da água na saída do dispositivo tubo de Venturi a partir da trajetória do jato d'água na saída do tubo de Venturi.

Ondas Estacionárias

- Estudo da propagação de ondas transversais
- Determinação da densidade linear de um fio através da frequência dos harmônicos de uma onda estacionária.

Termômetro a Gás

- Calibração de um termômetro a gás

Dilatação de Metais

- Determinação do coeficiente de dilatação térmica de metais.

F 249 - Óptica Aplicada

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 429 F 589

Ementa: Fontes e Detectores de Luz: fontes contínuas (térmicas), discretas (espectrais) e monocromáticas; detectores térmicos e quânticos. Radiometria, Fotometria, Colorimetria e Espectrometria. Formação de Imagens: aproximação paraxial, sistemas espessos, efeito das aberturas (luminosidade e campo de imagem), aberrações: geométricas e cromática, resolução (efeitos de difração). Lentes de Fresnel. Sistemas Ópticos: microscópios, telescópios, objetivas, condensadores, etc. Aplicações envolvendo a polarização da luz: elipsometria, polarimetria, moduladores, mostradores de cristal líquido, etc. Interferometria: medida de pequenas dimensões, deslocamentos e topografia de superfícies. Filmes Finos: espelhos frios, filtros de interferência e antirrefletores.

Bibliografia:

Grant R. Fowles – Introduction to Modern Optics – Dover Books on Physics (1989).

Jaime Frejlich – ÓPTICA – Oficina de Textos (2011)

Eugene Hecht – OPTICS – Addison Wesley (2001)

Warren Smith – Modern Optical Engineering – Mc Graw Hill (2008)

Programa:

1. Fontes e Detectores de Luz

1.1. O espectro eletromagnético

1.2. Fontes de luz

1.2.1. Fontes contínuas (radiação do corpo negro, lâmpadas);

1.2.2. Fontes espectrais, leds

1.2.3. Fontes monocromáticas (laser)

1.3. Detectores de luz

1.3.1. Detectores térmicos

1.3.2. Detectores quânticos

1.3.3. O olho humano

1.4. Tipos de Medidas

1.4.1. Radiometria

1.4.2. Fotometria

1.4.3. Espectrometria

1.4.4. Colorimetria (Padrão CIE)

2. Óptica Geométrica

2.1. Princípios básicos

2.2. Formação de imagem

2.3. Superfícies esféricas e óptica paraxial

2.3.1. Espelhos Esféricos

2.3.2. Dióptros Esféricos – Lentes Finas

2.4. Sistemas espessos

2.4.1. Lente Espessa

2.4.2. Sistemas de Lentes Finas

2.4.3. Matrizes Ópticas

2.4.4. Parâmetros Gaussianos dos Sistemas Ópticos

2.5. Efeitos das aberturas

2.5.1. Efeito de Luminosidade

2.5.2. Efeito de Campo

2.5.3. Efeito das Aberturas na Resolução da Imagem

2.6. Aberrações

2.6.1. Aberração Cromática

2.6.2. Aberrações Geométricas

- 2.7. Lentes de Fresnel
- 2.8. Sistemas Ópticos
 - 2.8.1. Microscópios
 - 2.8.2. Telescópios
 - 2.8.3. Objetivas
 - 2.8.4. Condensadores
- 3. Óptica Ondulatória e Polarização da Luz
- 3.1. Ondas Eletromagnéticas
 - 3.1. Polarização da Luz
 - 3.2. Energia e Momento da Luz
- 3.2. Propagação nos Meios Materiais
 - 3.2.1. Propagação em meios Dielétricos
 - 3.2.2. Propagação em Condutores
 - 3.2.3. Propagação em meios Anisotrópicos
 - 3.2.3.1. Birrefringência
 - 3.2.3.2. Dicroísmo
- 3.3. Reflexão e Refração em Interfaces Dielétricas
 - 3.3.1. Reflexão Total
 - 3.3.2. Ângulo de Brewster
- 3.4. Componentes de Polarização
 - 3.4.1. Polarizadores
 - 3.4.2. Lâminas de Onda
 - 3.4.3. Divisores de luz
 - 3.4.4. Moduladores Ópticos
 - 3.4.5. Mostradores de Cristal Líquido
- 3.5. Medidas do Estado de Polarização da Luz
 - 3.5.1. Elipsometria
 - 3.5.2. Polarimetria
- 4. Interferência
- 4.1. Interferência de 2 Ondas
 - 4.1.1 Fendas de Young
 - 4.1.2. Interferômetros: Michelson, Loyd, Mach Zehnder, Sagnac, etc.
 - 4.1.3. Holografia
- 4.2. Interferência de Múltiplas ondas
 - 4.2.1. Interferômetro de Fabry-Perot
 - 4.2.2. Redes de Difração
 - 4.2.3. Filmes Finos
 - 4.2.3.1. Espelhos Dielétricos (frios)
 - 4.2.3.2. Filtros Interferométricos
 - 4.2.3.3. Camadas Anti-refletoras
- 4.3. Medidas Interferométricas
 - 4.3.1. Medidas Topográficas
 - 4.3.2. Medidas de Pequenos Deslocamentos e Vibrações
 - 4.3.2.1. Velocimetria Doppler
 - 4.3.2.2. Medidas Holográficas
 - 4.3.3. Aplicações em Sensores
 - 4.3.3.1. Medidas de Índice de Refração de Líquido e Gase
 - 4.3.3.2. Medidas de Rotação – Giroscópio

F 313 - Mecânica Geral

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 128 MA141 MA211

Ementa: Fundamentos da mecânica newtoniana. Estática e dinâmica do ponto material. Sistemas de partículas. Referenciais acelerados. Sistemas de forças aplicados a um corpo rígido. Estática e dinâmica dos corpos rígidos. Vínculos, graus de liberdade, princípio dos trabalhos virtuais.
Obs.: Os alunos do curso de Física não poderão cursar esta disciplina.

Bibliografia: Mecânica, K. Symoin, Ed. Campus, RJ

Programa:

- Fundamentos da mecânica Newtoniana
- Movimento unidimensional de uma partícula
- Força dependente do tempo, da posição e da velocidade
- Movimento harmônico simples e amortecido
- Oscilações forçadas
- Quantidade de movimento e impulso
- Movimento em 2 e 3 dimensões
- Cinemática em 3 dimensões
- Oscilações em 3 e 3 dimensões
- Projéteis
- Campo de força central, partícula num campo eletromagnético
- Movimento de um sistema de partículas
- Conservação do momento linear
- Conservação do momento angular e da energia
- Corpos rígidos
- Dinâmica, rotação em torno de um eixo
- Cálculo de centro de massa e momento de inércia

F 315 - Mecânica Geral I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 128 MA211

Ementa: Revisão de matrizes e cálculo vetorial. Mecânica Newtoniana. Oscilações lineares. Oscilações não lineares e Caos. Gravitação. Cálculo variacional. Equações de Lagrange e de Hamilton.

Bibliografia:

- Mecânica 1ª edição - Editora Campus Ltda. - Keith R. Symon

Programa:

Elementos de Mecânica Newtoniana

- Mecânica, uma ciência exata
- Cinemática, a descrição do movimento
- Dinâmica, a massa e força
- As leis do movimento de Newton
- Gravitação
- Unidades e dimensões

- Alguns problemas elementares de mecânica

Movimento Unidimensional de uma Partícula

- Teorema do momento e da energia
- Discussão do problema geral do movimento unidimensional
- Força aplicada dependente do tempo
- Força de amortecimento dependente da velocidade
- Força conservativa dependente de posição.
- Energia potencial
- Corpos em queda livre
- Oscilador harmônico simples
- Equações diferenciais lineares com coeficientes constantes
- Oscilador harmônico amortecido
- Oscilador harmônico forçado
- Princípio de superposição.
- Oscilador harmônico com força aplicada arbitrariamente

Movimento de uma Partícula em Duas ou Três Dimensões

- Álgebra vetorial
- Aplicações a um conjunto de forças que atuam sobre uma partícula
- Diferenciação e integração de vetores
- Cinemática no plano
- Cinemática em três dimensões
- Elementos de análise vetorial
- Teoremas do momento linear e da energia
- Teoremas do momento angular no plano e vetorial
- Discussão do problema geral do movimento em duas e três dimensões
- O oscilador harmônico em duas e três dimensões
- Projéteis
- Energia potencial
- Movimento sob a ação de uma força central
- Força central inversamente proporcional ao quadrado da distância
- Órbitas elípticas. O problema de Kepler
- Órbitas hiperbólicas. O problema de Rutherford
- Seção de choque de espalhamento
- Movimento de uma partícula em campo eletromagnético

Movimento de um Sistema de Partículas

- Conservação do movimento linear. Centro de massa
- Conservação do momento angular
- Conservação da energia
- Análise crítica das leis da conservação
- Foguetes, esteiras e planetas
- Problemas sobre colisão
- O problema de dois corpos
- Coordenadas do centro de massa.
- Espalhamento de Rutherford por uma partícula carregada de massa finita
- O problema de N corpos
- Acoplamento de dois osciladores harmônicos

Corpos Rígidos. Rotação em Torno de um Eixo. Estática

- O problema de dinâmica relativo ao movimento de um corpo rígido
- Rotação em torno de um eixo

- O pêndulo simples
- O pêndulo composto
- Cálculo do centro de massa e do momento de inércia
- Estática dos corpos rígidos
- Estáticas das estruturas
- Tensão e deformação
- Equilíbrio de fios e de cabos flexíveis
- Equilíbrio de vigas sólidas
- Equilíbrio de fluidos

Gravitação

- Centros de gravidade de corpos de grandes dimensões
- Campo e potencial gravitacionais
- Equações dos campos gravitacionais

Sistemas de Coordenadas em Movimento

- Origem do movimento de coordenadas
- Rotação dos sistemas de coordenadas
- Leis do movimento de rotação da terra
- Pêndulo de Foucault
- Teorema de Larmor
- Forma restrita do problema dos três corpos

F 320 – Termodinâmica

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 228 MA211

Ementa: Sistemas termodinâmicos, reversibilidade, termometria. Variáveis e equações de estado, diagramas PVT. Trabalho e primeira lei da termodinâmica. Equivalente mecânico de calor. Energia interna, entalpia, ciclo de Carnot. Mudanças de fase. Segunda lei da termodinâmica e entropia. Funções termodinâmicas. Aplicações práticas de termodinâmica. Teoria cinética dos gases. Distribuição de velocidades moleculares.

Bibliografia:

- Heat and Thermodynamics 6ª edição - McGraw-Hill Book Company (New York)
 Autores: Mark W. Zemansky, Richard H. Dittman

Programa:

Temperatura

- Pontos de vista macroscópicos e microscópicos
- Macroscópico vs. microscópico
- Equilíbrio térmico
- Conceito de temperatura
- Medida de temperatura
- Comparação de termômetros
- Termômetro de gas
- Temperatura de um gas ideal
- Escala celsius de temperatura
- Termopares
- Padrão internacional de escalas de temperaturas de 1968 (IPTS-68)

Sistemas Termodinâmicos Simples

- Equilíbrio termodinâmico
- Diagrama PV para uma substância pura
- Diagrama P θ para uma substância pura
- Superfície PV θ
- Equações de estado
- Superfície de um filme
- Célula reversível
- Quantidades intensivas e extensivas

Trabalho

- Trabalho
- Processos quasi-estáticos
- Trabalho em um sistema hidrostático
- Diagrama PV
- Dependência do trabalho como o caminho
- Trabalho em processos quasi-estáticos
- Trabalho na modificação do comprimento de um arame
- Trabalho na modificação da área da superfície de um filme
- Trabalho na modificação de carga de uma célula reversível
- Trabalho na modificação da polarização de um sólido dielétrico
- Trabalho na modificação da magnetização de um sólido magnético

Calor e a Primeira Lei da Termodinâmica

- Trabalho e calor
- Trabalho adiabático
- Função de energia interna
- Formulação matemática da primeira lei da Termodinâmica
- Conceito de calor
- Primeira lei da Termodinâmica em forma diferencial
- Medida do calor específico
- Calor específico da água; caloria
- Equações para um sistema hidrostático
- Fluxo quasi-estático de calor; reservatório de calor
- Condução de calor
- Condução térmica
- Convecção térmica
- Radiação térmica, corpo negro
- Lei de Kirchhoff; radiação de calor
- Lei de Stefan-Boltzmann

Gás Ideal

- Equação de estado de um gás
- Energia interna de um gás
- Gás ideal
- Determinação experimental do calor específico
- Processos adiabáticos quasi-estáticos
- Método de Rüchhardt para medida de γ
- Velocidade de uma onda longitudinal
- Termometria acústica
- Equação de estado de um gás ideal

Máquinas, Refrigeradores e a Segunda Lei da Termodinâmica

- Conversão de trabalho em calor e vice versa
- A máquina de Stirling
- Máquinas de combustão interna
- Postulados de Kelvin-Planck e a segunda lei da Termodinâmica
- O refrigerador
- Equivalência dos postulados de Kelvin-Planck e Clausius

Reversibilidade e a Escala Kelvin de Temperaturas

- Reversibilidade e irreversibilidade
- Irreversibilidade externa
- Irreversibilidade interna
- Irreversibilidade térmica interna e externa
- Irreversibilidade química
- Condições para reversibilidade
- Existência de superfícies adiabáticas reversíveis
- Integrabilidade de dQ
- Significado físico de λ
- Escala Kelvin de temperatura

Entropia

- O Conceito de entropia
- Entropia de um gás ideal
- Diagrama TS
- Ciclo de Carnot
- Entropia e reversibilidade
- Entropia e irreversibilidade
- Entropia e estados de não-equilíbrio
- Princípio do aumento da entropia
- Aplicações de engenharia ao princípio da entropia
- Entropia e energia
- Entropia e desordem
- Entropia e direção
- Entropia absoluta
- Fluxo de entropia e produção de entropia

Substâncias Puras

- Entalpia
- Funções de Helmholtz e Gibbs
- Relações de Maxwell
- Equações TdS
- Equações de energia
- Equações de calor específico
- Calor específico a pressão constante
- Expansão térmica
- Compressibilidade
- Calor específico a volume constante

Transição de Fase: Fusão, Vaporização e Sublimação

- Transições de primeira ordem: equação de Clapeyron
- Fusão, vaporização e sublimação
- Equação de Kirchhoff
- Vapor-pressão constante
- Medidas da pressão de vapor

Mecânica Estatística

- Princípios fundamentais
- Distribuição de equilíbrio
- Significado de A e β
- Função de partição
- Partição para um gás monoatômico ideal
- Equipartição da energia
- Distribuição da velocidade das moléculas
- Interpretação estatística do trabalho e do calor
- Desordem, entropia e informação

Propriedades Térmicas dos Sólidos

- Mecânica estatística de um cristal não-metálico
- Espectro de frequências de cristais
- Propriedades térmicas de não-metais
- Propriedades térmicas de metais

F 328 - Física Geral III

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 128 MA111 MA141/ F 128 GE504 MA141

Ementa: Lei de Coulomb, Campo Elétrico, Lei de Gauss, Potencial Elétrico, Capacitância, Corrente e Resistência, Força Eletromotriz e Circuitos Elétricos, Campo Magnético, Lei de Ampère, Lei da Indução de Faraday, Indutância, Propriedades Magnéticas da Matéria, Oscilações Eletromagnéticas, Correntes Alternadas, Equações de Maxwell.
Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA251 ou disciplina equivalente.

Bibliografia:

- Fundamentos de Física 3 - 8ª edição - Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)

Halliday e Resnick

Programa:

Carga Elétrica

Eletromagnetismo

- Carga elétrica
- Condutores e isolantes
- Lei de Coulomb
- Quantização da carga
- Conservação da carga
- Discussão

O Campo Elétrico

- Cargas e forças: uma visualização mais aprofundada
- O campo elétrico
- Linhas de força
- Cálculo do campo: uma carga pontual
- Cálculo do campo: um dipolo elétrico

- Campo produzido por um anel carregado
- Campo produzido por um disco
- Carga pontual em campo elétrico
- Um dipolo em campo elétrico

Lei de Gauss

- Nova visão da lei de Coulomb
- O que nos informa a lei de Gauss?
- Fluxo
- Fluxo do campo elétrico
- Lei de Gauss
- Lei de Gauss e lei de Coulomb
- Um condutor Isolado carregado
- Um teste sensível para a lei de Coulomb
- Lei de Gauss: simetria linear
- Lei de Gauss: simetria plana
- Lei de Gauss: simetria esférica

Potencial Elétrico

- Gravidade, eletrostática e energia potencial
- O potencial elétrico
- Superfícies equipotenciais
- Cálculo do potencial de um campo
- Cálculo do potencial: uma carga pontual
- Cálculo do potencial: um dipolo elétrico
- Cálculo do potencial: um disco carregado
- Cálculo do campo a partir do potencial
- Energia potencial elétrica
- Um condutor isolado
- O acelerador de van de Graaff

Capacitância

- Utilização dos capacitores
- Capacitância
- Determinação da capacitância
- Capacitores em série e em paralelo
- Armazenamento de energia num campo elétrico
- Capacitor com um dielétrico
- Dielétricos: descrição atômica
- Os dielétricos e a lei de Gauss

Correntes e Resistência

- Cargas em movimento e correntes elétricas
- Corrente elétrica
- Densidade da corrente
- Resistência e resistividade
- Lei de Ohm
- Visão microscópica da lei de Ohm
- Energia e potencial em circuitos elétricos
- Semicondutores (optativo)
- Supercondutores (optativo)

Força Eletromotriz e Circuitos Elétricos

- "Bombeamento" de cargas

- Trabalho, energia e força eletromotriz
- Determinação da corrente
- Diferença de potencial entre dois pontos
- Circuitos com diversas malhas
- Instrumentos de medidas elétricas
- Circuitos RC

O Campo Magnético

- O campo magnético
- Definição de B
- A descoberta do elétron
- O efeito Hall
- Movimento circular de uma carga
- Ciclotrons e sincrotrons
- Força magnética sobre uma corrente
- Torque sobre uma espira de corrente
- Um dipolo magnético

Lei de Ampère

- Corrente e campo magnético
- Determinação do campo magnético
- Força magnética sobre um fio transportador de corrente
- Dois condutores paralelos
- Lei de Ampère
- Solenóides e toróides
- Uma espira de corrente funcionando como um dipolo magnético

Lei da Indução de Faraday

- Duas simetrias
- Duas experiências
- A lei da indução de Faraday
- A lei de Lenz
- A indução: estudo quantitativo
- Campo elétrico Induzidos
- O betatron

Indutância

- Capacitores e indutores
- Indutância
- Auto-indução
- Circuito LR
- Energia e campo magnético
- Densidade de energia e campo magnético
- Indução mútua (optativo)

Propriedades Magnéticas da Matéria

- Ímãs
- Magnetismo e o elétron
- Momento angular orbital e magnetismo
- A lei de Gauss do magnetismo
- O campo magnético da Terra
- Paramagnetismo
- Diamagnetismo
- Ferromagnetismo

Oscilações Eletromagnéticas

- Oscilações num circuito LC: aspectos qualitativos
- Identificação de analogias mecânicas
- Oscilações num circuito LC: aspectos quantitativos
- Oscilações amortecidas num circuito LC
- Oscilações forçadas e ressonância
- Outros osciladores: sensores eletrônicos (optativo)

Correntes Alternadas

- Por que a corrente alternada?
- Três circuitos simples
- O círculo LCR em série
- Potência em circuito de corrente alternada
- O transformador

Equações de Maxwell

- A unificação das coisas
- Campos magnéticos induzidos
- Corrente de deslocamento
- Equações de Maxwell

F 329 - Física Experimental III

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 129 MA111/ F 129 GE504

Ementa: Experiências de laboratório sobre: lei de Coulomb e campo elétrico, lei de Gauss, potencial elétrico, capacitores e dielétricos, corrente, resistência e força eletromotriz, circuitos e instrumentos de corrente contínua, campo magnético de uma corrente, forças magnéticas sobre correntes, força eletromotriz induzida e circuitos de corrente alternada.

Bibliografia:

- Notas de Aula do IFGW
- "Practical Physics", S.L.Squires, (Cambridge University Press, 1991)
- "Experiments in Physics", D.W.Preston (John Wiley & Sons, 1985)
- "Problemas Experimentais em Física", C.E.Hennies, W.O.N.Guimarães e J.A.Roversi, 3ª edição, (Editora da Unicamp, 1989)

- Fundamentos da Física 3 - 2ª edição - Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro) - Halliday e Resnick

Programa:

Introdução

- Iniciar a utilização dos equipamentos como voltímetro, amperímetro e fonte de alimentação.
- Aplicar a lei de Ohm e montar divisores de tensão.
- Técnicas de Medidas de Corrente Contínua
- Medir o valor de resistores a partir da aplicação da lei de Ohm em dois circuitos distintos.
- Utilização de uma ponte de Wheatstone. Resistências Internas do voltímetro e do

amperímetro

Caracterização de Componentes

- Medir a resistência elétrica de um termistor em função da temperatura, utilizando uma ponte

de Wheatstone.

- Caracterizar uma fonte de alimentação, utilizando o teorema de Thévenin.

- Medir a curva I vs. V para um termistor.

Circuito RC

- Medir a constante de tempo de um circuito RC e comparar com o valor teórico.

Campo Magnético de um Imã Permanente

- Medir o valor do campo magnético gerado por um imã permanente a partir da força que atua

sobre um condutor conduzindo corrente no interior do imã.

Campo Magnético de Espiras e Campo Magnético Terrestre

- Bobinas Simples e de Helmholtz. Medir o campo magnético terrestre horizontal pela interação

entre os campos magnéticos horizontais da bobina e o terrestre. Interação de dipolos

magnéticos com campos magnéticos. Medida do campo magnético terrestre horizontal

utilizando pequenas oscilações.

F 349 - Introdução à Teoria de Informação: Aspectos Clássicos e Quânticos

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 789

Ementa: Definição de informação; entropia, entropia relativa e informação mútua; redundância de códigos; princípios de codificação de erros; princípios de mecânica quântica, definição de canais quânticos, origem de ruídos em sistemas de comunicação e informação quânticos; códigos quânticos de correção de erros; introdução à criptografia.

Bibliografia:

[1] R. P. Feynman, Feynman Lectures on Computation, ed. A. J. G. Hey e R. W. Allen (Addison- Wesley, 1997).

[2] D. Mackay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms (Cambridge University Press, Cambridge, 2003). Disponível em <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/itprnn/book.html>.

[3] M. A. Nielsen e I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, Cambridge, 2000).

[4] J. Preskill e A. Kitaev, Quantum Information and Computation (não publicado, 1998); disponível online em <http://www.theory.caltech.edu/~preskill/ph229>.

[5] G. Benenti, G. Casati e G. Strini, Principles of Quantum Computation and Information, vol. I e II (World Scientific, 2004).

[6] D. Bouwmeester, A. Ekert, A. Zeilinger (eds.), The Physics of Quantum Information (Springer, Berlin, 2000).

[7] C. W. Gardiner e P. Zoller, Quantum Noise, 2nd ed. (Springer-Verlag, Berlin, 2000).

[8] Ph. Blanchard, D. Giulini, E. Joos, C. Kiefer, e I.-O. Stamatescu (Eds.), Decoherence: Theoretical Experimental, and Conceptual Problems (Springer-Verlag, Berlin, 2000).

[9] Artigos Fundamentais da Área.

Programa:

1) Revisão da teoria clássica: Entropia. Compressão de Dados. Comunicação em um canal com ruído.

2) Casos ideais de comunicação quântica: Emaranhamento de estados puros. Código denso. Teletransporte.

3) Emaranhamento quântico: Operações locais. Concentração e diluição do emaranhamento de estados puros. Emaranhamento de estados mistos. Emaranhamento de formação e de custo. Emaranhamento de destilação. Protocolos de destilação.

4) Comunicação clássica em um canal quântico com ruído : Descrição do canal quântico com ruído. Duas formas para entropia condicional quântica. A capacidade de Holevo. Exemplos de códigos mais eficientes com estados não ortogonais. Capacidade de comunicação com estados não-emaranhados e emaranhados. Equivalência dos problemas da capacidade do canal e do emaranhamento de custo. Comunicação em um canal com assistência de emaranhamento.

5) Comunicação quântica em um canal com ruído : Conceito de comunicação quântica. Capacidade quântica. Capacidade baseada em destilação de emaranhamento e teletransporte. Capacidade quântica assistida de comunicação clássica.

6) Criptografia quântica: Breve introdução a criptografia clássica. Desigualdades de Bell. Protocolo BB84 de distribuição de chave secreta. Protocolo EPR de distribuição de chave secreta. Conceito de segurança independente de dispositivo.

F 415 - Mecânica Geral II

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 315/ AA200

Ementa: Forças centrais. Sistemas de partículas. Referenciais não inerciais. Dinâmica de corpos rígidos. Oscilações acopladas. Meios contínuos e ondas. Teoria especial da Relatividade.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos da Física.

Bibliografia:

- Mecânica - 1ª edição - Editora Campus Ltda. - autor: Keith R. Symon

Programa:

Introdução à Mecânica dos Meios Contínuos

- A equação de movimento para uma corda vibrante

- Propagação de ondas ao longo de uma corda
- A corda como caso-limite de um sistema de partículas
- Considerações gerais sobre a propagação de ondas
- Cinemática dos fluidos em movimento
- Equações do movimento para o momento dos fluidos
- Escoamento estacionário
- Ondas sonoras
- Vibrações normais de um fluido colocado numa caixa retangular
- Ondas sonoras em tubos
- Velocidade de grupo
- O número de Mach
- Viscosidade

Equações de Lagrange

- Coordenadas generalizadas
- Equações de Lagrange
- Exemplos
- Sistemas sujeitos a vínculos
- Constantes do movimento e coordenadas ignoráveis
- Outros exemplos
- Forças eletromagnéticas e potenciais dependentes da velocidade
- Equações de Lagrange para uma corda vibrante
- Equações de Hamilton
- Teorema de Liouville

Álgebra Tensorial. Tensores de Inércia e de Tensão

- Momento angular de um corpo rígido
- Álgebra tensorial
- Transformações de coordenadas
- Diagonalização de um tensor simétrico
- O tensor de inércia
- O tensor de tensão

A Rotação de um Corpo Rígido

- Movimento de um corpo rígido no espaço
- Equações de Euler para o movimento de corpos rígidos
- Solução de Poincaré para o caso de um corpo que gira livremente
- Ângulos de Euler
- O pião simétrico

Teoria das Pequenas Vibrações

- Condições para estabilidade nas vizinhanças de uma configuração de equilíbrio
- Equações linearizadas do movimento
- Modos normais de vibração
- Vibrações forçadas, amortecimento
- Teoria da perturbação
- Pequenas vibrações em torno do movimento estacionário
- Oscilações de Betatron em um acelerador
- Estabilidade dos três corpos, de Lagrange
- Estabilidade de Lagrange

F 428 - Física Geral IV

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 328/ EE521

Ementa: Ondas Eletromagnéticas, Óptica Geométrica, Interferência, Difração, Teoria da Relatividade, Física Quântica, Modelos Atômicos, Condução de Eletricidade em Sólidos, Física Nuclear, Quarks, Léptons, e o Big-Bang.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA351 ou disciplina equivalente.

Bibliografia:

- Fundamentos de Física 4 - 9ª edição - Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)

Autores: Halliday e Resnick

Programa:

Ondas Eletromagnéticas

- O Arco-íris de Maxwell
- Geração de uma Onda Eletromagnética
- Onda Eletromagnética Progressiva - Estudo Qualitativo
- Onda Eletromagnética Progressiva - Estudo Quantitativo (Optativo)
- Transporte de Energia e Vetor de Poynting
- Pressão da Radiação
- Polarização
- Velocidade de uma Onda Eletromagnética

Óptica Geométrica

- Óptica geométrica
- Reflexão e Refração
- Reflexão Interna Total
- Polarização por Reflexão
- Espelho Plano
- Espelhos Esféricos
- Como Traçar os Raios
- Superfícies Refratoras Esféricas

Interferência

- Comportamento Ondulatório da Luz
- Difração
- Experiência de Young
- Coerência
- Intensidade na Experiência de Interferência em Fenda Dupla
- Interferência em Películas Finas
- Interferômetro de Michelson

Difração

- Difração e a Teoria Ondulatória da Luz
- Difração em Fenda Única - Como Localizar os Mínimos
- Difração: Uma Discussão mais Aprofundada
- Difração em Fenda Única - Estudo Qualitativo
- Difração em Fenda Única - Estudo Quantitativo
- Difração em Orifício Circular
- Difração em Fenda Dupla (optativo)
- Fendas Múltiplas
- Redes de Difração

- Redes: Dispersão e Poder de Resolução (optativo)
- Difração de Raios X

Teoria da Relatividade

- O que é Relatividade?
- Os Postulados da Relatividade
- Medida de um Evento
- Eventos Simultâneos
- Simultaneidade: Um Estado mais Detalhado
- A Relatividade do Tempo
- A Relatividade do Comprimento
- As Equações da Transformação de Lorentz
- Algumas Consequências das Transformações de Lorentz
- A Transformação da Velocidade
- O Efeito Doppler
- Uma Nova Visão de Momento Linear
- Uma Nova Visão de Energia
- O senso Comum da Relatividade

Física Quântica I

- Um novo Rumo
- Einstein Faz Uma Proposta
- O Efeito Fotelétrico
- O Efeito Compton
- Planck e Sua Constante - Uma Apresentação da Evolução Histórica
- Quantização da Energia
- Princípio da Correspondência
- Estrutura Atômica
- Niels Bohr e o Átomo de Hidrogênio
- Dedução de Bohr (optativo)

Física Quântica II

- Louis Victor de Broglie Levanta Uma Hipótese
- O teste da Hipótese Levantada por Broglie
- A Função de Onda
- As Ondas de Luz e os Fótons
- As Ondas Materiais e os Fótons
- O Átomo de Hidrogênio
- O efeito Túnel
- O Princípio da Incerteza de Heisenberg
- O Princípio da Incerteza - Estudo de Dois Casos
- Ondas e Partículas

Modelos Atômicos

- Os átomos e o mundo que nos cerca
- Algumas Propriedades dos átomos
- A Equação de Schrödinger e o átomo de Hidrogênio
- Momento Angular Orbital e Magnetismo
- Momento Angular Orbital de Spin e Magnetismo
- As Funções de Onda do átomo de Hidrogênio
- A Experiência de Stern-Gerlach
- Ciência, Tecnologia e Spin - Discussão
- Átomos com Muitos Elétrons e a Tabela Periódica dos Elementos

- Os Raios X e a Ordem dos Elementos na Tabela Periódica
- Espectro Contínuo de Raios X
- Espectro de Raios X Característicos
- A Luz de um Laser
- Einstein e o Laser
- Como o Laser Funciona

Condução de Eletricidade em Sólidos

- Propriedade dos Sólidos
- Condutividade dos Sólidos
- Níveis de Energia num Sólido
- Isolantes
- Metais - Estudo Qualitativo
- Metais - Estudo Quantitativo
- Semicondutores
- Dopagem
- A Junção p-n
- O Diodo Retificador
- O Diodo Emissor de Luz (LED)
- O Transistor (optativo)

Física Nuclear

- A Descoberta do Núcleo
- Algumas Propriedades Nucleares
- Decaimento Radioativo
- Decaimento Alfa
- Decaimento Beta
- Datação Radioativa
- Medida da Dosagem de Uma Radiação
- Modelos Nucleares (optativo)

Energia Libertada Pelo Núcleo

- O átomo e seu Núcleo
- Fissão Nuclear. O Processo Básico
- Um Modelo para a Fissão Nuclear
- O Reator Nuclear
- Um Reator Nuclear Natural (optativo)
- Fusão Termonuclear: O processo Básico
- Fusão Termonuclear no Sol e em Outras Estrelas
- Fusão Termonuclear Controlada
- O Tokamak
- Fusão por Meio de Laser

Quarks, Léptons e o Big-Bang

- A Vida e o Universo
- Partículas, Partículas, Partículas
- Os Léptons
- Uma Nova Lei da Conservação
- Outra Nova Lei da Conservação
- As Oito Configurações
- O Modelo de Quarks
- Forças e Partículas Mensageiras (optativo)
- O Universo está em Expansão

- A Radiação de Fundo de Micro-ondas"
- O Mistério da Matéria Escura
- O Big-Bang
- Breve Discussão Final

F 429 - Física Experimental IV

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 329/ EE521 F 129

Ementa: Experiências de laboratório sobre: propriedades magnéticas da matéria, correntes alternadas, ondas eletromagnéticas, reflexão e refração da luz, polarização, interferência e difração da luz e introdução à física atômica e nuclear.

Bibliografia:

- Notas de Aula do IFGW
- "Experiments in Physics", D.W.Preston, John Wiley & Sons, 1985
- "Eletronics Fundamentais", Thomas L. Floyd, Maxwell Macmillan,1991
- Fundamentos da Física 4
2^a edição
- Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)
Halliday e Resnick

Programa:

Correntes alternada:

- Valor do Pico. Valor Eficaz. Funcionamento de Amperímetro. Amperímetro AC. Voltímetro AC. Multíteste. Medida da tensão de saída de um gerador de audio vs.frequência.

Osciloscópio

- Princípios básicos de operação. Controle vertical. Medida da tensão de saída de um gerador de audio em função da frequência. Controle horizontal. Trigger (engatilhamento) interno e externo. Medida de frequência próximas: múltiplas ou submúltiplas com osciloscópio

Circuito RC em corrente alternada

- Diferença do funcionamento do circuito RC em AC e transitórios (DC). Utilizando osciloscópio medir a constante de tempo de um circuito RC.

Diodo

- Medir a curva característica de um diodo utilizando osciloscópio.

Circuito Ressonante RLC

- Frequência de ressonante. Q do circuito. Medir a curva de ressonância de um circuito RLC.

Transformador

- Força eletromotriz induzida. Medir o rendimento de um transformador

Interferência

- Interferômetro de Michelson. Interferômetro de Fabry-Perot

Refratometria

- Medidas de ângulos de prisma, e determinação do seu índice de refração através do ângulo

de desvio mínimo. Medidas de índice de refração, com vários (Dispersão do prisma)

Difração

- Estudo da difração por fendas

Fibras Óptica

- Introdução às Fibras Ópticas

F 449 - Lasers e Aplicações

OF:S-1 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 429/ F 589

Ementa: Princípio de funcionamento: emissão estimulada, meio ativo, inversão de população e cavidade óptica. Tipos de lasers, tipos de cavidades, laser contínuos e pulsados, amplificação e alargamento de linhas espectrais, limiar de oscilação, saturação do ganho. Espectro de modos. Prisma, redes e espelhos dispersivos para compensação de dispersão da velocidade de grupo. Aplicações científicas do laser (resfriamento a laser, medidas extremamente precisas, holografia, etc). Uso de lasers em telecomunicações; Aplicações em medicina e biofotônica. Aplicações industriais: corte, metrologia, instrumentos a laser.

Bibliografia:

Grant R. Fowles – Introduction to Modern Optics – Dover Books on Physics (1989).

Jaime Frejlich – ÓPTICA – Oficina de Textos (2011)

Eugene Hecht – OPTICS – Addison Wesley (2001)

Warren Smith – Modern Optical Engineering – Mc Graw Hill (2008)

Programa:

Introdução Revisão de eletromagnetismo; fundamentos e partes de um laser; história, ex: o maser de amônia.

Cavidades ópticas

- Traçado de raios em sistemas ópticos; matrizes ABCD; condição de estabilidade de cavidades ópticas; diagrama de estabilidade de cavidades ópticas; tipos de cavidades.

- Feixes Gaussianos; lei ABCD; qualidade do feixe e fator M2; lei ABCD aplicada a cavidades ópticas; projetando cavidades ópticas.

- Feixes ópticos em guias de onda.

- Ressonância em cavidades ópticas; etalons, cavidades de Fabry-Perot, e cavidades em anél com e sem perdas.

- Fator de qualidade, finesse, largura da ressonância e tempo de vida dos fótons na cavidade; ressonância de modos de Hermite-Gauss; acoplado luz em cavidades ópticas: casamento de impedância;

- Cavidade óptica com ganho.

O meio ativo Interação da radiação com matéria, coeficientes de Einstein; coeficiente de absorção ou ganho; Lei de Beer; inversão de população e amplificação; mecanismos de alargamento de linhas espectrais.

Meio ativo + cavidade óptica + excitação: dinâmica laser

- Oscilação laser e amplificação em meios com alargamento homogêneo; limiar de oscilação; saturação do ganho em meio com alargamento homogêneo; condições para inversão de população.

- saturação do ganho em meios com alargamento inhomogêneo; amplificação da emissão espontânea (ASE).

- Eficiência; mecanismos de bombeamento; lasers de 3 e 4 níveis; o laser contínuo (cw) em anél; largura de linha mínima de um laser (Schawlow-Townes); otimizando a extração de luz (output coupling).

- Dinâmica laser; interação entre fótons e átomos em cavidades ópticas; spikes e oscilações de relaxação (relaxation oscillations). Modos de operação laser: chaveamento do fator de qualidade (Q-switching); Q-switching rápido e lento; Mode-locking e geração de pulsos ultracurtos; mode-locking ativo e passivo; Kerr-lens mode-locking; automodulação de fase; chirp e fase espectral; métodos de análise de pulsos ultracurtos: autocorrelador, FROG, SPIDER, GRENOUILLE, MIIPS; fase óptica entre pulsos (carrier-to-envelope offset frequency) e controle. Análise de alguns lasers específicos (Nd:YAG, semicondutores, etc).

Aplicações selecionadas

Resfriamento a laser, medidas de frequências ópticas, geração de UV e raios X através de altos harmônicos, telecomunicações ópticas, medicina e biofotônica, aplicações industriais (processamento de materiais, corte, solda e marcação).

F 489 - Estrutura da Matéria II

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 589

Ementa: Momentos de dipolo magnético, spin, e taxas de transição. Átomos multieletrônicos. Estatística quântica. Moléculas. Sólidos. Modelos Nucleares. Partículas elementares.

Bibliografia:

- "Física Quântica", 4ª edição - Robert Eisberg, Robert Resnick - Editora Campus Ltda.

Programa:

Momentos de Dipolo Magnético, Spin e Taxas de Transição

- Momento de dipolo magnético orbital
- A experiência de Stern-Gerlach e o spin do elétron
- A interação spin-órbita
- Momento angular total
- Energia de interação spin-órbita e os níveis de energia do hidrogênio
- Taxas de transição e regras de seleção
- Comparação entre as teorias quânticas moderna e antiga

Átomos Multieletrônicos

- Estados Fundamentais e Excitações de Raios X
- Partículas idênticas
- O princípio de exclusão
- Forças de troca e o átomo de hélio
- Teoria de Hartree
- Resultados da teoria de Hartree

- Estados fundamentais de átomos multieletrônicos e a tabela periódica
- Espectros discretos de raios X

Átomos Multieletrônicos

- Excitações Ópticas
- Átomos alcalinos
- Átomos com vários elétrons opticamente ativos
- Acoplamento LS
- Níveis de energia do átomo de carbono
- O efeito Zeeman

Estatística Quântica

- Indistinguibilidade e estatística quântica
- As funções de distribuições quânticas
- Comparação entre as funções de distribuição
- O calor específico de um sólido cristalino
- A distribuição de Boltzmann como uma aproximação às distribuições quânticas
- O laser
- O gás de fótons e o gás de fônons
- Condensação de Bose e o Hélio líquido
- O gás de elétrons livres
- Potencial de contato e emissão termoiônica
- Descrições clássicas e quânticas do estado de um sistema

Moléculas

- Ligações iônicas
- Ligações covalentes
- Espectros moleculares
- Espectros de rotação
- Espectros de vibração – rotação
- Espectros eletrônicos
- O efeito Raman
- Determinação do spin nuclear e natureza da simetria

Sólidos – Condutores e Semicondutores

- Tipos de sólidos
- Teoria de banda dos sólidos
- Condução elétrica em metais
- O modelo quântico dos elétrons livres
- O movimento dos elétrons numa rede periódica
- Massa efetiva
- Dispositivos semicondutores
- Sólidos – Propriedades Supercondutoras e Magnéticas
- Supercondutividade
- Propriedades magnéticas dos sólidos
- Paramagnetismo
- Ferromagnetismo
- Antiferromagnetismo e ferrimagnetismo
- Sólidos – Propriedades Supercondutoras e Magnéticas
- Supercondutividade
- Propriedades magnéticas dos sólidos
- Paramagnetismo
- Ferromagnetismo

- Anfiferromagnetismo e ferrimagnetismo

Modelos Nucleares

- Formas e densidades nucleares
- Massas e abundâncias nucleares
- O modelo da gota líquida
- Números mágicos
- O modelo do gás de Fermi
- O modelo de camadas
- Predições do modelo de camadas
- O modelo coletivo

Decaimento Nuclear e Reações Nucleares

- Decaimento alfa
- Decaimento beta
- A interação decaimento beta
- Decaimento gama
- O efeito Mössbauer
- Reações nucleares
- Estados excitados dos núcleos
- Fissão e reatores
- Fusão e origem dos elementos
- Partículas Elementares
- Forças nucleônicas
- Isospin
- Pions
- Muons
- Estranheza
- Interações fundamentais e leis de conservação
- Famílias de partículas elementares
- Hipercarga e quarks

F 502 - Eletromagnetismo I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428/ AA200

Ementa: Campos eletrostáticos no vácuo e nos materiais dielétricos. Resolução das equações de Poisson e Laplace. Campos magnéticos, correntes estacionárias e materiais não magnéticos. Força eletromotriz induzida e energia magnética. Materiais magnéticos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- "Fundamentos da Teoria Eletromagnética" - 3ª edição - Editora Campus Ltda. (Rio de Janeiro)
John R. Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy

Programa:

Análise Vetorial

- Definições
- Álgebra vetorial

- Gradiente
- Integração
- Divergente
- Rotacional
- Operador diferencial vetorial
- Desenvolvimentos adicionais

Eletrostática

- Carga elétrica
- Lei de Coulomb
- Campo elétrico
- Potencial eletrostático
- Condutores e isolantes
- Lei de Gauss
- Aplicação da Lei de Gauss
- Dipolo elétrico
- Expansão multipolar dos campos elétricos
- Função delta de Dirac

Solução de Problemas Eletrostáticos

- Equação de Poisson
- Equação de Laplace
- Equação de Laplace com uma variável independente'
- Soluções da equação de Laplace em coordenadas esféricas
- Esfera condutora em um campo elétrico uniforme
- Harmônicos cilíndricos
- Equação de Laplace em coordenadas retangulares
- Equação de Laplace em duas duas dimensões. Solução geral
- Imagens eletrostáticas
- Carga puntual em um fluido dielétrico
- Condições de contorno sobre os vetores de campo
- Problemas de valores de contorno que envolvem dielétricos
- Esfera dielétrica em um campo elétrico uniforme
- Força atuante sobre uma carga puntual imersa num dielétrico

Teoria Microscópica dos Dielétricos

- Campo molecular em um dielétrico
- Dipolos induzidos. Um modelo simples
- Moléculas polares. Fórmula de Langevin-Debye
- Polarização permanente. Ferroeletricidade

Energia Eletrostática

- Energia potencial de um grupo de cargas puntuais
- Energia eletrostática de uma distribuição de carga
- Densidade de energia de um campo eletrostático
- Energia de um sistema de condutores carregados
- Coeficientes de capacitância e indução
- Capacitores
- Forças e torques
- Força atuante sobre uma distribuição de carga
- Interpretação termodinâmica da energia eletrostática

Corrente Elétrica

- Natureza da corrente

- Densidade de corrente. Equação da continuidade
- Lei de Ohm. Condutividade
- Correntes estacionárias em meios contínuos
- Passagem para o equilíbrio eletrostático
- Redes de resistências e leis de Kirchhoff
- Teoria microscópica da condução

Campo Magnético de Correntes Estacionárias

- Definição de indução magnética
- Forças atuantes sobre condutores em que circulam correntes
- Lei de Biot e Savart
- Aplicações elementares da Lei de Biot e Savart
- Lei circuital de Ampère
- Potencial vetorial magnético
- Campo magnético de um circuito distante
- Potencial escalar magnético
- Fluxo magnético

Propriedades Magnéticas da Matéria

- Magnetização
- Campo magnético produzido por material magnetizado
- Potencial escalar magnético e densidade de pólo magnético
- Fontes de campo magnético. Intensidade magnética
- Equações de campo
- Susceptibilidade e permeabilidade magnéticas. Histerese
- Condições de contorno sobre os vetores de campo
- Problemas de valores de contorno que envolvem materiais magnéticos
- Circuitos de corrente que contém meios magnéticos
- Circuitos magnéticos
- Circuitos magnéticos que contém ímãs permanentes

Teoria Microscópica do Magnetismo (Opcional)

- Campo molecular no interior da matéria
- Origem do diamagnetismo
- Origem da paramagnetismo
- Teoria do ferromagnetismo
- Domínios ferromagnéticos
- Ferrites

F 515 - Mecânica Geral III

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 415

Ementa: Princípios variacionais e equações de Lagrange. Equações de movimento de Hamilton. Transformações canônicas. Teoria de Hamilton-Jacobi. Teoria de perturbação canônica. Introdução as formulações Hamiltonianas e Lagrangeanas para sistemas contínuos de campos.

Bibliografia:

Tópicos de mecânica clássica - M.A.M. de Aguiar

Classical mechanics - H. Goldstein

The variational principles of mechanics - C. Lanczos

Classical dynamics of particles and systems - Marion e Thornton
Mecânica - K.R. Symon
Mathematical Methods of Classical Mechanics - V.I. Arnold
Regular and stochastic motion - A.J. Lichtenberg e M.A. Lieberman

Programa:

Revisão da Mecânica de Newton
O princípio de D'Alembert e as Equações de Lagrange
O princípio variacional e as Equações de Lagrange
O método dos multiplicadores de Lagrange
As Equações de Hamilton
Transformações canônicas e Parênteses de Poisson
Invariantes canônicos
A Equação de Hamilton-Jacobi
O teorema de integrabilidade de Arnold-Liouville
Variáveis de ângulo e ação
Estabilidade
Teoria de perturbação canônica
O Teorema KAM
Aplicações: falhas nos anéis de Saturno e no cinturão de asteróides
O Teorema de Poincaré-Birkhoff
Caos: emaranhados homoclínicos e o Mapa da Ferradura
Simetrias e meios contínuos

F 520 - Métodos Matemáticos da Física I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 MA044/AA200

Ementa: Análise Vetorial (revisão), o operador nabla, sistemas de coordenadas (revisão), determinantes e matrizes, equações diferenciais, teoria de Sturm-Liouville funções ortogonais, a função gama, funções de Bessel, funções de Legendre, funções especiais.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

-Mathematical Methods for Physicists” - Third Edition (Academic Press, Inc) - George Arfken

Programa:

Análise Vetorial

- Definições com aproximações elementares
- Definições Avançadas
- Produto Escalar, produto Vetorial
- Triplo produto escalar, triplo produto vetorial
- Gradiente, divergente e rotacional
- Aplicações sucessivas de ∇
- Integração vetorial
- Teorema de Gauss
- Teorema de Stokes
- Teoria do potencial

- Lei de Gauss, equação de Poisson
- Teorema de Helmholtz

Sistema de Coordenadas

- Coordenadas Curvilíneas
- Diferenciação de vetores
- Coordenadas cartesianas retangulares
- Coordenadas circulares cilíndricas (ρ, φ, z)
- Coordenadas polares esféricas (r, θ, φ)
- Separação de variáveis

Matrizes e Determinantes

- Determinantes
- Matrizes
- Matrizes ortogonais
- Coordenadas oblíquas
- Matrizes hermitianas, matrizes unitárias
- Diagonalização de matrizes
- Autovetores, autovalores

Equações Diferenciais

- Equações diferenciais parciais em Física teórica
- Equações diferenciais de primeira ordem
- Separação de variáveis – equações diferenciais ordinárias
- Pontos singulares
- Soluções por séries – método de Frobenius
- Equações não homogêneas - função de Green
- Soluções numéricas

Teorema de Sturm-Liouville – Funções Ortogonais

- Equações diferenciais auto-adjuntas
- Operadores Hermitianos auto-adjuntos
- Ortogonalização de Gram-Schmidt
- Completeza das autofunções

A Função Gama (Função Fatorial)

- Definições e propriedades simples
- Diagramas e funções poligamas
- Série de Stirling
- Função Beta
- Função incompleta de Gama e funções relativas

Funções de Bessel

- Funções de Bessel do primeiro tipo, $J_\nu(x)$
- Ortogonalidade
- Funções de Neumann, funções de Bessel do segundo tipo, $N_\nu(x)$
- Funções de Hankel
- Funções modificadas de Bessel, $I_\nu(x)$ and $K_\nu(x)$
- Expansão assintótica
- Funções esféricas de Bessel

Funções de Legendre

- Função geratriz
- Relações de recorrência e propriedades especiais
- Ortogonalidade
- Definições alternativas para os polinômios de Legendre

- Funções associadas de Legendre
- Harmônicos esféricos
- Teorema da adição para harmônicos esféricos
- Integrais do produto de três esféricos harmônicos
- Funções de Legendre do segundo tipo, $Q_n(x)$
- Vetores harmônicos esféricos

Funções Especiais

- Função de Hermite
- Função de Laguerre
- Polinômios de Chebyshev
- Polinômios de Chebyshev – Aplicações numéricas
- Funções hipergeométricas
- Funções hipergeométricas confluentes

F 530 - Instrumentação I

OF:S-1 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

Bibliografia:

- À critério do professor orientador

Programa:

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

F 540 - Métodos da Física Experimental I

OF:S-5 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Circuitos básicos DC-AC. Componentes passivos. Instrumentos de medida. Diodos. Transistores. Amplificação. Amplificadores operacionais. Realimentação. Osciladores. Circuitos digitais básicos. Textos de laboratório. Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- "The Art of Electronics" - P. Horowitz e W. Hill
- "Eletrônica - Dispositivos e Circuitos" - J. Millman e C.C. Halkias
- "Eletrônica" - A. P. Malvino
- "Eletrônica Básica" - J.J. Brophy

Programa:

Caracterização de Dispositivos Semicondutores

- Diodos e circuitos ceifadores – curvas características
- Fonte retificadora
- Transistor bipolar de junção
- Polarizando um transistor bipolar de junção
- Curva característica de um transistor bipolar de junção
- Transistor de efeito de campo

- Curva característica de um FET

Aplicações com Componentes Discretos

- Fontes de corrente utilizando transistores
- Amplificador AC utilizando transistor bipolar de junção

Amplificador Operacional

- Amplificador operacional inversor e não inversor
- Amplificador operacional integrador e diferenciador
- Filtro passa-banda
- Gerador de onda quadrada - Schmidt trigger

Outros Componentes Integrados

- Amplificador de potência.
- Filtros e osciladores
- Oscilador 555, Colpitts, Hartley.
- Circuitos Digitais
- Conversor digital analógico - DAC
- Lógica Digital
- Flip-Flop

F 541 - Métodos da Física Experimental V

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 540

Ementa: Técnicas avançadas em eletrônica.

Bibliografia:

Livros:

- 1-The Art of Electronics. Paul Horowitz, Winfield Hill, Cambridge University Press.
- 2- Beginning Arduino. Michael McRoberts, www.apress.com. and www.springeronline.com.

Sites de consulta:

<http://fritzing.org> Informações e softwares para o projeto, desenho, e confecção de circuitos com Arduino.

<https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>. Site oficial do Arduino. Contem informações e “tutorials” sobre o ambiente “software” para trabalhar com o Arduino: O “Arduino Integrated Development Environment” (IDE).

Datasheets.

<http://www.datasheetcatalog.com/>. Utilizamos o site na internet para consultas de manuais sobre componentes. No site temos Texas, Motorola, Fairchild, Sanyo, etc..

Programa:

O curso constará de duas partes:

Parte-1- Curso básico de eletrônica digital: Mostra-se os conceitos ligados à eletrônica digital, a algebra de Boole, funções lógicas, operações em binario, octal hexadecimal, contadores, Flip flops, etc. .Para esta parte reserva-se 4 aulas ou 16 horas.

Parte-2- Microcontrolador Arduino: Ensina-se a conexão do Arduino ao PC, e a realização de vários projetos. Nestes projetos serão realizadas as etapas de

hardware e do software de atuação. Para esta parte reservam-se mais o restante das aulas ou 44 horas.

O número total de horas de aulas previstas é de 60 horas.

(Para auxiliar no aprendizado, o aluno pode utilizar vários softwares de domínio público cujos sites serão fornecidos em aula)

Parte 1: Curso básico de Eletrônica Digital

1- Sistemas numéricos: binário, octal, hexadecimal, portas lógicas TTL, CMOS. Portas AND, OR, NAND, NOR.

2- Álgebra de Boole, theoremas de De Morgan. Diagramas de Karnaugh, funções lógicas.

3- Flip Flops , SR, T, D. Flip Flop mestre-escravo, contadores binários, decimal, hexadecimal.

Parte 2: Microcontrolador.

1-Microprocessador. Funcionamento Básico.

2- Micro controlador – ARDUINO.

a-3) LED Piscando – Primeiro contato com o Micro controlado, como carregar um programa e ligar o circuito;

b-4) Botão com LED – Uso de entradas e saídas digitais;

c-5) Potenciômetro com Servo (ou LED em “fading”) – Uso de sinais analógicos;

d-6) Tons controlados por serial – Controle de sinais digitais e comunicação serial USB;

e-7) Controle de temperatura – Aplicação com entrada analógica com LM35 e controle de temperatura via efeito Peltier;

f-8) Saída de nível DC – Demodulação de PWM para obter um sinal contínuo;

g-9) projeto do aluno (controle de motores de passo).

h-10) projeto de aluno (controle de servos)

i-11) Exposição de projetos.

12- Exercícios, Dúvidas, repetição de experimentos.

13- Prova 2

14- Exame Final

F 549 - Fontes Alternativas de Energia

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Fontes de Energia Renovável, Combustíveis alternativos: Biodiesel, Bioetanol. Células Solares. Usinas Nucleares. Energia Eólica. Estudos de Impactos Ambientais.

Bibliografia:

Jucy Neiva, Fontes Alternativas de Energia,, SEGUNDA EDIÇÃO - 1987 - 155 PAG - Editora Maity Comunicação.

Barry Commoner, Energias Alternativas - Editora: Record (1986)
Michael L. Ross, The Oil Curse: How Petroleum Wealth Shapes the Development of Nations, Princeton University Press, USA (2012).
Ugo Bardi, The limits of growth revisited, Springer, NY – USA – 2011
Paul Kruger, Alternative Energy Resources : The Quest for Sustainable Energy, Wiley – New Jersey – USA – 2006.

Programa:

1. Fontes de Energia Renovável e não-Renovável
 - 1.1. Energia Hidroelétrica
 - 1.1.1 Usinas Hidrelétricas - Funcionamento
 - 1.1.2 Utilização de Hidrelétricas no Brasil e no Mundo
 - 1.2. Energia Eólica
 - 1.2.1.Princípio de funcionamento – Parques Eólicos e aerogeradores
 - 1.2.2. Utilização de Energia Eólica no Brasil e no Mundo
 - 1.3 Energia Solar
 - 1.3.1 Conversão fotovoltaica
 - 1.3.2 Células e painéis solares
 - 1.3.3 Utilização de Energia Solar no Brasil e no Mundo
 - 1.4 Energia Nuclear
 - 1.4.1 Radiatividade e Materiais Radioativos
 - 1.4.2 Usinas Nucleares
 - 1.4.3 Utilização da Energia Nuclear no Brasil e no Mundo
2. Combustíveis Alternativos
 - 2.1. Etanol x Gasolina x óleo diesel no Brasil e no mundo
 - 2.2. Biocombustíveis
3. Estudos de Impactos Ambientais
 - 3.1.Crescimento populacional e demanda por Energia
 - 3.2 Conscientização, Economia e Racionamento
 - 3.3 Impactos ambientais da ampliação do parque energético no Brasil e no mundo

F 550 – Radiação: Interação e Detecção

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 429 F 589

Ementa: Elementos de teoria de espalhamento. Interação da radiação gama com a matéria. Efeitos de atenuação. Método Monte Carlo. Detecção de radiação. Tipos de detetores. Espectroscopia Gama e de raio-x. Análise de dados. Obs.: Recomenda-se cursar junto a disciplina F 502.

Bibliografia:

F.H. Attix, Introduction to radiological physics and radiation dosimetry, Wiley-VCH
G.F. Knoll, Radiation detection and measurement, John Wiley & Sons
A.F. Bielajew, Fundamentals of the Monte Carlo method for neutral and charged particle transport
J.E. Turner, Atoms, Radiation, and Radiation Protection, Wiley-VCH

Programa:

Desintegração radioativa

- Desintegração alfa, beta e gamma.
- Atividade radioativa e suas unidades.
- Lei de decaimento exponencial. Vida média e meia vida de um isótopo radioativo.
- Séries radioativas. Equilíbrio transiente e secular.

Interação de partículas carregadas com material de interesse biológico.

- Colisões elásticas e inelásticas. Cinemática da colisão. Espalhamento múltiplo.
- Conceito de seção de choque. Seções de choque diferenciais.
- Seção de choque de Rutherford.
- Poder de freamento de colisão (fórmula de Bethe-Bloch). Efeito de densidade (Fermi).
- Radiação de freamento (Bremsstrahlung). Espectro de Bremsstrahlung.
- Poder de freamento radiativo.

Ionização em gases e semicondutores.

- Interação de radiação ionizante com um gás. Ionização e excitação. Energia média para criar um par de portadores de carga.
- Interação de radiação ionizante com um semicondutor. Energia média para criar um par de portadores de carga.

Interação de nêutrons.

- Espalhamento elástico.
- Espalhamentos inelásticos (excitação, captura neutrônica, transmutação, fissão e fusão).
- Ativação neutrônica e produção de radio-isótopos.
- Interação com tecidos biológicos.

Interação da radiação gama com a matéria.

- Efeito fotoelétrico. Decaimento por fluorescência e pela emissão de elétrons Auger. Probabilidade de emissão e energia média dos fótons emitidos por fluorescência. Coeficientes de atenuação, transferência e absorção de energia.
- Espalhamento Rayleigh e sua seção de choque. Coeficiente de atenuação.
- Espalhamento Compton. Seção de choque na aproximação de Klein-Nishina. Seção de choque por elétron e átomo. Seção de choque de transferência de energia. Coeficiente de atenuação, transferência e absorção de energia. Coeficientes de transferência e absorção de energia. Energia média de elétrons produzidos por Compton.
- Produção de pares no campo do núcleo atômico. Energia limiar. Coeficientes de atenuação e transferência de energia. Energia média das partículas carregadas emitidas.
- Produção de pares no campo do elétron atômico. Energia limiar. Coeficientes de atenuação e transferência de energia. Energia média das partículas carregadas emitidas.
- Interação de feixes largos e estreitos com uma camada de material. Camada semi-redutora (HVL).

O método Monte Carlo no transporte de radiação.

- Fundamentos do método
- Funções de densidade de probabilidade. Função cumulativa de probabilidade.
- Geração de números pseudo-aleatórios.
- Métodos de amostragem direto e por rejeição.
- Seguimento da história de uma partícula durante a simulação. Amostragem de caminho percorrido, evento acontecido e nova direção e energia da partícula. Transformações de coordenadas.

Introdução à detecção de radiação.

- Estatística de contagem. Distribuições de probabilidades associadas (Poisson e Gauss).
- Estimção de incerteza e sua propagação. Fator de Fano.
- Modelo ideal de um detector de radiação. Modos de trabalho. Resolução energética. Eficiência geométrica, intrínseca e absoluta. Tempo morto de um detector. Modelos paralizável e não paralizável.
- Detectores a Gás. Regimes de trabalho. Princípio de funcionamento do detector Geiger-Muller e proporcional. Gases mais usados.
- Câmara de ionização. Equilíbrio de partículas carregadas. Teoria da cavidade de Bragg-Gray. Grandezas exposição, kerma e dose absorvida.
- Princípio de funcionamento de detectores cintiladores. Características de um cintilador ideal. Resolução energética. Mecanismos de cintilação em materiais orgânicos e inorgânicos. Tubo foto-multiplicador e seu acoplamento do o cintilador.
- Princípio de funcionamento de um detector semicondutor tipo diodo. Resolução energética.
- Princípios de espectroscopia Gama e de Raios-X. Características principais do espectro. Espectro integral e diferencial. Pico principal, borda Compton, picos de escape.
- Princípios de funcionamento de detectores TLD, filmes, e diamante.

F 589 - Estrutura da Matéria

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200/ F 428 MA311

Ementa: Introdução à teoria da relatividade restrita. Radiação térmica e o postulado de Planck. Fótons e as propriedades corpusculares da radiação. Propriedades ondulatórias das partículas e o postulado de De Broglie. O átomo de Bohr. Introdução à equação de Schrödinger e soluções de problemas unidimensionais. O átomo de hidrogênio.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- "Física Quântica", 4ª edição - Robert Eisberg, Robert Resnick - Editora Campus Ltda.

Programa:

A Teoria da Relatividade Especial

- A transformação de Galileu

- A experiência de Michelson-Morley
- O postulado de Einstein
- Simultaneidade
- A dilatação do tempo e a contração do comprimento
- A transformação de Lorentz
- A transformação de velocidade relativística
- Massa relativística
- Energia relativística

Radiação Térmica e o Postulado de Planck

- Radiação térmica
- A teoria clássica da radiação de cavidade
- A teoria de Planck da radiação de cavidade
- O uso da lei da radiação de Planck na termometria
- O postulado de Planck e suas implicações
- Um pouco da história da física quântica

Fótons - Propriedades Corpusculares da Radiação

- O efeito fotoelétrico
- A teoria quântica de Einstein do efeito fotoelétrico
- O efeito Compton
- A natureza dual da radiação eletromagnética
- Fótons e a produção de raios X
- Produção e aniquilação de pares
- Seções de choque para absorção e espalhamento de fótons

O postulado de De Broglie - Propriedades Ondulatórias das Partículas

- Ondas de matéria
- A dualidade onda-partícula
- O princípio da incerteza
- Propriedades das ondas de matéria
- Algumas consequências do princípio da incerteza
- A filosofia da teoria quântica

O Modelo de Bohr para o Átomo

- O modelo de Thomson
- O modelo de Rutherford
- A estabilidade do átomo nuclear
- Espectros atômicos
- Os postulados de Bohr
- O modelo de Bohr
- Correção para a massa nuclear finita
- Estados de energia do átomo
- Interpretação das regras de quantização
- O modelo de Sommerfeld
- O princípio da correspondência
- Uma crítica à antiga teoria quântica

A Teoria de Schrödinger da Mecânica Quântica

- Argumentos plausíveis para se chegar à equação de Schrödinger
- A interpretação de Born para funções de onda
- Valores esperados
- A equação de Schrödinger independente do tempo
- As propriedades necessárias às autofunções

- A quantização da energia na teoria de Schrödinger
- Soluções da Equação de Schrödinger Independente do Tempo
- O potencial nulo
- O potencial degrau (energia menor do que a altura do degrau)
- O potencial degrau (energia maior do que a altura do degrau)
- A barreira de potencial
- Exemplos de penetração de barreiras por partículas
- O poço de potencial quadrado
- O poço de potencial quadrado infinito
- O potencial do oscilador harmônico simples

Átomos de um Elétron

- Desenvolvimento da equação de Schrödinger
- Separação da equação independente do tempo
- Solução das equações
- Autovalores, números quânticos e degenerescência
- Autofunções
- Densidade de Probabilidade
- Momento angular orbital
- Equações de autovalor

F 590 – Iniciação Científica I

OF:S-1 T:000 P:001 L:000 O:001 D:000 HS:002 SL:000 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a um projeto de pesquisa sob orientação individual de um professor.

Bibliografia:

À critério do professor orientador

Programa:

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

F 602 - Eletromagnetismo II

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 502

Ementa: Equações de Maxwell. Propagação de ondas eletromagnéticas. Reflexão. Refração. Guias de onda. Radiação. Antenas.

Bibliografia:

- “Fundamentos da Teoria Eletromagnética” - 3ª edição - Editora Campus Ltda. (Rio de Janeiro)
- John R. Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy
- "Classical Eletromagnetic Radiation", J.B. Marion e M.A. Heald.

Programa:

Indução Eletromagnética

- *Indução eletromagnética*
- Auto-indutância
- Indutância mútua
- Fórmula de Neumann
- Indutância em série e em paralelo

Energia Magnética

- *Energia magnética de circuitos acoplados*
- Densidade de energia no campo magnético
- Forças e torques sobre circuitos rígidos
- Perdas por histerese

Correntes que Variam Lentamente

- Introdução
- Comportamento transitório e de estado estacionário
- Leis de Kirchhoff
- Comportamento transitório elementar
- Comportamento de estado estacionário de um circuito em série simples
- Conexão de impedâncias em série e em paralelo
- Potência e fatores de potência
- Ressonância
- Indutâncias mútuas em circuitos c.a
- Equações de malhas e de nós
- Impedâncias de ponto de excitação e de transferência

Física do Plasma

- Neutralidade elétrica em um plasma
- Órbitas das partículas e movimento de deslocamento em um plasma
- Espelhos magnéticos
- Equações hidromagnéticas
- Efeito pinch
- Sistemas de confinamento magnético para fusão termonuclear controlada
- Oscilações e movimento ondulatório do plasma
- Uso de sondas em medidas de plasma

Propriedades Eletromagnéticas dos Supercondutores

- História da supercondutividade
- Condutividade perfeita e diamagnetismo perfeito de supercondutores
- Exemplos envolvendo exclusão de fluxo perfeito
- Equações de London
- Exemplos envolvendo as equações de London

Equações de Maxwell

- Generalização da lei de Ampère. Corrente de deslocamento
- Equações de Maxwell e suas bases empíricas
- Energia eletromagnética
- Equação de onda
- Condições de contorno
- Equações de onda com fontes

Propagação de Ondas Eletromagnéticas

- Ondas planas monocromáticas em meios não-condutores
- Polarização
- Densidade e fluxo de energia
- Ondas monocromáticas em meios condutores
- Ondas esféricas

Ondas em Regiões de Contorno

- Reflexão e refração nos limites de dois meios não condutores.
- Incidência normal
- Reflexão e refração nos limites de dois meios não condutores
- Incidência oblíqua
- Ângulo de Brewster. Ângulo crítico
- Coeficientes complexos de Fresnel. Reflexão por um plano condutor
- Reflexão e transmissão por uma camada delgada
- Propagação entre placas condutoras paralelas
- Guia de ondas
- Ressonadores de cavidade

Dispersão Ótica nos Materiais

- Modelo do oscilador harmônico de Drude-Lorentz
- Absorção na ressonância por cargas ligadas
- Teoria do elétron livre de Drude
- Relaxação dielétrica. Condução eletrolítica
- Relações de Kramers-Kronig

Emissão de Radiação

- Radiação de um dipolo oscilante
- Radiação de uma antena de meia onda
- Radiação de um grupo de cargas em movimento
- Campos em zonas próximas e intermediárias
- Amortecimento de radiação. Seção transversal de Thomson

F 604 - Física Estatística

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200/ F 320 ME210/ F 320 ME414/ QF431

Ementa: Introdução às propriedades de sistemas macroscópicos. Conceitos básicos de probabilidade. Interação térmica. Fator de Boltzmann. Relação entre conceitos atômicos e medidas macroscópicas "Ensemble" microcanônico. Distribuição canônica na aproximação clássica. Aplicações. Teorema da equipartição da energia. Interação termodinâmica. Termodinâmica estatística. Interação entre sistemas com troca de partículas: o "Ensemble" grande canônico. Estatística quântica de gases ideais: estatísticas de fótons, estatísticas de Fermi-Dirac e de Bose-Einstein. Teoria cinética e processos de transporte.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- Fundamentals of statistical and thermal physics - 1ª edição (McGraw-Hill Book Company, London) F. Reif

Programa:

Introdução aos Métodos Estatísticos

- Estatística elementar – conceitos e exemplos
- Passeio aleatório (random walk) unidimensional
- Discussão geral sobre valores médias
- Cálculo dos valores médios para o random walk
- Distribuição de probabilidades para N grande
- Distribuição de probabilidades Gaussiana
- Distribuição de probabilidades envolvendo diversas variáveis
- Comentários sobre a probabilidade de distribuições contínuas
- Cálculo geral dos valores médios para o random walk
- Cálculo da probabilidade das distribuições
- Probabilidade de distribuições para N grande

Descrição Estatística de um Sistema de Partículas

- Especificação do estado de um sistema
- Ensemble estatístico
- Postulados básicos
- Cálculo de probabilidades
- Comportamento da densidade de estados
- Interação térmica
- Interação mecânica
- Interação completa
- Processos quasi-estáticos
- Trabalho quasi-estático fornecido por pressão
- Diferenciais exatas e “inexatas”

Termodinâmica Estatística

- Condições de equilíbrio e vínculos
- Processos reversíveis e irreversíveis
- Distribuição de energia entre sistemas em equilíbrio
- A aproximação para o equilíbrio térmico
- Temperatura
- Reservatórios térmicos
- Largura da distribuição de probabilidades
- Dependência da densidade de estados em relação aos parâmetros externos
- Equilíbrio entre sistemas interagentes
- Propriedades da entropia
- Leis termodinâmicas e relações estatísticas básicas
- Cálculo estatístico de quantidades termodinâmicas

Parâmetros Macroscópicos e suas Medidas

- Trabalho e energia interna
- Calor
- Temperatura absoluta
- Capacidade calorífica e calor específico
- Entropia
- Consequências da definição absoluta de entropia
- Parâmetros Extensivos e Intensivos

Aplicações Simples de Termodinâmica Macroscópica

- Equação de estado e energia interna
- Calores específicos
- Expansão ou compressão adiabática
- Entropia
- Derivação de leis gerais
- Sumário das relações de Maxwell e das funções termodinâmicas
- Entropia e energia interna
- Expansão livre de um gás
- Processo Throttling (ou Joule-Thomson)
- Máquinas térmicas
- Refrigeradores

Métodos Básicos e Resultados da Mecânica Estatística

- Sistema Isolado
- Sistema com reservatório térmico
- Aplicações simples de uma distribuição canônica
- Sistemas com energia média especificada
- Cálculo dos valores médios em um ensemble canônico
- Conexões com termodinâmica
- Ensembles usados como aproximações
- Métodos matemáticos aproximados
- Ensemble grand canônico e outros ensembles
- Derivação alternativa para a distribuição canônica

Aplicações Simples de Mecânica Estatística

- Funções de partição e suas propriedades
- Cálculo de quantidades termodinâmicas
- Paradoxo de Gibbs
- Validade das aproximações clássicas
- Prova do teorema
- Aplicações simples
- Calor específico dos sólidos
- Cálculos de magnetização
- Distribuição de velocidades de Maxwell
- Distribuição relativa de velocidades e valores médios
- Número de moléculas colidindo em uma superfície
- Efusão
- Pressão e transferência de momento

Equilíbrio entre Fases ou Espécies Químicas

- Sistemas isolados
- Sistemas em contato com um reservatório a temperatura constante
- Condições de estabilidade para uma substância homogênea
- Condições de equilíbrio na equação de Clausius-Clapeyron
- Transformação de fase e equação de estado
- Relações gerais em um sistema com muitas componentes
- Discussão alternativa para equilíbrio entre as fases
- Condições gerais para equilíbrio químico
- Equilíbrio químico entre gases ideais

Estatística Quântica de um Gás Ideal

- Partículas idênticas e simetria
- Estatística de Maxwell-Boltzmann

- Estatística de Photon
- Estatística de Bose-Einstein
- Estatística de Fermi-Dirac
- Estatística quântica no limite clássico
- Estados quânticos de uma partícula simples
- Funções de partição
- Função de partição de moléculas poliatômicas
- Radiação eletromagnética em equilíbrio térmico
- Natureza da radiação no interior de um oco
- Radiação emitida por um corpo a temperatura T
- Consequências da distribuição de Fermi-Dirac
- Cálculo qualitativo do calor específico eletrônico

F 609 – Tópicos de Ensino de Física I

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 328 F 329

Ementa: Reflexão sobre o papel do professor de Física, as relações associadas à transposição didática, bem como sobre as metodologias de ensino que podem ser utilizadas nas aulas, tais como experimentação, história da ciência, resolução de problemas, interdisciplinaridade, dentre outros. Uso de tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física.

Bibliografia:

Referências básicas:

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinamentos. *Educação e Pesquisa*, v. 28, n. 2, p. 57-67, 2002.

DUIT R., TREAGUST D.F. Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, Vol. 25, 6, 2003.

JUNIOR, Pedro Donizete Colombo et al. Ensino de física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico”. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, p. 489-507, 2012.

KAMPEN P.van, BANAHAN C., KELLY M., McLOUGHLIN E. e O’LEARY E., Teaching a single physics module through Problem Based Learning in a lecture-based curriculum. *Am. J. Phys.*, 72, 2004.

LAVAQUI, Vanderlei; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 13, n. 3, Dec. 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000300009&lng=en&nrm=iso>. access on 16 Jan. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132007000300009>.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOZENA, E. R., OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza, *Revista Ensaio, Belo Horizonte*, v.16, n. 02, 2014.

PEREZ, Daniel Gil et al . Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru , v. 7, n. 2, 2001 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000200001&lng=en&nrm=iso>. access on 16 Jan. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>.

Programa:

Esta disciplina relaciona tópicos de física e de prática pedagógica voltados para o ensino fundamental e médio. Os conteúdos serão trabalhados de forma conjunta, misturando discussões em sala de aula com práticas de ensino. A disciplina é estruturada a partir de uma série de tópicos:

- O que define um bom professor? E um bom professor de Física?
- A transposição didática;
- Metodologias para o ensino de Física; história da ciência, experimentação, resolução de problemas, interdisciplinaridade. Outras metodologias mais alternativas ao ensino de Física.
- Relações de ensino aprendizagem em espaços não formais de ensino e aprendizagem.

F 620 - Métodos Matemáticos da Física II

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 520

Ementa: Funções de variáveis complexas I (revisão), funções de variáveis complexas II: cálculo de resíduos (revisão), séries de Fourier, transformações integrais, equações integrais, cálculo de variações.

Bibliografia:

-“Mathematical Methods for Physicists” - Third Edition (Academic Press, Inc) - George Arfken

Programa:

Funções de Variável Complexa

- Complex Algebra
- Condições de Cauchy-Riemann
- Teorema da integral de Cauchy
- Fórmula Cauchy's Integral
- Laurent Expansion
- Mapping
- Conformal Mapping

Funções de Variável Complexa : Cálculo de Resíduos

- Singularidades
- Cálculo de Resíduos
- Relações de dispersão

Séries de Fourier

- Vantagens e usos das séries de Fourier
- Aplicações das séries de Series
- Propriedades das séries de Fourier
- O fenômeno de Gibbs
- Ortogonalidade discreta – transformada de Fourier discreta

Transformações Integrais

- Transformações integrais
- Desenvolvimento da integral de Fourier
- Transformada de Fourier – Teorema da inversão
- Teorema da Convolução
- Representação de momentos
- Funções de transferência
- Transformadas de Laplace elementares
- Teorema da convolução
- Transformada inversa de Laplace

Equações Integrais

- Transformações integrais, funções geratrizes
- Séries de Neumann, Kernels separáveis (degenerados)
- Teoria de Hilbert-Schmidt
- Funções de Green uni-dimensionais
- Funções de Green em duas e três dimensões

Cálculo Variacional

- Aplicações da equação de Euler
- Generalizações, múltiplas variáveis dependentes
- Mais que uma variável dependente
- Mais que uma variável independente
- Multiplicadores de Lagrange
- Vínculos no cálculo variational
- Técnica variacional de Rayleigh-Ritz

F 625 - Métodos de Computação Científica I

OF:S-6 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MA311 MS211

Ementa: Elementos de programação em python. Parte gráfica: visualização e animação. Integração e diferenciação numérica. Transformadas de Fourier e aplicações. Equações diferenciais ordinárias de primeira e segunda ordem. Equações diferenciais parciais. Problemas de valores de contorno e iniciais. Processos estocásticos e método Monte Carlo. Integração e simulação por métodos Monte Carlo. Método Monte Carlo de Cadeia de Markov.

Bibliografia:

Livro texto básico: Computational Physics, M.E.J. Newman

Programa:

Introdução

Programação básica em Python

Listas e laços
Funções e laços
Visualização
Integração numérica
Métodos adaptivos e integração Romberg
Integração Gaussiana e integrais multidimensionais.
Diferenciação e interpolação
Sistemas de equações lineares
Equações não lineares
Máximas e mínimas
Transformadas de Fourier
Algoritmo FFT
Equações diferenciais ordinárias
Métodos de ordens superiores
Métodos adaptivos.
Problemas de valores de contorno.
Equações diferenciais parciais.
Métodos de relaxação.
Métodos de tempo avançado
Métodos espectrais
Processos aleatórios
Integração Monte Carlo
Simulação Monte Carlo
Simulated annealing

F 630 – Instrumentação II

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

Bibliografia:

- À critério do professor orientador

Programa:

Desenvolvido individualmente, de acordo com o projeto escolhido.

F 640 - Métodos da Física Experimental II

OF:S-5 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Introdução: teoria dos gases rarefeitos. Escoamento de gases. Bombas de vácuo. Descrição quantitativa do bombeamento de sistemas de vácuo. Adsorção, dessorção e evaporação de moléculas em vácuo. Medidores de pressão. Acessórios: armadilhas, anteparos, válvulas, etc. Detecção de vazamento. Vedação. Soldagem. Limpeza. Métodos e máquinas produtoras de baixa temperatura. Liquefação de gases. Medição de temperatura. Componentes

criogênicos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- 1) Vacuum Technology, A. Roth
- 2) Advanced Cryogenics, C. A. Bailey
- 3) Glow Discharge Processes, B. Chapman

Programa:

Parte 1- Vácuo

- Teoria dos Gases Rarefeitos
- Equação de estado do gás ideal
- Cálculo cinético da pressão
- Energia cinética média
- Distribuição de Maxwell
- Densidade de impactos moleculares
- Viscosidade dos gases
- Escoamento de Gases
- Velocidade de bombeamento, vazão de massa e condutância.
- Regimes de escoamento
- Cálculos de condutância nos escoamentos viscoso, molecular e intermediário
- Efeitos de Superfície
- Fenomenologia da adsorção e da de-sorção
- Tempo médio de permanência de moléculas adsorvidas
- Isotermas de adsorção
- Evaporação
- Degaseificação de materiais
- Descrição Quantitativa de Sistemas de Vácuo
- Pressão de equilíbrio
- Variação temporal da pressão
- Dimensionamento de sistemas de vácuo
- Bombas de Vácuo
- Princípios de funcionamento
- Bombas rotativas (palhetas, pistão rotativo, Roots, e turbomolecular)
- Bombas de difusão a óleo
- Bombas iônicas (diodo e triodo)
- Bombas de sorção
- Bombas criogênicas
- Curvas de velocidade de bombeamento em função da pressão
- Acessórios (válvulas e armadilhas)
- Medidores de Vácuo
- Princípios de funcionamento
- Medidores de mercúrio, Bourdon e membrana capacitiva
- Medidores térmicos (Pirani e termopar)
- Medidores de catodo frio
- Medidores de catodo quente (triodo invertido e Bayard-Alpert)
- Analisadores de gases residuais
- Bombeamento de uma Câmara de Vácuo
- Experimento para determinar a velocidade de bombeamento da bomba
- Estudo da curva de decaimento da pressão com o tempo na câmara
- Condutância de Tubos

- Experimento sobre medidas da condutância de tubos de vários diâmetros para o ar
- Curvas da condutância em função da pressão
- Bombeamento de Gases por Superfícies Frias
- Medidas de volume de gases adsorvidos por carvão ativado
- Determinação de alguns pontos da isoterma de adsorção de nitrogênio em carvão ativado
- Medidas da área interna do carvão
- Demonstrações
- Operação de sistemas de vácuo
- Deposição de filmes finos
- Detecção de vazamentos em sistemas e componentes de vácuo

Parte 2 - Criogenia

- Flúidos Criogênicos
- Propriedades
- Estocagem e transferência
- Superfluidez do Hélio 4
- Histórico da Criogenia
- Transferência de Calor
- Condução em gases
- Condução em sólidos
- Radiação: Lei de Stefan-Boltzmann
- Superisolamento com N camadas refletoras
- Revisão de Termodinâmica e Fluidodinâmica
- Potenciais termodinâmicos
- Relações de Maxwell
- Equação da continuidade
- Velocidade do som
- Geração de Baixa Temperatura
- Liquefação de um gás ideal
- Expansores criogênicos
- Processos práticos de liquefação dos gases: Sistema Lynde-Hampson, Sistema de Cascata, Sistema Claude
- Liquefatores de Hélio: Sistema Collins
- O Ciclo de Stirling
- Termodinâmica da Supercondutividade
- Energia de Condensação
- Entropia
- Calor específico
- Efeito Meissner
- Teoria de London
- Modelo dos dois fluidos
- Supercondutores do tipo II
- Transferência de Calor em um Criostato de Pesquisa
- Experimento onde a taxa de evaporação do Nitrogênio líquido contido em um criostato é comparada com a previsão baseada na transferência de calor por condução e radiação

- Rendimento de um Liquefator de Hélio 4
- Experimento onde dado o diagrama Temperatura vs Entropia para o liquefator de He da

Central Criogênica do IFGW é pedido o cálculo do rendimento considerando os parâmetros

de operação da máquina

- Efeito Meissner
- Demonstração do efeito Meissner com a levitação de um ímã sobre pastilha supercondutora

imersa em LN2

F 689 - Mecânica Quântica I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 589

Ementa: Introdução às idéias fundamentais da teoria quântica. O aparato matemática da mecânica quântica de Schrödinger. Formalização da Mecânica Quântica enunciado-se os postulados. Spin 1/2 e sistemas de dois níveis. O oscilador harmônico unidimensional. Momento angular.

Bibliografia:

- "Quantum Mechanics" - Editora: John Wiley & Sons, Hermann - autores: Claude Cohen – Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloë

Programa:

Ondas e Partículas

- Ondas Eletromagnéticas e Fótons
- Partículas Materiais e Ondas de Matéria
- Descrição quântica de uma partícula : pacote de onda
- Partícula em um potencial escalar dependente do tempo

Ferramentas Matemáticas para Mecânica Quântica

- Função espacial de uma onda de uma partícula
- Espaço de estados. Notação de Dirac
- Representação no espaço de estados
- Equação de autovalores. Observáveis
- Produto tensorial de espaço de estados.

Postulados da Mecânica Quântica

- A Interpretação física dos postulados no que concerne aos observáveis e as medidas

- Implicações físicas da equação de Schrödinger
- O princípio da superposição e a predição dos resultados

Aplicação dos Postulados a Casos Simples

- Partícula com spin 1/2: quantização do momento angular
- Ilustração dos postulados no caso do spin 1/2
- Estudo geral sobre sistemas com dois níveis

Oscilador Harmônico Unidimensional

- Autovalores do Hamiltoniano

- Autoestados do Hamiltoniano
- Propriedades Gerais do Momento Angular em Mecânica Quântica
- A importância do momento angular
 - Relações de comutação características do momento angular
 - Teoria geral para o momento angular
 - Aplicações do momento angular orbital

F 690 – Iniciação Científica II

OF:S-2 T:000 P:001 L:000 O:001 D:000 HS:002 SL:000 C:002 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200/ F 590

Ementa: Iniciação a um projeto de pesquisa sob orientação individual de um professor.

Bibliografia:

- À critério do professor orientador

Programa:

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

F 709 – Tópicos de Ensino de Física II

OF:S-5 T:002 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:002 C:006 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 609

Ementa: Esta disciplina pretende fornecer ao licenciado uma discussão sobre a inserção dos conceitos de Física diante dos problemas de ensino de Física nas escolas de ensino médio. Deverá ser enfatizado o projeto, a confecção e o uso das demonstrações sobre Física no ensino médio.

Bibliografia:

Currículo do Estado de São Paulo – Ciências da Natureza e suas tecnologias, 1ª. Ed., São Paulo, 2012

A. Morais e A. Guerra, História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio, Rev. Bras. Ens. Fis., v.35, n.1, 2013

S. Khan, Um mundo uma escola: a educação reinventada, Ed. Intrínseca

S. Mitra, O furo na parede: sistemas auto-organizados em educação, Ed. Senac São Paulo

M. Horn e H. Staker, Blended: using disruptive innovation to improve schools

M. Pietrocola et al., Física em contextos, Ed. FTD.

A. Maximo e B. Alvarenga, Física contexto e aplicações, Ed. Scipione.

Diferentes publicações da revista Física na Escola e diversos vídeos disponíveis no www.youtube.com e em www.ted.com.

Programa:

Esta disciplina relaciona tópicos de física e de prática pedagógica voltados para o ensino fundamental e médio. Os conteúdos serão trabalhados de forma conjunta, misturando discussões em sala de aula (2 horas/semana) com práticas fora de sala (4 horas/semana), num formato de aprendizagem baseada em projetos. Os

seguintes tópicos serão trabalhados, tanto do ponto de vista conceitual quanto a partir de uma abordagem prática:

- Objetivos do ensino de Física nos níveis fundamental II e médio. O currículo de Física no Ensino Médio. Análise do currículo do Estado de São Paulo para o ensino de Física. Análise das bases curriculares nacionais para o ensino de Física. Diferenças entre objetivos e habilidades em Física. Apresentação de práticas de ensino considerando habilidades a serem adquiridas.
- A inserção de Física Moderna no ensino de Física. Física Moderna como conteúdo. Física Moderna inserida nas habilidades a serem adquiridas pelos alunos. Física Moderna no cotidiano dos alunos. Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando a inserção de Física Moderna no ensino Médio.
- Tecnologias para educação. A internet e a revolução tecnológica na educação. Abordagens alternativas considerando o uso do computador. O conceito de mastery-learning. Os conceitos de blended-learning e sala de aula invertida. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de recursos tecnológicos.
- Material didático para o ensino de Física. Criação de material didático. Material escrito e experimental. Material computacional. Criação de recursos audiovisuais em sala de aula. Direitos de imagem, editoras e autores. Elementos básicos de filmagem e edição de vídeos.
- Espaços de educação não-formal. Abertura da tecnologia para a educação não-formal. Blogs e vídeos de divulgação científica. Criação de material para a educação não-formal voltado para o ensino médio.

F 725 - Métodos de Computação Científica II

OF:S-6 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 625 F 689

Ementa: Métodos de Dinâmica molecular e Monte Carlo para amostragem de ensembles estatísticos em sistemas clássicos de muitos graus de liberdade. Transições de fase. Simulação de processos fora do equilíbrio. Métodos Monte Carlo para sistemas quânticos. Soluções de passeio aleatório da equação de Schrödinger. Monte Carlo de Integrais de Trajetória e de Difusão.

Bibliografia:

1. W. Krauth, Statistical Mechanics: Algorithms and Computations, Oxford University Press.
2. D. P. Landau and K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics, Cambridge University Press.
3. D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulation, Academic Press.
4. M. Tuckerman, Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation, Oxford University Press

Programa:

Introdução

Física Estatística de sistemas de muitos corpos clássicos

Simulação atomística aplicada a sistemas de muitos corpos clássicos

Método Monte Carlo (MC)

Método de Dinâmica Molecular (DM)

Aspectos técnicos gerais: condições de contorno

Aspectos técnicos de MC: Algoritmo de Metropolis
Aspectos técnicos de MC: Amostragem de diferentes ensembles.
Aspectos técnicos de DM: Equações de movimento para diferentes ensembles.
Aspectos técnicos de DM: Integração numérica das equações de movimento.
Aplicação do método MC: Transição de fase no Modelo de Ising 2D.
Transição de fase no Modelo de Ising 2D: Algoritmo de cluster de Wolff
Aplicação do método MD: Transições de fase no Modelo Lennard-Jones.
Cálculo de energia livre através de métodos MC e DM.
Simulação de processos fora do equilíbrio.

Cálculo de energia livre através de processos fora do equilíbrio.
Métodos MC aplicados a sistemas quânticos: Introdução.
Métodos para o estado fundamental: MC variacional.
Aplicações
Métodos para o estado fundamental: MC de difusão.
Aplicações
Sistemas quânticos a temperatura finita: Integrais de trajetória.
Integrais de trajetória para bósons idênticos.
Amostragem MC de integrais de trajetória para bósons idênticos.
Aplicação: Bósons não-interagentes numa armadilha harmônica.
Simulação de sistemas de férmions idênticos.
Problema do sinal.
Integrais de trajetória para sistemas fermiônicos
Resumo e perspectivas

F 730 - Instrumentação III

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

Bibliografia:

À critério do professor orientador

Programa:

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

F 740 - Métodos da Física Experimental III

OF:S-5 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Experimentos de Física Moderna: Medidas de constantes fundamentais da Física: Emissão Termoiônica. Espectroscopia atômica e nuclear. Movimentos semicondutores. Ressonância magnética.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- Experiments in Modern Physics - A. C. Melissinos

Programa:

Serão realizados experimentos sobre :

- Efeito Hall
- Determinação da densidade de portadores num semicondutor entre 100 K e 300 K através do

efeito Hall

Relação e/m

- Determinação da relação e/m para o elétron pela experiência de Bush.- Constante de Planck
- Obtenção do valor da constante de Plank através do efeito fotoelétrico.

Experiência de Millikan

Raios γ

- Calibração de um espectrômetro de raios γ .

Emissão Termoiônica

F 749 - Engenharia de Materiais Estruturados e Dispositivos

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 888

Ementa: Técnicas de preparação e caracterização de filmes finos e materiais nanoestruturados. Nanomagnetismo. Técnicas de Microscopia, STM e AFM. Engenharia de dispositivos e funcionalização.

Bibliografia:

Chikazumi: Physics of magnetism.

Cullity: Introduction to magnetic materials.

J.L. Dormann, D. Fiorani, E. Tronc, /Magnetic Relaxation in Fine-Particle Systems/,Advances in Chemical Physics, *98*, 283-494 (1997).

A.P. Guimarães: Principles of nanomagnetism.

Programa:

Exemplos de diferentes materiais nanoestruturados: filmes finos, nanopartículas, nanofios, nanoestruturas ordenadas.

Técnicas de fabricação de nanoestruturas de interesse. Métodos físicos de deposição, métodos químicos de deposição, métodos eletroquímicos, técnicas de litografia (ótica e eletrônica), nanoestruturação por feixe de íons.

Técnicas de caracterização de nanoestruturas de interesse. Técnicas de microscopia: eletrônica de varredura e tunelamento, microscopia de força atômica e magnética. Raios-X e magnetometria.

Nanomagnetismo. Ordem magnética, anisotropia magnética (cristalina, de forma, magnetoelástica), domínios magnéticos, modelo de Stoner-Wholfarth, superparamagnetismo, interações magnéticas em nanoestruturas, vidros de spin. Propriedades físicas de interesse oriundas da nanoescala: Transporte eletrônico, propriedades mecânicas, magnéticas, magnetotransporte.

Aplicações tecnológicas: catálise, sensores, gravação e transporte de informações, *spintrônica*, semicondutores magnéticos, sistemas biológicos, computação quântica.

Técnicas de fabricação de alguns dispositivos, multifuncionalidade, sistemas nanoestruturados híbridos e funcionalização de nanoestruturas para aplicações específicas.

F 751 – Imagens Médicas com Radiação Não-Iônizantes

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 520 F 589

Ementa: Geração e propagação de ultra-som. Limites de resolução e artefatos. Medidas de fluxo Doppler. Processamento de sinais. Efeitos biológicos e segurança. Fundamentos de ressonância magnética. Geração de sinais e detecção. Sequências de pulso características. Localização de sinais e reconstrução de imagens. Contraste, resolução, ruído e artefatos. Técnicas para imageamento rápido.

Bibliografia:

- Essentials of Ultrasound Physics – James A. Zagzebski, Mosby Year Books
- Principles of Magnetic Resonance Imaging – Zhi-Pei Liang & Paul C. Lauterbur – IEEE Press

Programa

- Geração e propagação de ultra-som
- Limites de resolução e artefatos
- Medidas de fluxo Doppler
- Processamento de sinais
- Efeitos biológicos e segurança
- Fundamentos da Ressonância Magnética
- Geração de sinais e detecção
- Sistema de Spins nucleares magnetizados. Excitações via pulsos de rádio-frequência (RF).
Precessão livre e relaxação. Detecção de sinais
- Sequências de pulso: características
- Free Induction Decay. Ecos de RF. Ecos de gradiente
- Localização de sinais e reconstrução de imagens
- Seleção de fatia. Codificando informação espacial. Métodos básicos de imagens.
Espaço dos
k. Reconstrução por transformada de Fourier. Reconstrução por transformada de Radon.
- Contraste. Reconstrução, Ruid. Artefatos
- Técnicas para imageamento rápido
- Fast Spin-Echoe. Fast Gradiente-Echoe. Echoe-Planar imaging. Burst Imaging

F 752 – Ressonância Magnética Aplicada à Medicina

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 520 F 589

Ementa: Fundamentos de Ressonância Magnética. Geração de Sinais e Detecção. Sequências de Pulso Características. Localização de Sinais e Reconstrução de

Imagens. Contraste, Resolução, Ruído e Artefatos. Técnicas para Imageamento Rápido. Imagens por Difusão e Perfusão. Espectroscopia por RM.

Bibliografia:

- Principles of Magnetic Resonance Imaging – Zhi-Pei Liang & Paul C. Lauterbur – IEEE Press
- Magnetic Resonance Imaging – E.ç Mark Haacke et AL – Wiley
- In Vivo NMR Spectroscopy – Robin de Graad – Wiley

Programa:

Fundamentos da Ressonância Magnética

- Aspectos históricos
- Equipamentos de RM, magneto principal, sistemas de gradientes, sistema de RF
- Efeitos fisiológicos e questões de segurança

Geração de Sinais e Detecção

- Sistemas de spins nucleares magnetizados. Excitações vi pulsos de radiofrequência (RF),
- Precessão livre e relaxação. Detecção de sinais

Sequência de Pulso: Características

- Free Induction Decay, Ecos de gradientes

Localização de Sinais e Reconstrução de Imagens

- Seleção de fatia. Codificando informação espacial. Métodos básicos de imagens. Espaço dos
- k. Reconstrução por transformada de Fourier. Reconstrução por transformada de rádio

Contraste. Resolução. Ruído e Artefatos

Técnicas de Imageamento rápido

- Fast Spin-Echo, Fast Gradiene – Echo, Echo-Planar Imaging

Sequências de Pulso e Contrastes Dinâmicos

Fundamentos de Espectroscopia por Ressonância Magnética

- Deslocamento químico, FID e espectro. Sequência de Pulso'

F 755 – Física Aplicada à Medicina e Biologia I

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 502

Ementa: Mecânica aplicada a problemas de músculos e circulação sanguínea. Transporte em um meio infinito. Transporte através de membranas neutras. Impulsos elétricos em células nervosas e músculos. Eletrocardiograma. Biomagnetismo. Eletricidade e magnetismo ao nível celular.

Bibliografia:

- Intermediate Physics for Medicine and Biology – 4ª. Ed. (2007) – Springer Russell K. Hobbie and Bradley J. Roth

Programa:

Mecânica

- Distâncias e tamanhos
- Forças, equilíbrio, equilíbrio translacional e rotacional
- Força no tendão de Aquiles

- Forças nos quadris
- Uso de uma bengala
- Trabalho
- Estresse, tensão e cisalhamento
- Hidrostática
- Flutuabilidade, compressibilidade, viscosidade
- Fluxo viscoso em um tubo
- Trabalho pressão-volume
- O sistema circulatório humano
- Fluxo turbulento e o número de Reynolds

Crescimento e decaimento exponencial

- Crescimento exponencial
- Decaimento exponencial
- Caminhos de decaimento múltiplos
- A equação logística

Sistemas de muitas partículas

- Moléculas de gás em uma caixa
- Microestados e macroestados
- A primeira lei da Termodinâmica
- Equilíbrio térmico
- Entropia
- O fator de Boltzmann
- A equação de Nernst
- Variação da pressão na atmosfera
- Equipartição de energia e movimento browniano
- Calor específico
- Potencial químico
- Sistemas que podem intercambiar volume
- Variáveis extensivas e forças generalizadas
- A relação termodinâmica geral
- Energia livre de Gibbs
- O potencial químico de uma solução

Transporte em um meio infinito

- Fluxo, fluência e continuidade
- Arrasto de solvente
- Movimento browniano
- Movimento de um gás: caminho livre médio e tempo de colisão
- Movimento de um líquido
- Difusão (1ª. e 2ª. leis de Fick, relação de Einstein entre difusão e viscosidade)
- Soluções independentes do tempo
- Drift e difusão em uma dimensão
- Solução geral para a concentração de partículas como função do tempo
- Difusão como um passeio aleatório

Transporte através de membranas neutras

- Membrana
- Pressão osmótica em um gás ideal
- Pressão osmótica em um líquido
- Transporte de volume através de uma membrana
- Transporte de soluto através de uma membrana

- Transporte contra-corrente
 - Modelo contínuo para transporte de volume e soluto em um poro
- Impulsos em células nervosas e musculares
- Fisiologia das células nervosas e musculares
 - Lei de Coulomb, superposição, campo elétrico, lei de Gauss
 - Diferença de potencial
 - Condutores, capacitores, dielétricos
 - Corrente, lei de Ohm, circuitos simples
 - Distribuição de carga na célula nervosa em repouso
 - O modelo do cabo para um axônio
 - Eletrônus ou propagação passiva
 - O modelo de Hodgkin-Huxley para a corrente de membrana
 - Variação de voltagem em um axônio space-clamped
 - Propagação do impulso nervoso
 - Fibras mielinadas e condução saltatória
 - Capacitância de membrana
 - Atividade elétrica rítmica
 - Relação entre capacitância, resistência e difusão

F 758 - Radiobiologia e Radioproteção

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: BD580 F 550/ BS580 F 550

Ementa: Radioquímica. Teorias e modelos de sobrevivência celular. Fatores que modificam a resposta da radiação. Radiobiologia de tecidos normais e neoplásicos. Carcinogênese e efeitos genéticos da radiação ionizante. Radiação ionizante e saúde pública. Princípios de proteção radiológica. Cálculos de dose de radiação. Normas de proteção radiológica. Cálculos de blindagens. Medidas de radiação. Proteção radiológica em instalações médicas e laboratórios de pesquisa. Gerenciamento de rejeitos radioativos. Transporte de materiais radioativos.

Bibliografia:

Referências básicas:

- Notas de aula disponíveis pelos professores responsáveis.
- International Atomic Energy Agency (IAEA), Radiation biology: a handbook for teachers and students (disponível online em http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-42_web.pdf)

Referências Complementares:

- Eric Hall, Amato Giaccia, Radiobiology for the radiologist, 6th edition
- Edward L. Alpen, Radiation Biophysics, Academic Press, 2nd edition
- Jacob Shapiro, Radiation protection – a guide for scientists and physicians, Harvard Univ. Press, Cambridge, 1990
- Portarias e resoluções da CNEN
- Relatórios da NCRP

Programa:

- Grandezas e unidades utilizadas em radiobiologia e proteção radiológica. Exposição, dose absorvida e kerma no ar. Dose equivalente e dose coletiva.

- Radioquímica. Efeitos diretos e indiretos da radiação. Radiólise da água. Valor G.
- Radiobiologia molecular. Efeitos da radiação no DNA. Aberrações cromossômicas. Mecanismos de morte celular e hipótese clonogênica. Curva de sobrevivência celular. Teoria de alvos para a sobrevivência celular. Modelos moleculares para morte celular. Reparo de dano celular. Dano letal, dano potencialmente letal e dano subletal.
- Fatores que modificam a resposta da radiação. Sensibilidade do ciclo celular à radiação. O papel da água. Efeito do oxigênio e reoxigenação. Radioprotetores.
- Efeitos da radiação em tecidos normais. Respostas agudas e tardias. Radiação de corpo inteiro.
- Radiobiologia de tumores. Cinética de tumores. Relação dose-resposta. Razão terapêutica. Reoxigenação.
- Carcinogênese da radiação. Efeitos estocásticos. Riscos relativos e absolutos.
- Efeitos hereditários da radiação. Mutações devido à radiação. Efeitos da radiação no embrião e no feto.
- Efeitos da radiação de alto LET. Efeito biológico relativo (RBE). Relação entre RBE e LET. Carcinogênese devido a alto LET.
- Radiação ionizante e saúde pública. Histórico. Formulação de padrões para proteção radiológica. Achados médicos sobre humanos expostos à radiação. Fontes de exposição para a população.
- Princípios de proteção radiológica. Significado de níveis de radiação externos. Exposição a fontes de radiação interna. Alguns cálculos simples em proteção radiológica. Raios X. Aceleradores de partículas
- Cálculos de dose de radiação. Dose de radionuclídeos emissores beta internos ao corpo. Dose de radiação beta. Cálculo de dose absorvida de emissores gama. Cálculo de dose para alguns nuclídeos específicos.
- Normas de proteção radiológica. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP). O Conselho Nacional de Proteção Radiológica dos EUA (NCRP).
- Planejamento de instalações radioativas. Características da fonte de radiação. Características do local de trabalho.
- Cálculo de blindagens. Carga de trabalho. Fatores de uso e ocupação. Feixe primário. Feixe espalhado. Feixe de fuga. Inspeção durante a construção.
- Medida de radiação. Uso de detectores Geiger-Müller. Medindo taxas de dose de radiação. Medindo doses acumuladas por longos períodos. Monitoração de área. Métodos de Monitoração individual.
- Proteção radiológica em instalações médicas. Radiologia diagnóstica. Radioterapia. Medicina nuclear. Laboratórios que usam fontes seladas. Planejamento e licenciamento de instalações radioativas. Radiologia diagnóstica. Radioterapia.- Levantamento radiométrico. Instrumentação. Metodologia de medidas. Análise de resultados e classificação de áreas.
- Procedimentos e equipamentos de proteção para radiologia diagnóstica. Proteção para operadores. Proteção para pacientes.
- Normas para radiologia diagnóstica e radioterapia. Doses encontradas em radiologia diagnóstica. Aspectos importantes de proteção radiológica em radioterapia. Tipos de fontes de radiação. Teleterapia e braquiterapia. Controles necessários.

Objetivos:

Apresentar os efeitos da radiação ionizante no tecido biológico, com foco no tecido humano e com aplicações ao tecido tumoral. Discutir os princípios de proteção radiológica e formular os padrões para proteção radiológica. Apresentar as normas de proteção radiológica e planejamento de instalações radioativas.

Critérios de Avaliação:

4 provas (P), sendo 2 provas de radiobiologia e 2 de radioproteção. A nota de aproveitamento (NA) é calculada a partir da média aritmética entre as 4 provas. Caso NA seja menor que 7,0, então a nota final (NF) é $NF = (NA + E)/2$, onde E é a nota do exame. Caso NA seja maior que 7,0, $NF = NA$.

F 789 - Mecânica Quântica II

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 689

Ementa: Forças centrais e o átomo de Hidrogênio. Teoria de Espalhamento de uma partícula por um potencial. Spinors na teoria quântica não-relativística. Adição de momentos angulares. Teoria de perturbação independente do tempo. Estruturas fina e hiperfina do átomo de hidrogênio. Teoria de perturbação dependente do tempo. Partículas idênticas.

Bibliografia:

- "Quantum Mechanics" - Editora: John Wiley & Sons, Hermann
autores: Claude Cohen - Tannoudji, Bernard Diu, Franck Lalöe

Programa:

Partícula em um Potencial Central. O Átomo de Hidrogênio

- Estados estacionários de uma partícula em um potencial
- Movimento do centro de massa e movimento relativo para um sistema de duas partículas idênticas
- O átomo de hidrogênio

Teoria Quântica do Espalhamento por um Potencial – Aproximação

- Estados estacionários de espalhamento
- Cálculo da seção de choque
- Espalhamento por um potencial central
- Método das ondas parciais

Spin do Elétron

- Propriedades especiais do momento angular 1/2
- Descrição não relativística de uma partícula com spin 1/2
- Adição de Momentos Angulares
- Adição de dois spins $\frac{1}{2}$ - método elementar
- Adição de dois momentos angulares arbitrários – método geral

Teoria da Perturbação Estacionária

- Descrição do método
- Perturbação de um nível não-degenerado
- Perturbação de um nível degenerado

A Estrutura Fina e Hiperfina do Átomo de Hidrogênio

- Termos adicionais no Hamiltoniano
- A estrutura fina no nível $n = 2$
- O efeito Zeeman da estrutura fundamental do estado 1s

Métodos Aproximados para Problemas Dependentes do Tempo

- Solução aproximada da equação de Schrödinger
- Um caso particular importante : perturbação senoidal ou constante

Sistema de Partículas Idênticas

- Operadores de permutação
- O postulado de simetria

F 790 - Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 MC102/ AA200

Ementa: Percepção visual humana; imagem digital; processamento de imagem; transformada de Fourier contínua e discreta; transformada de Laplace; filtragem de imagens; transformações geométricas; reconstrução de imagens através de projeções.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- 1) Rafael C. Gonzales, Richard E. Woods. Processamento Digital de Imagens. Tradução: Cristina Yamagami, Leonardo Piamonte; Revisão técnica: Marcelo A. C. Vieira, Maurício C. Escarpinati, Pearson Prentice Hall, 2010. ISBN 978-85-7605-401-6.
- 2) Hélio Pedrini, William R. Schwartz. Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos e Aplicações. Thomson, 2008. ISBN 978-85-221-0595-3.
- 3) Russell K. Hobbie and Bradley J. Roth. Intermediate physics for medicine and biology. 4a ed. Springer-Verlag, 2007.
- 4) Press WH et al. Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, 2a ed. Cambridge University Press, 1992.
- 5) Charles L. Epstein. Introduction to the mathematics of medical imaging. Pearson Education, Upper Saddle River, 2003. ISBN 0-13-067548-2.

Programa:

- Percepção visual humana
 - Luz
 - Percepção da Luz: Percepção acromática; Percepção cromática
 - O sistema visual humano
 - Visão monocromática, dicromática e tricromática
 - Representação de cor
- Imagem digital
 - Amostragem e quantização
- Processamento de imagem
 - Transformações de nível de cinza
 - Histograma
 - Operações lógicas/aritméticas, limiarização
- Transformada de Fourier contínua e discreta
 - Série de Fourier
 - Transformada de Fourier
 - Transformada de Fourier discreta
 - Teorema de Nyquist e aliasing
 - Transformada inversa

- Convolução
- FFT
- Filtragem de imagens
 - Filtragem espacial - convolução discreta
 - Filtragem no domínio da frequência
 - Filtros não-lineares (filtros estatísticos de ordem, morfologia matemática)
- Transformações geométricas
 - Transformações espaciais
 - Interpolação de nível de cinza
 - Reconstrução de imagens através de projeções
 - Retroprojeção
 - Retroprojeção filtrada
 - Métodos de Fourier
 - Transformada de Radon inversa
 - Considerações práticas – amostragem

F 809 – Instrumentação Para Ensino

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Desenvolvimento de projeto de instrumentação sob orientação individual de um professor.

Bibliografia:

- À critério do professor orientador

Programa:

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

F 830 – Instrumentação IV

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

Bibliografia:

- À critério do professor orientador

Programa:

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido pelo estudante.

F 837 – Laboratório de Física Médica

OF:S-2 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 740/ AA200

Ementa: Experimentos de Física Médica e Radiação. Espalhamento Compton. Efeito fotoelétrico. Caracterização de detectores de radiação. Lei de Poisson e distribuição normal em processos de decaimento radioativo. Fonte de neutrons e radioatividade induzida. Formação de imagens utilizando simuladores. Formação da imagem por raios-X: Contraste de absorção e contraste de fase. Ressonância Magnética Nuclear. Dosímetros termoluminescentes.
Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- Experiments in Modern Physics – Melissinos, Academic Press
- Radiation Detection and Measurement – Knoll G. Ed. John Wiley and Sons
- The physics of Radiology – Johns, H.E – Ed. Springfield
- Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences – Philip Bevington e D. Keith Robinson, McGraw-Hill
- Introduction to Radiological Physics and radiation Dosimetry – Frank Herbert Attix. John Wiley
- Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental – Otaviano A.M. Helene, Vito R. Vanin – Ed. Edgard Blucher

Programa:

Fontes radioativas e detectores de radiação

- Fontes alfa, beta e gama
- Det. Geiger Muller
- Det. Cintilador
- Semicondutores

Dosimetria e proteção radiológica

- Dosímetros termoluminescentes
- Câmaras de ionização
- Raio-X

Estrutura da matéria e interação da radiação com a matéria

- Espalhamento-Compton
- Efeito fotoelétrico
- Difração de raio-X
- Caracterização de feixes de raio-X
- Fluorescência
- Ativação por neutrons

F 838 - Métodos da Física Experimental VII

OF:S-5 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Simetria das redes cristalinas, produção de raios-X, difração por redes de átomos, difração por sólidos cristalinos, determinação de estruturas cristalinas, espalhamento difuso de raios-X; estrutura da matéria desordenada, polímeros e sistemas biológicos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- Elements of X-Ray Diffraction - B.D. Cullity - Addison-Wesley Publ. Co., Inc. Reading, Mass.

1978.

- X-Ray Diffraction - B.E. Warren - Dover Publications, Ins., New York. 1990.

- Elements of X-Ray Crystallography - L.V. Azároff McGraw-Hill Book Co. New York, 1992.

Programa:

Simetria das Redes Cristalinas – Métodos Gráficos em Crisralografia

- Teoria: Elementos de simetria. Redes de Bravais

Projeção estereográfica. Projeção standard de cristais cúbicos.

- Prática: Métodos gráficos. Obtenção de projeções estereográficas por métodos computacionais

Produção de Raios X – Interação da Radiação com a Matéria

- Teoria: Fontes de raios X convencionais: tubos de raios X.

Emissão e absorção de raios X. Espectro característico.

Índice de refração. Relações de dispersão (Kramers-Krönig).

Polarização dos raios X. Fator de espalhamento atômico.

Fontes de raios X não convencionais: radiação de síncrotron.

Monocromadores.

- Prática: Obtenção do espectro de emissão de um tubo de raio X.

Experiência de absorção de raio X. Comprovação da lei de Moseley.

-

- Teoria: Espaço recíproco. Planos, pontos e direções no espaço real e no espaço recíproco.

Índice de Miller.

Difração por uma rede de átomos em uma, duas e três dimensões.

Condições de Laue. Esfera de Ewald. Lei de Bragg.

Cálculo de fatores de estrutura.

- Prática: Experiência de Laue. Indexação do diagrama de difração de um cristal cúbico.

Orientação de cristais pelo método de Laue.

Métodos Experimentais – Difração por Sólidos Cristalinos

- Teoria: Direções de difração no espaço recíproco. Difração com radiação monocromática e registro do espaço de difração de um monocristal.

Método difratométrico para estudar perfeição em cristais e estrutura de filmes finos.

Difração por materiais policristalinos. Método de Debye Scherrer. Indexação de um difratograma de pó. Análise química qualitativa. Determinação de parâmetros de rede.

- Prática: Experiência de Debye-Scherrer. Análise química qualitativa.

Identificação de compostos cristalinos.

Determinação de Estruturas Cristalinas

- Teoria: Aplicações de análise de Fourier dos espectros de difração de raios X. Mapas de densidade eletrônica. Função de Patterson.

Determinação das Fases. Determinação de estruturas a partir de dados de cristal único.

Refinamento de estruturas a partir de dados de difração de pó. Método de Rietveld.

- Prática: Simulação de espectros de difração de pó a partir das coordenadas atômicas de um composto com estrutura conhecida. Refinamento de parâmetros de rede usando dados de difração de pó através do método de Rietveld.

Espalhamento Difuso de Raios X – Estrutura da Matéria Desordenada

- Teoria: Espalhamento de raios X a baixos ângulos (SAXS). Métodos de Fourier. Teoria de Guinier.

Determinação do raio de giro de poros ou partículas. Teoria de Porod. Estudo de estruturas fractais.

Espalhamento por polímeros. Aplicações a sistemas biológicos: estudo de macromoléculas em solução.

Aplicações a sistemas inorgânicos: estudo de partículas em sólidos amorfos.

- Prática: Experiência de espalhamento de raios X por materiais porosos ou particulados.

Análise das curvas de espalhamento determinação do raio de giro dos espalhadores.

F 839 - Métodos da Física Experimental VI

OF:S-5 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Ótica geométrica, Propagação, Natureza vetorial (relações vetoriais, vetor de Poynting, polarização, reflexão e refração, ondas evanescentes), Interferência e coerência (interferômetros, coerência, autocorrelação, espectro de potência, pulsos), Difração, Holografia (elementos, materiais, reconstrução de uma onda, capacidade e conteúdo de informação). Óptica de sólidos (dielétricos isotrópicos, condutores, interfaces com índices de refração complexos, meios anisotrópicos, cristais eletro-ópticos, óptica não linear. Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

- Fundamentos de Física 1 - 3ª edição - Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)

- Geometric Optics - An Introduction - Allen Nussbaum, McGraw-Hill International Editions .

- Fundamentals of Optics - F. A Jenkins, H. E. White, McGraw-Hill International Editions

Auckland, 4th edition (1981).

-Introduction to Modern Optics - Grant R. Fowles, Holt, Rinehart and Winston 2nd. Edition (1975).

- Principles of Optics - M. Born E. Wolf, Pergamon Press Oxford, 5th edition (1975).

- Optical Properties of Thin Solid Films - ^o S. Heavens, Dover Publications, Inc. New York (1991).

Programa:

Óptica geométrica

- Conceitos gerais: refração lente fina, pontos e planos cardinais, equação geral da lente

- Composição de lentes finas
- Matrizes em óptica
- Diafragmas: pupila de entrada e de saída, abertura e campo

Propagação da Luz

- Ondas harmônicas planas
- Representação complexa. Onda plana em 3D.
- Operadores vectoriais. Algumas operações na formulação complexa.
- Velocidade de grupo
- Efeito Doppler.

Natureza Vetorial da Luz

- Equações de Maxwell. Equação da onda.
- Ondas harmônicas. Equação de Helmholtz
- Índice de refração complexo. Ondas homogêneas e inhomogêneas
- Equações de Maxwell e relações vectoriais.
- Vector de Poynting
- Polarização
- Reflexão e Refração. Ângulo de Brewster.
- Reflexão total. Ondas evanescentes.

Coerência e Interferência

- Experimentos de Yong
- Interferômetros de Fabry-Perot e de Michelson
- Coerência temporal e espacial
- Espectroscopia de Transformada de Fourier

Difração

- Fundamentos matemáticos
- Formulação de Fresnel-Kirchhoff
- Princípio de Babinet
- Aproximação de Fraunhofer e Transformação de Fourier
- Processamento de imagens: Dupla T. de Fourier, Filtragem de frequências e

Reconhecimento

de imagens

Holografia

- Fundamentos matemáticos
- Materiais fotossensíveis
- Reconstrução holográfica de ondas de luz
- Capacidade dos sistemas de registro
- Conteúdo de informação de uma imagem:
- Teorema de Amostragem

Óptica de Sólidos

- Propagação da luz em sólidos isotrópicos
- Propagação da luz em dielétricos isotrópicos absorventes
- Propagação da luz em meios condutores
- Propagação da luz em meios anisotrópicos
- Óptica não linear
- Seis experimentos selecionados entre os abaixo relacionados, para serem realizados em

equipes de 2 pessoas:

Efeito Doppler

- Medida de vibrações

Índice de Refração em Sólidos

- Método de desvio mínimo
- Método de Brewster
- Método da reflexão total/refratometria

Filmes Finos

- Método espectrofotométrico
- Método de Abélès

Fibra Óptica

- Caracterização de fibra monomodo

Interferômetro de Michelson

- Medida de distâncias
- Duplete de sódio
- Largura espectral e comprimento de coerência de fontes diversas

Difração

- Experimento de Young
- Redes de difração

Transformação de Fourier pelas Lentes

- Filtragem de frequências espaciais
- Processamento de imagens

Holografia

- Registro holográfico em cristais fotorrefrativos
- Medida de vibrações por holografia interferométrica em média temporal

Meios Anisotrópicos

- Determinação dos eixos ópticos em materiais birrefringentes medida da birrefringência

Efeito Pockels

- Medida de coeficiente eletro-óptico

F 840 - Métodos da Física Experimental IV

OF:S-5 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Difração de raios-X. Aparelhamento experimental. Método de Laue. Orientação de monocristais. Método de pó. Medição do parâmetro de rede. Difrator de raios-X. Aplicações. Proteção. Interferômetros por divisão de frente de onda, por lâmina de vidro e de Michelson. Luz coerente e luz espontânea. Sistema óptico difrator e formador de imagens. Medição interferométrica de índice de refração de um gás. Medição por holografia da distribuição de temperatura. Sistema Monocromador e espectros de fontes luminosas.

Bibliografia:

Experiência 1

- 1) F. A. Jenkins and H.E. White "Fundamentals of Optics"
- 2) Grant R. Fowles "Introduction to Modern Optics"
- 3) Ernest E. Wahltrom "Cristalografia Óptica"
- 4) Qualquer texto que tenha Física e Geométrica

Experiência 2

- 1) Grant R. Fowles "Introduction to Modern Optics"
- 2) M. Born and E. Wolf "Principles of Optics"

Experiência 3

- 1) E. A. Oliveira et al "Alinhamento Interferométrico de sistemas ópticos" Rev. Fís. Apl. e Instrumentação, Vol. 1(1985)
- 2) Daniel Malacara "Optical Shop Testing" Wiley 1978
- 3) J. W. Goodman "Introduction to Fourier Optics"
- 4) Jaime Frejlich "Transformada de Fourier Pelas Lentes "(no LF22 com o Costa)

Programa:

Experiência 1

- Medidas de índice de Refração e Birrefringencia

Em ambos os métodos as medidas são feitas usando-se goniômetro (medidor de ângulos).

Este instrumento é composto de um colimador, um autocolimador e um microscópio para leitura do disco graduado.

Como fontes de luz serão usadas uma lâmpada de Sódio e um laser de He-He.

Usaremos dois prismas como amostras para medidas dos índices.

Birrefringência

Inicialmente este fenômeno será observado em um cristal de calcita CaCO_2 .

Usando-se um laser de He-He, outras fontes de luz, polarizadores e analisadores deverão ser

observados e medidos o seguinte:

- A birrefringência da Calcita
- As polarizações dos feixes ordinário e extraordinário
- A direção do eixo óptico
- Um dos índices de refração

A direção do eixo óptico também será determinada por Raio X na segunda parte do curso.⁸⁰

Experiência 2 - Metrologia óptica

Objetivos: Alinhar o Interferômetro de Michelson.

Usando o Interferômetro fazer as seguintes medidas:

- Encontrar as franjas de interferência usando laser de He-Ne.

Calibrar o micrometro deslocador de caminho óptico.

- Usar a lâmpada de sódio.
- Medir a separação entre as linhas do sódio.
- Usar uma lâmpada de filamento como fonte de luz.
- Medir o comprimento de coerência da fonte de filamento com filtros interferenciais.

- Medir o comprimento de coerência da fonte sem filtros.

Experiência 3 - Expansão e Colimação de um Feixe Laser

Filtragem Espacial e "Óptica de Fourier"

Objetivos: Usar lentes para construir um telescópio expensor de feixe para um laser de He-Ne

de baixa potencia (1 mW).

Colimar o feixe expandido usando um interferômetro de placa plano-paralela.

Filtrar o feixe expandido usando um "pinhole".

Observar o padrão de difração de varias aberturas e mascaras.

Processar o padrão de difração para recuperar o objeto.

F 849 - Instrumentação Científica

OF:S-6 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 540/ EE530

Ementa: Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores "lock-in", conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

Bibliografia:

"Modern Instrumentation for Scientists and Engineers" James A. Blackburn
"Eletrônica Analógica Essencial para Instrumentação Científica" Ademarlaudo F. Barbosa
"The Art of Electronics" P. Horowitz e W. Hill
"Eletrônica - Dispositivos e Circuitos" J. Millman e C.C. Halkias
"Eletrônica" A. P. Malvino
"Dispositivos Eletrônicos e Teoria de circuitos" R. L. Boylestad e L. Nashelsky
"Microeletrônica" Adel S. Sedra e K. C. Smith

Programa:

Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores "lock-in", conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

Conversão de medidas experimentais em sinais elétricos:

1. O que são sensores transdutores;
2. Sensores de Temperatura;
3. Sensores de Luz;
4. Sensores de Campo Magnético;
5. Sensores de Conformação Mecânica;
6. Sensores de Pressão;
7. Sensores de Deslocamento;
8. Sensores de Rotação.

Amplificadores operacionais:

1. Amplificador operacional inversor e não inversor;
2. Conversão de corrente em tensão;
3. Operações matemáticas usando amplificador operacional;
4. Filtros ativos.

Geradores de onda usando amplificadores operacionais:

1. Base de tempo para medidas experimentos;
2. Gerador de onda quadrada simétrica e assimétrica;
3. Gerador de onda senoidal usando ponte de Wien.

Medidas de sinais elétricos:

1. Conversão de sinal analógico em digital;
2. Medidas de tensão;
3. Medidas de corrente;
4. Medidas de sinais elétricos usando amplificador "lock-in".

Comunicação entre sistemas de aquisição e computadores:

1. Comunicação serial RS232;
2. Comunicação serial TCP/IP.

Programas para controle de experimentos e aquisição de dados:

1. Exemplos de linguagens de comunicação para controle de experimentos e aquisição de dados;
2. Introdução à linguagem de comunicação aberta TCL/TK.

Parte experimental

Projeto e montagem de um sistema de medida de uma grandeza física como, por exemplo, temperatura. Esta atividade será desenvolvida ao longo do curso segundo os conceitos introduzidos.

F 852 - Física da Radiologia

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 550 F 758

Ementa: Produção de raios-x. Interação dos raios-x com a matéria. Formação da imagem radiográfica. Outras modalidades de imagens analógicas. Modalidades de imagens radiográficas digitais. Controle de qualidade.

Bibliografia:

1. The essential physics of medical imaging – J. T. Bushberg, J. A. Seibert, E. M. Leidholdt Jr., J. M. Boone, 3 ed,
2. Physics for Diagnostic Radiology. P. P. Dendy e B Heaton
3. Essentials of Ultrasound Physics - James A. Zagzebsk
4. The physics of radiology – H. E. Johns, J. R. Cunningham
5. The Physical Principles of Medical Imaging – P. Sprawls
(<http://www.sprawls.org/ppmi2/>)

Radiodiagnóstico Médico – Segurança e desempenho de equipamentos –
Publicação da ANVISA (2005)

Programa:

- Produção de raios X e sua interação com a matéria, parâmetros que quantificam a qualidade de um feixe de raios X
- Formação da imagem radiográfica; detectores de imagens analógicos e digitais
- Modalidades de imagens radiográfica: radiologia geral, mamografia, fluoroscopia, imagens por dupla energia
- Modalidades de imagens tridimensionais: tomografia e tomossíntese
- Métricas para avaliação da qualidade da imagem.
- Protocolo de controle de qualidade em radiologia
- Imagens usando Ultrassom. Interação do Ultrassom com a matéria. Modos de aquisição de imagem. Ultrassom Doppler

F 853 - Física da Medicina Nuclear

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 550 F 758

Ementa: Grandezas e unidades. Decaimento radioativo. Espectrometria. Estatística aplicada à medicina nuclear. Produção de radionuclídeos. Dosimetria interna. Instrumentação. Detecção e medidas da radiação. Sistemas de contagem. Câmaras de cintilação. Qualidade de imagem em Medicina Nuclear. Tomografias tipo SPECT e PET.

Bibliografia:

- Physics in Nuclear Medicine – James A. Sorenson & Michael e Phelps – WB Saunder Company – 2ª. Edição
- Probability, Random Variables and Stochastic Processes – Athanasios Papoulis – Mc Graw-Hill International Editions – 3ª. edição

Programa:

Introdução: Grandezas e Unidades

Decaimento radioativo. Amostras compostas

Detectores

- Cintiladores orgânicos. Cintiladores inorgânicos

Espectrometria

- NaI, BGO, cintiladores líquidos. Espectro ideal X espectro real. Resolução e linearidade

Estatística aplicada à medicina nuclear

- Introdução à teoria das probabilidades. Médias e variâncias. Distribuições. Desvio padrão
E variância. Erros e sua propagação. Influência da radiação de fundo. Amostragem .
Estimativas (tempo, atividade). Testes de hipótese.

Produção de radionuclídeos

- Métodos convencionais. Mini-ciclotrons

Dosimetria interna

- Dose, dose acumulada, fracionamento. Teoria de compartimentos (MIRD)

Instrumentação em medicina nuclear

- Analisadores de altura de pulso: monocanais (SCA), multicanais (MCA).
Ratemeters e
Contadores digitais. Fontes de HV

Influências na detecção e Medidas de radiação

- Eficiência. Absorção e espalhamento. Calibração. Tempo morto

Sistema de contagem

- Poço (NaI, gás). Contadores cintiladores (inorgânicos e orgânicos). Controle de qualidade

Câmaras de cintilação

- Subsistemas, Calibrações.

Modos de funcionamento

- Estático. Dinâmico. Varredura. Tomográfico

Qualidade de imagem em medicina nuclear

- Influências devido a problemas com a calibração de energia, uniformidade e não linearidade.

Problemas com o desempenho. Controle de qualidade.

Tomografia em medicina nuclear

- Princípios. Sistemas e dispositivos. Algoritmos de reconstrução utilizados em medicina

Nuclear (SPECT). Influência dos filtros. Influência da atenuação. Centro de rotação.

Problemas com o desempenho. Controle de qualidade.

Tomografia por emissão de Positrões

- Princípios. Sistemas e dispositivos (PET, câmaras de coincidência, câmaras colimadas).

Algoritmos de reconstrução utilizados em medicina nuclear (PET). Influência da

Atenuação e espalhamento. Problemas com o desempenho. Controle de qualidade.

F 854 - Física em Radioterapia

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 550 F 758

Ementa: Produção e qualidade dos raios-x. Aparelhos de radioterapia. Cálculo de dose. Planejamento de tratamento. Técnicas especiais de radioterapia. Terapia com feixe de elétrons. Braquiterapia.

Bibliografia:

- The Physics of radiotherapy – Faiz M. Khan

- The Physics of Radiology – H.E.Johns e J. R. Cunningham – C.C>Thomas Publishers

- The Physucs of Three-Dimensional Radiation Therapy – S. Webb

Programa:

Produção e qualidade dos raios-X

- O tubo de raios-X. A Física de produção de raios-X. Espectro de energia. Filtros. Camadas semicondutoras. Medidas de energia.

Aparelhos de radioterapia

- Orto voltagem. Gerador Van de Graaff, Betatron, Microton, Ciclotron, Cobalto, Partículas pesadas. Mésons. Acelerador linear

Distribuição de dose produzida por um feixe de fótons

- Phantom. Funções usadas em cálculo de dose. Curvas de isodose. Fatores que influenciam na distribuição de dose

Um sistema de cálculos de dose para a teleterapia

- Parâmetros utilizados no cálculo. Aplicações práticas. Campos irregulares. Programas de computador.

Planejamento de tratamento I: distribuição de isodose

- Filtros de cunha. Combinação de feixes estacionários. Técnica rotatória. Especificação da

dose no volume alto.

Planejamento de tratamento II: dados do paciente e posicionamento.

- Aquisição de dados anatômicos do paciente. Simulação do tratamento. Verificação do tratamento. Correção de irregularidades de contorno do paciente. Correção para heterogeneidade dos tecidos. Dose na interface entre estruturas de composições químicas diferentes. Posicionamento do paciente para o tratamento.

Planejamento de tratamento III: Colimação especial, dose na pele e separação de febres

- Técnica de colimação de feixe. Campos adjacentes

Técnicas especiais de radioterapia.

- Radioterapia estereotáxica, radioterapia de intensidade modulada, radioterapia inversa.
- Algoritmos computacionais para cálculo de distribuição de dose.

Terapia com feixe de elétrons

- Absorção e espalhamento de elétrons. Energia de feixe. Determinação de dose absorvida. Distribuição de dose e outras características dos feixes clínicos de elétrons.

Contaminação de raios-X. Planejamento do tratamento com elétrons. Efeito da colimação nos feixes de elétrons. Terapia de arco. Irradiação de toda a pele.

Braquiterapia

- Radioisótopos utilizados. Calibração das fontes. Cálculos da distribuição de dose em um meio homogêneo.
- Formalismo para cálculo de dose
- Técnicas de implante
- Localização de fontes
- Aparelhos de carregamento remoto
- Alta taxa de dose

F 855 - Física Aplicada à Medicina e Biologia II

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 755

Ementa: Análise de Sinais. Imagens Médicas. Laser na Medicina. Aplicações Médicas de raios-x. Noções de medicina nuclear.

Bibliografia:

Russell K. Hobbie and Bradley J. Roth. Intermediate physics for medicine and biology. 4a ed. Springer-Verlag, 2007.

Russell K. Hobbie. Intermediate physics for medicine and biology. 3a ed. Springer AIP Press, 1997. (610.153 H652i 3.ed.)

Jerrold T. Bushberg et al. The essential physics of medical imaging. 2a ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2002. (616.0754 Es74 2.ed.)

Programa:

O potencial exterior e o eletrocardiograma

- O potencial externo ao axônio
- O potencial longe do axônio
- O potencial externo para um pulso arbitrário
- Propriedades elétricas do coração
- O vetor corrente-dipolo do coração em função do tempo
- Eletrocardiograma
- Refinamentos ao modelo do potencial exterior
- Estimulação elétrica
- Eletroencefalograma

Realinhamento e controle

- Relações estatísticas (steady-state) entre variáveis
- Determinação do ponto de operação
- Ganho em malha aberta
- Aproximação ao equilíbrio sem realimentação
- Aproximação ao equilíbrio com realimentação (1 e 2 constantes de tempo)
- Modelos que usam equações diferenciais não lineares
- Equações: diferença e comportamento caótico
- Realimentação com uma constante de tempo e com atraso fixo

Análise de sinais

- Séries de Fourier para dados discretos
- Fast Fourier Transform
- Séries de Fourier para funções periódicas
- Espectro de energia (Power)
- Funções de correlação e autocorrelação
- Integrais de Fourier para sinais aperiódicos
- A função delta
- Teorema de Parseval
- Ruído
- Funções de correlação e sinais ruidosos

Imagens

- Convolução
- Funções de espalhamento e transferência
- Frequências numa imagem
- Reconstrução de imagens à partir de projeções via transformada de Fourier
- Reconstrução de imagens à partir de projeções via retroprojeção filtrada

Tópicos

- Biomagnetismo
- Campo magnético ao redor de um axônio
- Magnetocardiograma
- Magnetoencefalograma
- Estimulação magnética
- Materiais magnéticos e sistemas biológicos
- Detecção de campos magnéticos fracos

Eletricidade e magnetismo à nível celular

- Equilíbrio de Donnan
- Variação de potencial numa interface: o modelo de Gouy-Chapman
- Íons em solução: o modelo de Debye-Hückel
- Movimento de íons em solução: a equação de Nerst-Planck
- Equações de Goldman

- Canais de membrana

Ultrassom

Uso médico dos raios-X

- Produção de raios-X
- Detectores
- Radiografia diagnóstica
- Qualidade de imagem
- Outras modalidades de imagens por raios-X: angiografia, mamografia, fluoroscopia, CT

Medicina Nuclear

- SPECT
- PET
- Braquiterapia e radioterapia interna

F 856 - Biofotônica

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 589

Ementa: Óptica geométrica e instrumentos ópticos - microscópios. Guias de onda e fibras ópticas. Detectores de luz: fotomultiplicadores, APD, e câmeras CCD. Interação da luz com a matéria. Marcadores fluorescentes: proteínas e quantum dots. Funcionalização de interfaces. Espectroscopias de infravermelho e Raman. Óptica não linear. Biossensores fotônicos. Lasers. Cirurgias e terapias com laser. Visualizações fotônicas: OCT, NIR-DOT. Microscopias de fluorescência. Microscopias Multifotônicas. Microscopias Raman. Microscopias com resolução subdifração. Pinças ópticas e medidas biomecânicas.

Bibliografia:

- Paras N. Prasad – “Introduction to Biophotonics” – John Wiley & Sons (2003)
- Tuan VO-Dinh, editor-in-chief – “Biomedical Photonics Handbook” – CRC Press (2003)

Programa:

- Ondas eletromagnéticas. Óptica geométrica e instrumentos ópticos – microscópios. Limite de resolução: difração. Interferência e filtros ópticos. Utilização da polarização em microscopia óptica. Biorefrigerância.
- Guias de onda e fibras ópticas convencionais e de cristal fotônico. Detectores de luz: Fotomultiplicadores, APD (Avalanche Photodiodes) e câmeras CCD (Charge Coupled Device)
- Níveis de energia de átomos com mutos elétrons. Terras raras. Níveis de energia eletrônicos de moléculas: estados ligantes, antiligantes, spin. Conjuração em moléculas orgânicas. Níveis vibracionais de moléculas.
- Célula e processos celulares. Ácidos nucleicos, proteínas e lipídios. Classificação de

proteínas. Produção de energia celular. Sinalização celular. Tecidos, tumores e cânceres.

- Interação da luz com a matéria: absorção, refração, reflexão, espalhamentos, fluorescência, fosforescência, tempos de vida, transferência de carga e energia, transferência de momento.

Regras de seleção.

- Marcadores fluorescentes: proteínas e quantum dots. Funcionalização de interfaces.

- Espectroscopias infravermelho, Raman e Dicroísmo Circular.

- Óptica não linear: absorção multifotônica e geração de harmônicos SHG (Second Harmonic

Generation) e THG (Third Harmonic Generation), SFG (Sun Frequency Generation) e DFG

(Difference Frequency Generation). Casamento de fase. Regras de seleção para processos

multifotônicos. Autofocalização e automodulação de fase.

- Lasers: princípios de operação. Principais lasers comerciais. Lasers pulsados: ns, PA e fs,

Q-switch, mode-lock ativo e passivo. Compensação da dispersão de velocidade de grupo.

Sistemas amplificados e osciladores paramétricos.

- Principais cirurgias com laser: refrativas, cosméticas, outras. Principais terapias com laser:

Tratamentos odontológicos (cáries e clareamento dental), terapias fotodinâmicas DMRI

(Degeneração Macular Relacionada à Idade), outros. Micro/nano-cirurgia com laser de

femtosegundos.

- Visualizações fotônicas: OCT (Optical Coherence Tomography), NIR-DOT (Near Infrared

Diffuse Optical Tomography)

- Biosensores fotônicos. Citometria de Fluxo, microchips e microarrays em genômica e

proteômica.

- Microscopias de fluorescência: wide-field e confocal, FLIM (Fluorescence Lifetime

Imaging), FRET (Fluorescence Resonant Energy Transfer), FCS (Fluorescence Correlation Spectroscopy) e TIRF (Total Internal Reflectance Fluorescence).

- Reconstrução Espectroscópica de Imagens: Microscopia Raman e uso de SERS.

- Microscopias multifotônicas: CARS (Coherent Anti-Stokes Raman Scattering) e lipídios,

SHG/THG e colágenos.

- Microscopias com resolução sub-difração: microscopia estruturada, SNOM (Scanning

Near-Field Optical Microscopy) e STED (Stimulated Emission Depletion).

- Pinças Ópticas: manipulações e medidas biomecânicas celulares.

F 885 – Partículas Elementares e Campos

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689

Ementa: Introdução histórica. Conteúdo de partículas elementares previstos no modelo padrão. Cinemática relativística. Interações fundamentais: bósons intermediários e vértices primitivos da QED, QCD e interações fracas. Teorias de Gauge. Unificação eletrofraca. O mecanismo de Higgs. O modelo padrão.

Bibliografia:

- D. Griffiths – Introduction to Elementary Particles – Wiley (1987)
- D.H. Perkin – Introduction to High-energy Physics – Addison Wesley (1982)
- F. Halzen e A.D. Martin – Quarks and Leptons – Wiley (1984)
- F. Close – An Introduction to Quarks and Partons – Academic Press (1979)
- B.R. Martin and G. Shaw – Particle Physics – John Wiley and Sons – Chichester, 1996

Programa:

- Introdução histórica
- Conteúdo e partículas elementares previstos no modelo padrão
- Cinemática relativística
- Interações fundamentais? Bósons intermediários e vértices primitivos da QED, QCD e Interações fracas
- Onde Fótons e Elétrons se encontram: teorias de Gauge
- Unificação eletrofraca (Weinberg-Salam). O mecanismo de Higgs
- O modelo padrão $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$

F 887 - Física Nuclear

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689/ F 489

Ementa: O átomo nuclear e o núcleo atômico. O modelo de gás de Fermi. O modelo de partícula independente. Aplicações do modelo de partícula independente. Núcleos com mais que um nucleon fora de camadas fechadas. Supercondutividade nuclear. O modelo coletivo. O modelo unificado. Aplicações do modelo unificado: vibrações.

Bibliografia:

- Nuclear and Particle Physics - 1ª edição (Oxford Science Publications) - W.S.C. Williams

Programa:

Introdução

- Perspectiva histórica
- Espalhamento de Rutherford
- Propriedades da seção de choque diferencial de Rutherford
- O experimento de Rutherford
- Constituintes nucleares

O tamanho e a forma do núcleo

- O tamanho do núcleo
- O espalhamento de elétrons pelo núcleo
- A distribuição da carga nuclear
- O fator de forma elétrico nuclear
- O deslocamento do isótopo
- Espectroscopia de raios X de átomos mu-mesic
- Espalhamento nuclear e tamanho nuclear
- A forma do núcleo

Alguns formalismos quantitativos

- Lei do decaimento radioativo
- Decaimento multimodal
- A produção de material radioativo
- Decaimento sequencial
- A medida da taxa de transição
- Datação radioativa
- Decaimento e princípio da incerteza
- Colisões e seções de choque
- Probabilidades, espectativas e flutuações

As massas do núcleo

- A energia nuclear de ligação
- O modelo da gota líquida
- A interação coulombiana e termos assimétricos
- Implicações da fórmula semi-empírica de massa

Instabilidade Nuclear

- Decaimento nuclear
- Diagramas dos níveis de energia
- Mais sobre o decaimento β
- A estabilidade do núcleo
- Fissão espontânea
- Taxas de transição

Decaimento alfa

- Algumas propriedades do decaimento α
- A teoria da barreira de penetração de Coulomb
- A barreira de momento angular
- Esquemas de decaimento envolvendo partículas α
- Barreiras em outros decaimentos

Colisões nucleares e reações

- Definições de matérias
- Cinemática de reações nucleares
- Leis de conservação em colisões e reações nucleares
- Espectroscopia nuclear
- Composição do modelo de núcleo
- Composição das propriedades de estado
- Reações diretas
- Combinação ente estados e reação diretas
- Espalhamento elástico
- Fissão induzida e reator a fissão
- Controle de reator e emissão de neutrons retardada
- Energia a partir da fusão nuclear

Modelos nucleares

- Números mágicos
- Interação spin-órbita
- Spins e paridades de estados nucleares fundamentais
- Momento eletromagnético : dipolo magnético
- Momento eletromagnético : quadrupolo magnético
- Níveis excitados
- Modelo coletivo e outros desenvolvimentos

F 888 - Física do Estado Sólido

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689

Ementa: O problema geral do sólido e suas aproximações. Movimento de caroços e movimento de elétrons: visão puramente conceitual da aproximação adiabática Born-Oppenheimer. Revisão de estatística quântica: distribuições de Fermi-Dirac, Bose-Einstein e aplicações. Moléculas: ligações e espectros moleculares. Estrutura cristalina e rede recíproca. Condutores, semicondutores, supercondutores. Propriedades magnéticas.

Bibliografia:

- "Solid State Physics" - 1ª edição (Saunders College) - Neil W. Ashcroft, N, David Mermin

Programa:

A teoria de Drude para Metais

- Modelo básico
- Tempos de colisão e de relaxação
- Condutividade elétrica DC
- Efeito Hall e Magnetoresistência
- Condutividade elétrica AC
- Função dielétrica e ressonância de plasma
- Condutividade térmica
- Efeitos termoelétricos

A teoria de Sommerfeld para Metais

- Distribuição de Fermi-Dirac
- Elétrons livres
- Densidade de vetores de onda
- Momento de Fermi, energia e temperatura
- Energia do estado básico e Bulk Modulus
- Propriedades térmicas de um gás de elétrons livres
- Teoria da condução de Sommerfeld
- Lei de Wiedemann-Franz

Falhas no Modelo de Elétron Livre

Redes Cristalograficas

- Rede de Bravais
- Redes cúbicas simples, corpo centrado e face centrada
- Célula unitária, Célula de Wigner-Seitz e célula convencional
- Estruturas cristalinas e redes com bases

- Empacotamento hexagonal e a estrutura do diamante
- Estruturas de cloreto de sódio, cloreto de célio e de blendas de zinco

Rede recíproca

- Definições e exemplos
- Zona de Brillouin
- Planos da rede e índices de Miller

Determinação da estrutura cristalina por difração de raio X

- Formulação de Bragg e von Laue
- A condição de Laue e a construção de Ewald's
- Métodos experimentais: Laue, rotação do cristal e método do pó
- Fator geométrico de estrutura
- Fator de forma atômico

Classificação das redes de Bravais e das estruturas cristalinas

- Operações de simetria e classificação das redes de Bravais
- Os sete sistemas cristalinos e as quatorze redes de Bravais
- Notações Internacionais
- Exemplos de alguns elementos

Níveis eletrônicos em um potencial periódico: Propriedades globais

- O potencial periódico e o teorema de Bloch
- Condição de contorno de Born-von Karman
- Uma Segunda prova do teorema de Bloch
- Momento do cristal, índice de bandas e velocidade
- Superfície de Fermi
- Densidade de níveis e singularidades de van Hove

Elétrons em um potencial periódico fraco

- Teoria da perturbação e potenciais fracamente periódicos
- Níveis de energia próximos de um único plano de Bragg
- Ilustração dos esquemas de zonas estendidas, reduzidas e repetidas
- Superfície de Fermi e zonas de Brillouin
- Acoplamento spin-órbita

O método Tight-Binding

- Combinação linear de orbitais atômicos
- Aplicações a banda do nível s
- Características gerais dos níveis de Tight-Binding
- Funções de Wannier

Modelo semiclássico para a dinâmica do elétron

- Pacotes de onda de elétrons de Bloch
- Mecânica semiclássica
- O modelo semiclássico
- Campos elétricos estáticos
- A teoria geral das lacunas
- Campos magnéticos estáticos uniformes

Falhas no modelo de rede estática

Teoria Clássica de um cristal harmônico

- A aproximação harmônica
- A aproximação adiabática
- Calor específico em um cristal clássico
- Rede de Bravais monoatômica unidimensional
- Rede unidimensional com uma base

- Rede de Bravais monoatômica tri-dimensional
- Rede tri-dimensional com uma base
- Relações com a teoria da elasticidade

Teoria quântica de um cristal harmônico

- Modos normais e fonons
- Calor específico a altas temperaturas
- Calor específico a baixas temperaturas
- Modelos de Debye e Einstein
- Comparação da Rede e do calor específico eletrônico
- Densidade de modos normais (Phonon Level Density)
- Analogia com a teoria de radiação de corpo negro

Os tópicos optativos podem ser baseados em artigos mais modernos (sobre temas como:

supercondutividade, supercondutividade de alta T_c , superfícies de semicondutores,

microscópio de tunelamento, efeito Hall quântico, férmions pesados, excitações elementares

em sólidos, sólidos não cristalinos, poços quânticos e heteroestruturas semicondutoras, etc) e

são de livre escolha do professor responsável. Sugerimos que pelo menos 3 temas distintos

sejam abordados. Segue abaixo, algumas sugestões de tópicos optativos (baseadas no livro sugerido)

Outros Métodos para o Cálculo de Estruturas de Bandas

- Aproximação do elétron independente
- Funções de onda na banda de valência
- Método Celular
- Potencial Muffin-Tin
- Método APW (Augmented Plane Wave)
- Funções de Green – Método KKR
- Método OPW (Orthogonalized Plane Wave)
- Pseudopotenciais

Semicondutor Homogêneo

- Propriedades Gerais de Semicondutores
- Exemplos de Estruturas de Band Examples of Semiconductor Band Structure
- Ressonância Cyclotron
- Estatística de portadores em equilíbrio térmico
- Semicondutores intrínsecos e extrínsecos
- Estatística dos níveis de impureza em equilíbrio térmico

Semicondutores Não Homogêneos

- O tratamento clássico de sólidos não homogêneos
- Campos e densidades de portadores em equilíbrio na junção p-n
- Retificação por uma junção p-n

F 889 - Física Atômica e Molecular

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: F 689

Ementa: Átomos hidrogenóides. Átomos com mais de um elétron. Equações de Schrödinger. Espectroscopia de átomos. Átomo em campo externo. Espectro molecular: Excitações eletrônicas, vibracionais, rotacionais. Ligação química. Efeito Raman; cálculo de moléculas simples.

Bibliografia:

- G.M. Borrow – Introduction to Molecular Spectroscopy
- G. Herzberg – Spectra of Diatomic Molecules

Programa:

- Revisão de tópicos de Mecânica Quântica
- Átomo de Hidrogênio
- Tratamento clássico e quântico da rotação e vibração de molécula diatômica
- Tratamento quântico de absorção e emissão de radiação
- Estudo das transições eletrônicas em uma molécula
- Teoria de grupo
- Estudo de excitações em moléculas poliatômicas

F 894 - Projeto de Curso em Engenharia Física

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM: :75%
Pré-Req.: AA200 / AA475

Ementa: Encontrar solução de um problema prático específico através da aplicação de princípios físicos, no projeto e construção de um aparelho ou equipamento. Isto será feito sob orientação individual de um professor.

Bibliografia:

- À critério do professor orientador

Programa:

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

F 895 – Projeto de Curso

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200 / AA475

Ementa: Encontrar solução de um problema prático específico através da aplicação de princípios físicos, no projeto e construção de um aparelho ou equipamento. Isto será feito sob orientação individual de um professor.

Bibliografia:

- À critério do professor orientador

Programa:

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

F 896 – Monografia

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA480

Ementa: Esta disciplina consistirá de aulas em sala, enfatizando a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho científico, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação científica, etc.. Na parte prática, deverá ser desenvolvido um tema de pesquisa individualmente pelo aluno, com o formato de um trabalho de Iniciação Científica, sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação. A Monografia será avaliada no final da disciplina.

Bibliografia:

- U. Eco, “Comme si fa una tesi di láurea”, Bompiani, Milano, 1977.
- M.O’Connor e F.P. Woodford, “Writing scientific papers in English”, Elsevier, Amsterdam, 1977.
- ”Writing scientific papers in English successfully, your complete roadmap”, E. Schuster, H. Levkowitz, O.N. Oliveira Jr. eds., São Carlos Institute of Physics USP, São Carlos, 2014.
- Nature Education, “Writing Scientific Papers”, <http://www.nature.com/scitable/ebooks/english-communication-for-scientists-14053993/writing-scientific-papers-14239285>
- D. Budker, “Some rules of good scientific writing”, arXiv:physics/0608246 [physics.gen-ph]
- A. Borja, “11 steps to structuring a science paper editors will take seriously”, Elsevier, June 2014.

Objetivo Geral do Curso:

Esta disciplina consistirá de aulas em sala, enfatizando a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho científico, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação científica, etc.. Na parte prática, deverá ser desenvolvido um tema de pesquisa individualmente pelo aluno, com o formato de um trabalho de Iniciação Científica, sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação. A Monografia será avaliada no final da disciplina.

Programa

Nesta disciplina, o aluno deverá preparar uma monografia sobre um tema de pesquisa na área de física, sob orientação de um professor da Unicamp.

A disciplina contará com um conjunto de 10 aulas, ministradas ao longo do semestre que abordarão temas como escrita acadêmica, apresentação de resultados (dados, tabelas e gráficos), sistematização de ideias, busca e sistematização de referenciais teóricos, elaboração de relatórios, elaboração de apresentações, elaboração de artigos científicos, sobre carreira em pesquisa no Brasil e no mundo, e sobre ética e profissionalismo na pesquisa.

Além das aulas, o aluno deverá cumprir um conjunto de etapas, ao longo do semestre, cujo resultado será utilizado na avaliação.

Etapas 01: Preencher formulário no moodle, onde serão solicitadas informações sobre o projeto de pesquisa que se pretende apresentar como monografia. Neste formulário, serão solicitadas informações como: título do projeto, área de concentração, nome do orientador, resumo do projeto, justificativa do projeto,

lista de metas propostas e cronograma de desenvolvimento do projeto e da monografia.

Será também solicitada uma comprovação do orientador responsável pelo programa de IC e um de acordo que o mesmo irá contribuir na avaliação final do rendimento do aluno nesta disciplina. A entrega deste formulário, com a comprovação e o de acordo do orientador deverá ser completa antes do dia 20 de março.

Etapa 02: Breve apresentação oral feita pelo aluno (máximo 15 min) do projeto que será incluído na monografia, para os demais alunos e professores do IFGW. Esta apresentação será agendada no semestre, mas deverá ocorrer entre os meses de Março e Abril. A Clareza de ideias, a organização da apresentação e arguição em defesa do projeto serão itens de avaliação desta etapa.

Etapa 03: Preenchimento de formulário no moodle, de um relatório intermediário do andamento do projeto. Esta etapa deverá ser cumprida entre os dias 10 e 20 de Maio.

Etapa 04: Apresentação final feita pelo aluno sob forma de apresentação oral (máximo 15 min.), sobre as atividades de pesquisa desenvolvidas ao longo do semestre, incluindo objetivos iniciais, metas alcançadas, resultados obtidos, e auto-avaliação. Esta etapa deverá ocorrer entre os dias 15 de Junho a 01 de Julho. A Clareza de ideias, a organização da apresentação, resultados obtidos e arguição em defesa do projeto e dos resultados serão itens de avaliação desta etapa.

Etapa 05: Entrega da Monografia. O orientador do projeto deverá contribuir através da apresentação de uma avaliação do relatório e também do desempenho do aluno no semestre. Prazo final de entrega da monografia será dia 01 de Julho de 2016.

A monografia deverá ser um trabalho original escrito pelo aluno, em português ou inglês, em um nível que formandos do curso de física possam entender e acompanhar.

A monografia completa, incluindo todas as páginas deverá ter entre 40 e 50 páginas A4, em espaço duplo, fonte 12. Serão itens considerados na avaliação da monografia: clareza de texto, ortografia, organização da apresentação e do desenvolvimento das ideias, justificativa e contextualização do problema, originalidade do projeto, metodologia desenvolvida, qualidade da apresentação dos resultados, qualidade da discussão e interpretação dos resultados obtidos.

Método de Avaliação:

A cada etapa será atribuída uma nota de 0 a 10. A média do semestre será calculada da seguinte forma:

$$MS = (E1 + E2 + E3 + 2 * E4 + 3 * E5) / 8$$

No caso onde $MS \geq 5$, a média final será igual a média semestral, portanto: $MF = MS$.

No caso onde $MS < 5$, será aplicado novo exame oral, com nova apresentação do projeto pelo aluno que servirão como uma avaliação equivalente ao exame. Neste caso, a MF será computada como sendo a média aritmética da MS com a nota do Exame.

A aprovação na disciplina será obtido quando a $MF \geq 5$.

Não haverá cobrança de frequência nas aulas que serão ministradas, no entanto, os prazos de entregas de formulários, relatórios e apresentações deverão ser cumpridos. Para cada dia de atraso em cada e toda etapa prevista no programa desta disciplina será descontado um ponto no cálculo da média semestral.

F 897 - Monografia em Ensino de Física I

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA480

Ementa: Esta disciplina enfatiza a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho escrito voltado para o ensino de Física, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação escrita, etc. Na parte prática, o aluno deverá escolher um tema na área de Ensino de Física para estudar a fundo, num formato de trabalho dirigido. Deverão ser entregues a revisão bibliográfica sobre o tema, assim como o planejamento de monografia da parte a ser escrita. O trabalho será desenvolvido sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação.

Bibliografia:

- V. Feitosa, Redação de textos científicos
- P. Reiz, Manual de técnicas de redação científica, 3a ed.
- G.L. Volpato, Método lógico para redação científica
- INPA, Redação de textos científicos (disponível em <http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2009/cursos/glauco.pdf>)

Programa:

Nesta disciplina o aluno deverá preparar uma monografia voltada para o Ensino de Física sob orientação de um professor/pesquisador. Em termos gerais, podem ser apresentados dois tipos de monografia. Uma delas seria a de revisão do tema escolhido, onde o mesmo é analisado, através de publicações recentes da área. Alternativamente, alunos que realizam um projeto de iniciação científica ou iniciação à docência, podem utilizar seus resultados como material para o trabalho. Através da monografia, o aluno deverá revelar um bom conhecimento do problema que está sendo tratado e de como ele se insere em um contexto mais geral. Esta será também uma oportunidade do aluno desenvolver sua capacidade de redigir textos científicos.

A monografia deve ser escrita em um nível que formandos do curso de Licenciatura em Física possam acompanhar e formar uma ideia do tema tratado. Sempre que mais do que 3 palavras de um artigo publicado forem utilizadas, elas deverão vir entre aspas e a fonte citada. O trabalho deverá seguir os padrões de apresentação da literatura e assim, em geral, conterá as seguintes partes:

- Título, autor e orientador; endereço de e-mail, afiliação
- Resumo
- Abstract
- Biografia do autor
- Sumário
- Introdução: Uma descrição do problema que será tratado e sua importância
- Metodologia: Nesta seção deve ser apresentado o método de tratamento do problema, assim como conhecimentos básicos necessários à sua compreensão.
- Resultados: Nesta seção, são apresentados os resultados do projeto de iniciação científica ou um sumário dos resultados publicados nos artigos que foram considerados para a realização da monografia
- Conclusões ou comentários finais: Uma formalização do que é uma boa conclusão é dada por Jonathan Shewchuk. Em uma tradução livre temos: "Uma boa

conclusão diz coisas que se tornam significantes após a leitura do trabalho. Esta seção dá perspectivas a pontos não levantados na introdução. Uma conclusão é sobre as implicações do que o leitor aprendeu. Certamente é também um excelente lugar para conjecturas, desdobramentos do trabalho e de eventuais questões que não foram resolvidas”.

- Apêndices: a monografia deverá ter cerca de 40 páginas A4 em espaço duplo (aqui incluímos o resumo, abstract, sumário, etc.). Note que ela não poderá ter menos do que 30 e mais do que 60 páginas, no total.

Recomendação Importante: O trabalho deverá ser feito sob a orientação de um professor do IFGW, FE ou IMECC. Orientadores de outras unidades, ou instituições, poderão ser considerados através de solicitações individuais.

F 901 – Estágio Supervisionado I

OF:S-5 T:000 P:002 L:000 O:008 D:000 HS:010 SL:002 C:010 AV:N EX:S FM:80%
Pré-Req.: AA200/ F 428

Ementa: Aplicação de conhecimentos específicos de Física e técnicas didáticas em situações concretas de ensino, possibilitando a realização de mini-projetos, preparação de material didático e recursos paralelos, visando uma maior eficácia do trabalho formativo.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

CALDERANO, Maria da Assunção. "Docência compartilhada entre universidade e escola: formação no estágio curricular" São Paulo: FCC/SEP, 2014.

MARTINS, André Ferrer. "Estágio supervisionado em física: o pulso ainda pulsa..." Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 3402-3407 (2009)

BACCON, Ana Lúcia Pereira; ARRUDA, Sergio de Mello. Os saberes docentes na formação inicial do professor de física: elaborando sentidos para o estágio supervisionado. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 16, n. 3, p. 507-524 (2010)

Barbosa, Tatyana Mabel Nobre. "Estágio supervisionado interdisciplinar". Natal, RN: SEDIS, 11 v (2008).

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. "Os estágios nos cursos de licenciatura." São Paulo: Cengage Learning (2012):

GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi e GENOVESE, Cíntia Letícia De Carvalho Roversi. "Licenciatura em Física - Estágio Supervisionado em Física: Considerações Preliminares", Goiás, UFG (2012).

Programa:

- Estágio – O aluno deverá buscar uma escola onde possa fazer o seu estágio. Conseguindo o estágio, ele deverá comunicar ao professor, através do *Ensino Aberto*, para avaliar a adequação. Se a resposta for engativa, o aluno deverá escolher outro estágio. Este estágio deverá ter 36 horas, num período não inferior a 02 (dois) meses. Um arquivo com todas as escolas de Campinas, com nome, endereço e telefone, está no material de apoio.

- Tarefa – Para cada aula, o aluno apresentará um relatório sintético, que deve conter os itens:

identificação, dia, tópico tratado, resumo da maneira como foi apresentado, reação dos alunos, tais como: comprometimento, perguntas, e

principalmente concepções prévias e um comentário seu. Este relato deve ser colocado no *Ensino Aberto*.

Quando houver, incluir relato sobre como o professor avalia os alunos. O estagiário será avaliado pela presença nas aulas, pelos relatos colocados no prazo indicado.

Um relatório final onde deverá comentar a experiência, o que aprendeu.

- Artigos – O aluno deverá escolher 2 (dois) artigos publicados em revistas de ensino e escrever um resumo. O aluno deverá comunicar, através do *Ensino Aberto*, ao professor, os artigos escolhidos.

- Aula – O aluno deve preparar, por escrito, uma aula que possa ser apresentada numa das aulas do estágio, com as condições locais. Não é obrigatório dar a aula, já que isto dependerá do professor da sala. Esta aula deve ter uma breve introdução histórica, que situe a(s) pessoa(s) e tópico(s) envolvido(s), a importância da introdução do conceito na época, apresente o problema, o seu desenvolvimento, tarefas, para casa alunos e conclusão. Num adendo, relate o que você usaria, e que não tem na escola, para tornar a aula mais interessante.

Participação na disciplina – Além dos encontros presenciais haverá, no *Ensino Aberto*. Tópicos em debates.

F 902 – Estágio Supervisionado II

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:008 D:000 HS:010 SL:002 C:010 AV:N EX:S FM:80%
Pré-Req.: AA200/ F 901

Ementa: Aplicação de conhecimentos específicos de Física e técnicas didáticas em situações concretas de ensino, possibilitando a realização de mini-projetos, preparação de material didático e recursos paralelos, visando uma maior eficácia do trabalho formativo.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

CALDERANO, Maria da Assunção. "Docência compartilhada entre universidade e escola: formação no estágio curricular" São Paulo: FCC/SEP, 2014.

MARTINS, André Ferrer. "Estágio supervisionado em física: o pulso ainda pulsa..." Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 3402-3407 (2009)

BACCON, Ana Lúcia Pereira; ARRUDA, Sergio de Mello. Os saberes docentes na formação inicial do professor de física: elaborando sentidos para o estágio supervisionado. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 16, n. 3, p. 507-524 (2010)

Barbosa, Tatyana Mabel Nobre. "Estágio supervisionado interdisciplinar". Natal, RN: SEDIS, 11 v (2008).

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. "Os estágios nos cursos de licenciatura." São Paulo: Cengage Learning (2012):

GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi e GENOVESE, Cíntia Letícia De Carvalho Roversi. "Licenciatura em Física - Estágio Supervisionado em Física: Considerações Preliminares", Goiás, UFG (2012).

Programa:

- Estágio –

O aluno deverá buscar uma escola onde possa fazer o seu estágio. Conseguindo o estágio, ele deverá comunicar ao professor, através do *Ensino Aberto*, para avaliar a adequação. Se a resposta for engativa, o aluno deverá escolher outro estágio.

Este estágio deverá ter 36 horas, num período não inferior a 02 (dois) meses. Um arquivo com todas as escolas de Campinas, com nome, endereço e telefone, está no material de apoio.

- Tarefa –

Para cada aula, o aluno apresentará um relatório sintético, que deve conter os itens: identificação, dia, tópico tratado, resumo da maneira como foi apresentado, reações dos alunos, tais como: comportamento, perguntas, e principalmente concepções prévias e um comentário seu. Este relato deve ser colocado no Ensino Aberto. Quando houver, incluir relato sobre como o professor avalia os alunos. O estagiário. Será avaliado pela presença nas aulas, pelos relatos colocados no prazo indicado um relatório final onde deverá comentar a experiência, o que aprendeu.

- Artigos –

O aluno deverá escolher 2 (dois) artigos publicados em revistas de ensino e escrever um resumo. O aluno deverá comunicar, através do *Ensino Aberto*, ao professor, os artigos escolhidos

- Aula –

O aluno deve preparar, por escrito, uma aula que possa ser apresentada numa das aulas do estágio, com as condições locais. Não é obrigatório dar a aula, já que isto dependerá do professor da sala. Esta aula deve ter uma breve introdução histórica, que situe a(s) pessoa(s) e tópico(s) envolvido(s), a importância da introdução do conceito na época, apresente o problema, o seu desenvolvimento, tarefas, para os alunos e conclusão. Num adendo, relate o que você usaria, e que não tem na escola, para tornar a aula mais interessante.

- Participação na disciplina –

Além dos encontros presenciais, haverá, no *Ensino Aberto*, tópicos em debates.

F 949 - Estágio em Engenharia Física

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:008 D:000 HS:012 SL:004 C:012 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA475

Ementa: Estudos de situações reais em engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e teste de equipamento, junto a empresas e centros de pesquisa credenciados pela Universidade.

Bibliografia:

A ser definida pelo orientador do estágio.

Programa:

O Estágio Curricular em Engenharia Física, seguindo o exemplo de programas de estágios das Unidades da Unicamp, visa oferecer ao aluno a oportunidade de adquirir experiência profissional direta, fora da Universidade, antes de se formar. A disciplina possui um professor responsável que auxiliará o aluno a encontrar um orientador/supervisor para a realização do estágio junto as empresas, laboratórios e centros de pesquisas credenciados pela Unicamp.

O aluno desenvolverá um projeto técnico-científico, em situações reais de engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e testes de equipamento, etc.

O trabalho do aluno será avaliado pelo orientador do estágio e pelo professor responsável.

FI 092 – Física

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:80%
Pré-Req.: AA200/ F 901

Ementa: Força e máquinas simples, locomoção, dinâmica, líquidos, sólidos, e materiais biológicos. Ondas e fenômenos de interface, polarização, lentes e instrumentos óticos. Corrente elétrica, eletromagnetismo. Átomo de Bohr, núcleo e radioatividade.

Bibliografia:

- Física Geral – Halliday, Resnick
- Física -Tipler
- Curso de Física Básica – Nussenzveig

Programa:

- O que veio antes de Newton e Galileu, Aristóteles, Ptolomeu e Newton
- Força, trabalho, energia e momentum
- Temperatura, calor, máquinas térmicas, leis da termodinâmica.
- Carga elétrica, força elétrica, campo elétrico, Gauss, condutores, corrente elétrica
- Ohm, magnetismo, indução, aplicações
- Ondas mecânicas, propriedades ondulatórias da luz
- Difração e interferência.
- Introdução à Física moderna. A descoberta do elétron
- Constante de Planck.
- Efeito fotoelétrico
- O Raio-X
- Modelo do átomo. Linhas espectrais
- Rutherford e o núcleo
- O modelo de Bohr
- Partículas elementares ou não
- Noções sobre o Big Bang

FL110 - Iniciação à Prática Docente I

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

Bibliografia:

- A critério do professor orientador.

Programa:

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

FL210 - Iniciação à Prática Docente II

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

Bibliografia:

- A critério do professor orientador.

Programa:

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

FL310 - Iniciação à Prática Docente III

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

Bibliografia:

- A critério do professor orientador.

Programa:

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

FL 701 – Projetos Integrados do Ensino de Física

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:002 C:008 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200 / EL774 / F 609 / F 901

Ementa: Desenvolvimento de projetos educacionais que poderão ser aplicados em sala de aula e/ou ambientes de ensino não-formal, como museu de ciências, voltadas para o ensino médio em Física. Os projetos deverão refletir sobre diferentes metodologias de ensino que podem ser utilizadas em aula.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

R.F. Feynman, O Sr. Está brincando, Sr. Feynman! As estranhas aventuras de um físico excêntrico, Ed. Campus

M.A. Moreira, Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea, XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Fisica, Equador, Julho de 2013.

K.R. de Almeida, Descrição e análise de diferentes estilos de aprendizagem, Revista Interlocução, v. 3, n.3, p.38-49, 2010

M.Z. Poh et al., A wearable sensor for unobstrusive, long-term assessment of electrodermal activity, IEEE Trans. Biomed. Eng., v.57, n.5, 2010

E.F. Barbosa e D.G. Moura, Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013

J.R. Quintal e A. Guerra, A história da ciência no processo ensino-aprendizagem, Física na Escola, v.10, n.1, 2009

A.Guerra et al., Um julgamento no ensino médio: uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque histórico-filosófico, Física na Escola, v.3, n.1, 2002

C.L. Vieira, História da física: artigos, ensaios e resenhas, CBPF, 1a ed., Rio de Janeiro, 2015

C.H. Crouch et al., Classroom demonstrations: learning tools or entertainment?, Am. J. Phys., v.72, n.6, 2004

K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, Phys. Rev. St Phys. Educ. Res., v.9, 020113, 2013

E. Mazur, The problem with problems, Optics & Photonics News, p.59-60, 1996

A.P.C.M. Ferraz e R.V. Belhot, Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais, Gest. Prod., v.17, n.2, p.421-431, 2010

Diferentes publicações da revista Física na Escola.

Programa:

Esta disciplina visa integrar diferentes tópicos de ensino de física na forma de desenvolvimento de projetos educacionais voltados tanto para espaços formais como para espaços não-formais de ensino e aprendizagem. Através do desenvolvimento de projetos serão trabalhados os seguintes temas, sempre de forma integrada:

- Ensino e aprendizagem em Física. O ensino de Física no Brasil. Diferentes práticas pedagógicas em Física. Processos de aprendizagem. Ensino tradicional. Aprendizagem ativa. Motivação para aprendizagem. Modelo e significado de um bom professor. Apresentação de práticas de ensino considerando modelos de aprendizagem eficientes.

- História e Filosofia da Ciência como prática de ensino de Física. O uso e a factibilidade do ensino de Física baseado no contexto histórico. Concepções prévias dos alunos na aprendizagem de Física. Estudos de caso. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de história e filosofia da Física.

- Experimentação no ensino de Física. Eficácia do ensino experimental em Física. Diferença entre experimentação e demonstração experimental na aprendizagem. Estudo de casos. Uso de recursos audiovisuais no ensino de Física. Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de experimentação e de recursos audiovisuais.

- Problematização em Física. Diferença entre exercícios e problemas. Métodos de classificação de problemas. Taxonomia revisada de Bloom. O que torna um aluno bom resolvidor de problemas? Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando resolução de problemas.

- Uso do computador como elemento didático. Softwares de ensino de Física. Limitações e adequação à realidade brasileira. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso do computador.

FL 702 – Projetos Integrados do Ensino de Física II

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:002 C:008 AV:N EX:S FM:75%
Pré-Req.: AA200 / EL774 / F 609 / F 901

Ementa: Desenvolvimento de projetos educacionais que poderão ser aplicados em sala de aula e/ou ambientes de ensino não-formal, como museu de ciências, voltadas para o ensino médio em Física. Os projetos deverão refletir sobre diferentes metodologias de ensino que podem ser utilizadas em aula.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

Bibliografia:

M.A. Moreira, Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea, XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Equador, Julho de 2013.

E.F. Barbosa e D.G. Moura, Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013

A.Guerra et al., Um julgamento no ensino médio: uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque histórico-filosófico, Física na Escola, v.3, n.1, 2002

C.L. Vieira, História da física: artigos, ensaios e resenhas, CBPF, 1a ed., Rio de Janeiro, 2015

C.H. Crouch et al., Classroom demonstrations: learning tools or entertainment?, Am. J. Phys., v.72, n.6, 2004

K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, Phys. Rev. St Phys. Educ. Res., v.9, 020113, 2013

E. Mazur, The problem with problems, Optics & Photonics News, p.59-60, 1996

Diferentes publicações da revista Física na Escola.

Programa:

Esta disciplina visa desenvolver de forma mais profunda a integração de diversos tópicos de ensino de física através do desenvolvimento de projetos educacionais voltados tanto para espaços formais como para espaços não-formais de ensino e aprendizagem. Através do desenvolvimento de projetos serão trabalhados os seguintes temas, sempre de forma integrada:

- Ensino e aprendizagem em Física. O ensino de Física no Brasil. Diferentes práticas pedagógicas em Física. Processos de aprendizagem. Ensino tradicional. Aprendizagem ativa. Motivação para aprendizagem. Modelo e significado de um bom professor. Apresentação de práticas de ensino considerando modelos de aprendizagem eficientes.

- História e Filosofia da Ciência como prática de ensino de Física. O uso e a factibilidade do ensino de Física baseado no contexto histórico. Concepções prévias dos alunos na aprendizagem de Física. Estudos de caso. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de história e filosofia da Física.

- Experimentação no ensino de Física. Eficácia do ensino experimental em Física. Diferença entre experimentação e demonstração experimental na aprendizagem. Estudo de casos. Uso de recursos audiovisuais no ensino de Física. Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de experimentação e de recursos audiovisuais.

- Problematização em Física. Diferença entre exercícios e problemas. Métodos de classificação de problemas. Taxonomia revisada de Bloom. O que torna um aluno

bom resolvedor de problemas? Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando resolução de problemas.

- Uso do computador como elemento didático. Softwares de ensino de Física. Limitações e adequação à realidade brasileira. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso do computador.

FL801 - Práticas de Ensino de Física

OF:S-1 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:004 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 5809

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em forma de tutorias e plantão de dúvidas, supervisionadas por um docente do Instituto de Física.

Bibliografia:

A critério do professor orientador.

Programa:

Esta disciplina visa a iniciação em atividade docente na forma de tutoria e utilizando metodologias ativas de ensino, tendo como foco a atuação coordenada na disciplina F 008, voltada para alunos recém saídos do sistema de ensino médio. As atividades serão desenvolvidas de forma individual, de acordo com o projeto definido pela disciplina F 008, e serão coordenadas por um professor orientador do Instituto de Física.

FM 003 – Seminários Sobre a Profissão

OF:S-1 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Palestras sobre temas de ciências físicas e matemáticas e de suas interfaces com outras ciências, visando o direcionamento da formação acadêmica dos alunos ingressantes.

Bibliografia:

Não há bibliografia específica.

Programa:

- Aulas presenciais de seminários referentes as profissões de saída do curso 51. Os seminários são definidos a cada semestre.
- Será exigido um mínimo de 75% de frequência.
- Além disto, serão exigidas duas redações (uma no meio do semestre e outra no final) com no máximo uma página versando sobre dois seminários apresentados.

FM 201 – Atividades Científicas – Culturais I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:F EX:N FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

Bibliografia:

Não há bibliografia específica.

Programa:

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

FM 301 – Atividades Científicas – Culturais II

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

Bibliografia:

Não há bibliografia específica.

Programa:

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

FM 401 – Atividades Científicas – Culturais III

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

Bibliografia:

Não há bibliografia específica.

Programa:

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

FM 501 – Atividades Científicas – Culturais IV

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%
Pré-Req.: Não há

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

Bibliografia:

Não há bibliografia específica.

Programa:

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

FM 601 – Atividades Científicas – Culturais V

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%
Pré-Req.: Não há

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da unicamp.

Bibliografia:

Não há bibliografia específica.

Programa:

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.

4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

FM 701 – Atividades Científicas – Culturais VI

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

Bibliografia:

Não há bibliografia específica.

Programa:

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.