| Disciplina | Turma | Horário Proposto | Ementa | Objetivos | Pré-Requisitos | Programa | Critérios de Avaliação | Bibliografia | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F 016 | A | terça e quinta das 8:00 - 10:00 | Nesta disciplina, trataremos de uma introdução à física e à tecnologia de dispositivos semicondutores tanto eletrônicos como fotônicos. | O aluno terá uma exposição a conceitos fundamentais e aplicados ligados às tecnologias de micro e nano dispositivos eletrônicos e fotônicos. | Não temos pre-requisitos formais. No entanto, é recomendado ter completado cursos de física 3 e 4, Eletromagnetismo e estrutura da matéria. | Programa:<br>Subtítulo: Física e Tecnologia de dispositivos eletrônicos/fotônicos e optoeletrônicos.<br>Nesta disciplina, trataremos de uma introdução à física de dispositivos semicondutores.Os temas principais serão:<br>(1) Estrutura de banda de semicondutores<br>(2) Transporte e equilíbrio em semicondutores<br>(3) Junções p-n, metal semicondutor, metal-óxido-semicondutor<br>(4) Transistores bipolares e Transistores de efeito de campo<br>(5) Ligas de compostos III-V<br>(6) Ganho óptico em semicondutores;<br>(7) Cavidades ressonantes;<br>(8) Elementos de Fotônica Integrada<br>(9) Laser de semicondutor<br><br>Ao final do curso ao aluno terá uma formação básica nesta área de grande importância tecnológica atual. Mais ainda, ele terá os elementos básicos para iniciar trabalhos científicos/tecnológicos nas áreas de micro e nano eletrônica, fotônica e optoeletrônica. | Os alunos serào divididos em grupos. Haverá 3 listas de exercícios para serem resolvidos em grupo. Em três avaliações durante o semestre, os grupos serão chamados para apresentar para a classe algum exercício da lista (sorteado) correspondente ao período. Nesta apresentacão, haverá arguições aos membros do grupo. Além destas listas, haverá três testes individuais. Os testes e as listas entregues por grupo, a apresentação e a participação dos membros do grupo nela, alem da arguição serão utilizadas para comporem a nota final. Estas avaliações serão feitas por toda classe e o professor. | • Materiais e Dispositivos Eletrônicos Sérgio M Rezende; Physics of Semiconductor Devices, S. M. Sze; Semicondutores, Fundamentos, técnicas e aplicações Jacobus W. Swart; Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, Solid State Physics, Ashcroft/Mermin; Notas de aula; | Esta disciplina será oferecida junto à Disciplina FI 227 da pós graduação. Se houver disponibilidade, teremos alguma experiência prática na área de fabricação e caracterização de dispositivos. |
| F 038 | A | Terça : 16 - 18h00, Quinta : 16 - 18h00 | Introdução aos principais conceitos da Astronomia e Astrofísica contemporâneas, abordando a evolução do Universo desde o Big Bang até o surgimento de ambientes potencialmente habitáveis. Estudo da nucleossíntese primordial e estelar, formação e evolução das estrelas, origem dos elementos químicos, sistemas planetários e exoplanetas. Discussão sobre a origem da vida, habitabilidade planetária e fundamentos da Astrobiologia. A disciplina possui caráter multidisciplinar, integrando conceitos de Física, Astronomia, Química, Biologia, Geologia e Ciências Planetárias, sendo destinada a estudantes de diferentes áreas do conhecimento interessados em compreender os processos físicos que conectam a evolução do Universo ao surgimento da vida. | • Estabelecer a Conexão: Demonstrar a relevância e compreender a origem dos elementos químicos, a formação planetária e aspectos astrobiológicos. Compreender (até onde sabemos) a interação do Meio Interestelar com a vida.<br>• Desenvolver o Raciocínio Científico: desenvolver noções de Cosmologia, Astronomia, Astrofísica e Astrobiologia. Todas elas utilizam o método científico de abordagens diferentes e os estudantes devem ao final do curso compreender ao final do curso.<br>• Fornecer a Base Teórica: de aspectos cosmológicos da nucleossíntese primordial, estelar, teoria de formação planetária e astrobiologia.<br>Ao concluir o curso, espera-se que o estudante tenha desenvolvido as seguintes competências:<br>• Raciocínio Crítico em tópicos de astronomia e astrofísica: A capacidade de compreender a formação de elementos químicos, planetas e sistemas biológicos no contexto da vida no cosmos. | Não há. | Unidade I – Evolução do Universo<br>Introdução à Astronomia e à Astrofísica.<br>O Big Bang e a evolução do Universo.<br>Nucleossíntese primordial.<br>Formação dos primeiros átomos e da radiação cósmica de fundo.<br><br>Unidade II – Evolução Estelar e Origem dos Elementos<br>Formação e evolução das estrelas.<br>Produção de energia e nucleossíntese estelar.<br>Evolução estelar final e objetos compactos.<br>Origem dos elementos químicos no Universo.<br><br>Unidade III – Formação de Sistemas Planetários<br>Formação de discos protoplanetários e sistemas planetários.<br>O Sistema Solar.<br>Exoplanetas e métodos de detecção.<br>Diversidade de sistemas planetários.<br><br>Unidade IV – Astrobiologia<br>Origem da vida.<br>Habitabilidade planetária.<br>Biossinais e a busca por vida no Universo.<br>Astrobiologia e exploração espacial. | Durante o semestre, serão realizadas 2 avaliações (trabalho em grupo - TG e entrevista com o grupo do seminário - SI)<br>Nota de aproveitamento A: A = (TG + SI)/2.<br>Nota Final (NF): NF = A<br>Se o/a aluno/a obtiver A ≥ 5.0, estará dispensado/a do exame final e sua nota final será NF=A. Caso contrário, a nota final será composta por A e pela nota do exame final (E) da seguinte maneira:<br>NF = (A + E)/2 .<br>O EXAME será uma prova oral sobre toda temática vista durante o semestre.<br>Além dos requisitos de frequência, a aprovação exige uma nota final NF ≥ 5,0.<br>Será aceito para exame apenas quem obtiver: frequência mínima exigida (75%) e nota de aproveitamento A ≥ 2,5. | Astronomia & astrofísica, Kepler de Oliveira e Maria de Fátima Saraiva, LF, 2014 (site do Prof. Kepler http://astro.if.ufrgs.br/index.html#gsc.tab=0).<br><br>Astrobiologia uma ciência emergente, D. Galante, E. Pereira da Silva, F. Rodrigues,J. E. Horvath & M. G. B. do Avellar, EDUSP, 2026. Site para baixar o livro gratuitamente: (https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1212).<br><br>Introduction to Cosmology, Barbara Ryden, 2a. edition, Cambridge University Press, 2016.<br><br>Bibliografia adicional: Fundamentos da Evolução Estelar, Supernovas e Objetos Compactos, Jorge E. Horvath, ,LF Editorial, 2011.<br><br>O ABCD da Astronomia e Astrofísica, Jorge E. Horvath, LF Editorial, 2008. | |

| Disciplina | Turma | Horário Proposto | Ementa | Objetivos | Pré-Requisitos | Programa | Critérios de Avaliação | Bibliografia | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F 056 | A | Segunda : 16 - 18h00,<br>Sexta : 14 - 16h00 | Introdução ao terminal linux e linguagens científicas (Python e C++), Funções de probabilidade e estatística para Física de Altas Energias, Métodos de Monte Carlo e geração de eventos. Análise de dados usando o Root. Simulação de detectores com o Geant 4. Introdução ao Machine Learning em Física de Altas energias. | Ao final da disciplina, o aluno deverá ser capaz de:<br>• Compreender o papel central da computação na Física de Altas Energias moderna [1];<br>• Utilizar o framework ROOT para análise de dados colisionais [8];<br>• Implementar simulações Monte Carlo para processos de espalhamento e decaimento [4];<br>• Aplicar métodos de máxima verossimilhança e ajuste de dados a problemas de FAE [7];<br>• Utilizar geradores de eventos como Pythia para simulação de colisões [9];<br>• Construir e validar simulações de detectores com Geant4 [10];<br>• Aplicar técnicas de machine learning (redes neurais, árvores de decisão) para classificação sinal/fundo [9];<br>• Integrar métodos computacionais como ferramenta essencial de investigação científica [3]. | Nenhum | • A - Projeto 4 – 09/11/2026 – Entrega trabalho - Aplicações em Ciências Biológicas<br><br>• Prova substitutiva: 07/12/2026 – em caso de ausência justificada em uma das provas. Conteúdo: Toda a matéria<br><br>• Exame – 14/12/2026 - Toda a matéria<br><br>Projetos em grupo:<br><br>Definição de grupos e temas para os projetos – 31/08/2026<br>Relatório - 09/11/2026 - Entrega, do relatório referente ao projeto.<br>Seminários - 16, 23 e 30/11/2026 – Seminários de apresentação dos projetos em grupo<br><br>Qualquer imprevisto ou mudança no conteúdo ou nas datas das avaliações será avisado antecedência.<br>As datas das prova substitutiva e do exame final não serão modificadas.<br><br>No caso de ausência do professor a aula será reposta através de aulas gravadas e disponibilizada aos alunos de forma assíncrona. | A nota de aproveitamento A virá de um projeto em grupo.<br>Nota Final (NF):<br>Se o/a aluno/a obtiver A ⍰ 5.0, estará dispensado/a do exame final e sua nota final será NF=A.<br>Caso contrário, a nota final será composta por A e pela nota do exame final (E) da seguinte maneira:<br>NF = (A + E)/2<br>Além dos requisitos de frequência, a aprovação exige uma nota final NF ⍰ 5,0.<br>Será aceito para exame apenas quem obtiver: frequência mínima exigida (75%) e nota de aproveitamento A ⍰ 2,5<br><br>PROJETOS EM GRUPO (A)<br><br>Os grupos, de 4 alunos/as, escolherão tema relacionado à disciplina, em acordo com o professor. Os projetos poderão consistir em um experimento acadêmico ou uma aplicação ou uma simulação de um tema sugerido na bibliografia acima ou discutido em classe.<br>O projeto deverá resultar em um relatório de, no máximo, 10 páginas em formato artigo científico, contendo obrigatoriamente uma descrição da participação de cada componente do grupo. Além disso, o projeto será apresentado em seminário com a participação de todos/as os/as participantes do grupo.<br>Tanto as notas de relatórios como as notas de seminários serão atribuídas ao grupo, o qual fará a divisão entre seus/suas participantes, respeitando o critério de contribuição no trabalho. | 1]J. Allison et al., "Computational methods in high energy physics," Comput. Phys. Commun., vol. 45, pp. 1–10 (1987)<br>DOI: 10.1016/0010-4655(87)90080-4<br>[2]C. Rebbi, "A project-oriented course in computational physics: Algorithms, parallel computing, and graphics," Am. J. Phys., vol. 76, pp. 314–325 (2008)<br>DOI: 10.1119/1.2839093<br>[3]R. F. Martin, "Undergraduate Computational Physics Education: Uneven History and Promising Future," Comput. Sci. Eng., vol. 19, pp. 36–46 (2017)<br>DOI: 10.1109/mcse.2017.24<br>[4]N. Chonacky and D. Winch, "Integrating computation into the undergraduate curriculum: A vision and guidelines for future developments," Am. J. Phys., vol. 76, pp. 327–333 (2008)<br>DOI: 10.1119/1.2837811<br>[5]D. Bailey et al., "Putting computation on a par with experiments and theory in the undergraduate physics curriculum," Am. J. Phys., vol. 79, pp. 903–911 (2011)<br>DOI: 10.1119/1.3593296<br>[6]A. Rahmat, "A pedagogical derivation of the matrix element method in particle physics data analysis," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 988, 012003 (2018)<br>DOI: 10.1088/1742-6596/988/1/012003<br>[7]L. Lista, Statistical Methods for Data Analysis in Particle Physics, 2nd ed., Lecture Notes in Physics, vol. 941 (Springer, 2017)<br>DOI: 10.1007/978-3-319-62840-0[8]G. Amadio et al., "Novel functional and distributed approaches to data analysis available in ROOT," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1085, 042008 (2018)<br>DOI: 10.1088/1742-6596/1085/4/042008<br>[9]C. Biscarat et al., "Teaching machine learning with an application in collider particle physics," J. Inst., vol. 15, C09011 (2020)<br>DOI: 10.1088/1748-0221/15/09/c09011<br>[10]P. Arce et al., "Teaching Monte Carlo codes at university: Development of a Geant4 course for students of schools of physics," in Proc. IEEE Int. Conf. Teach. Assess. Learn. Eng. (TALE), pp. W2C-12–W2C-15 (2012)<br>DOI: 10.1109/tale.2012.6360300 | |

| Disciplina | Turma | Horário Proposto | Ementa | Objetivos | Pré-Requisitos | Programa | Critérios de Avaliação | Bibliografia | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F 076 | A | Terça : 14 - 16h00, Quinta : 14 - 16h00 | Princípios da Relatividade. Transformações de Lorentz. Espaço-tempo de Minkowski.<br>Cinemática e dinâmica relativísticas. "Paradoxos" relativísticos. Conservação de energia e<br>momento. Aplicações à eletrodinâmica. Formulação variacional. Noções de geometria do<br>espaço-tempo e introdução à Relatividade Geral. | Introdução à Teoria da Relatividade | F415 ou MS520 | 1. Princípios da Relatividade e transformações de Lorentz<br>2. Espaço-tempo de Minkowski e estrutura causal<br>3. Cinemática relativística: tempo próprio, dilatação e contração<br>4. O paradoxo dos gêmeos e outros paradoxos<br>5. Dinâmica relativística: energia, momento e colisões<br>6. Aplicações à eletrodinâmica<br>7. Formulação variacional da dinâmica de partículas<br>8. Noções básicas de geometria do espaço-tempo<br>9. Princípio da equivalência e introdução à Relatividade Geral | Provas e exame final | 1. Wolfgang Rindler, \textit{Relativity: Special, General, and Cosmological}, 2ª ed., Oxford University Press.<br>2. Edwin F. Taylor e John Archibald Wheeler, \textit{Spacetime Physics}, 1ª ed., W. H. Freeman.<br>3. Bernard Schutz, \textit{A First Course in General Relativity}, 2ª ed., Cambridge University Press. | |
| F 083 | A | Segunda-feira : 16 - 18hs00 | Palestras sobre Engenharia Física e a carreira de engenheiro/a físico/a. Concepção e realização de um projeto em Engenharia Física. | Esta disciplina possui como público-alvo o/as aluno/as que ingressaram no cursão e estão interessado/as pela opção do curso de Engenharia Física. Os objetivos são de demistificar o que é a Engenharia Física, mostrar um panorama de quais são os ramos de atuação dos engenheiro/as físico/as formados pela UNICAMP e ter um contato prático com a elaboração de um projeto de engenharia. | Não há | - Diferença entre ciência e engenharia; Definição da Engenharia Física; Particularidades do curso na UNICAMP<br>- Exemplos de carreiras de engenheiro/as físico/as<br>- Noções de projetos, trabalho em time, comunicação; Concepção de uma solução a um problema dado; Construção da solução proposta | A definir | Não há | Disciplina voltada para o/as aluno/as do cursão (51) Ministrada pelo/as professore/as Fanny Béron, Pierre-Louis de Assis e Francisco Rouxinol |
| F 086 | A | Sexta-feira – 14 às 18h no antigo LH2 (laboratório de hidrogênio) | Problemas selecionados para o BPT a partir da lista do IPT 2027. Os problemas geralmente envolvem tópicos como hidrodinâmica, eletromagnetismo, termodinâmica, mecânica clássica e, mais raramente, mecânica quântica e Física de partículas. | Preparar estudantes para o Brazilian Physicists Tournament (BPT), seletiva nacional do International Physicists Tournament (IPT), através de trabalho experimental, teórico e computacional para a solução dos problemas propostos pelo comitê internacional do IPT. Trata-se de uma competição internacional que envolve equipes de estudantes de graduação e pós-graduação (mestrado incompleto), que competem representando o país da instituição à qual estão vinculados. | Inglês intermediário. A disciplina será oferecida em inglês. | 1) Estruturação de apresentações; 2) Debate científico; 3) Metodologia de revisão bibliográfica; 4) Planejamento de experimentos; 5) Técnicas de aquisição de dados: visão computacional, sensores e microcontroladores; 6) Técnicas de análise de dados: métodos lineares e não-lineares de estimação de parâmetros, métodos não-estimativos; 7) Trabalho nos problemas selecionados para o BPT 2026. | - | Lista de problemas divulgada em https://ipt.science/problems/; Documentação da biblioteca openCV (https://docs.opencv.org/4.12.0/); D. S. Sivia with J. Skilling, Data Analysis, A Bayesian Tutorial (2nd Ed.), Oxford Science Publications (Oxford, 2006). | - |
| F 091 | A | Terça-feira às 16h | Conceitos básicos de aquisição de imagem por RM. Equações de Bloch e mecanismos de contraste. Equações de Bloch na forma matricial e operações de matrizes. Simulações computacionais do sinal de RM. Imperfeições conhecidas na aquisição de imagem e relação sinal-ruído. Sequências de pulso em RM. Mecanismos de contraste avançados. Sequência de pulsos do método Arterial Spin Labeling. Sequência de pulsos para imagens ponderadas em difusão. | • Revisar conceitos básicos da aquisição: equações de Bloch e mecanismos de contraste.<br>• Oferecer uma fundamentação teórica sobre espaço-k e leitura do sinal.<br>• Discutir sobre ferramentas de simulação computacional de sinal: equações de Bloch na forma matricial e operação de matrizes.<br>• Discutir sobre imperfeições conhecidas na aquisição de imagem: efeitos de eddy current, movimento e compensação de movimento e a relação sinal-ruído.<br>• Aplicar os conhecimentos itens anteriores para estudar sequências de pulsos e mecanismos de contraste avançados. | F 751 | Aula 01 – O campo magnético principal e as equações do movimento, pulsos de radiofrequência e o referencial girante.<br>Aula 02 – Pulsos de RF “hard”, frequência de precessão forçada, equações de Bloch, relaxação e o contraste das imagens.<br>Aula 03 – Gradientes de campo e seleção de fatias.<br>Aula 04 – A equação do sinal em RM, o espaço-k e as codificações de fase e frequência (2D)<br>Aula 05 – Operações matriciais para nutação, relaxação e precessão.<br>Aula 06 – Simulações de sequência usando operações matriciais.<br>Aula 07 – Efeitos de não-linearidade dos gradientes.<br>Aula 08 – Efeitos de corrente de deslocamento (eddy currents) e campos de Maxwell.<br>Aula 09 – Artefatos de movimento, compensação e codificação de movimento.<br>Aula 10 – O ruído de um único canal e medidas de relação sinal-ruído.<br>Aula 11 – Fatores e relações que afetam o sinal-ruído e o caso de múltiplos canais.<br>Aula 12 – Sequências: Arterial Spin Labeling.<br>Aula 13 – Sequências: Difusão.<br>Aula 14 - Seminários/apresentações. | A avaliação da disciplina se dará através de atividades computacionais e da apresentação de um seminário pelos alunos. As atividades computacionais consistirão de simulações de sinal em ressonância magnética seguindo as operações que serão apresentadas aos alunos durante as aulas expositivas. No final do semestre, os alunos escolherão uma sequência de pulsos para apresentar um seminário sobre ela e deverá também demonstrar a evolução do sinal ao longo dessa sequência<br>A nota de aproveitamento (NA) na disciplina será calculada a partir da média ponderada de todas as atividades. A média dos seminários apresentados pelos alunos (S) terá um peso de 30 % da nota, enquanto a média das atividades (MP) terá um peso de 70 %:<br>NA = 0,6 MP + 0,4 S. | • Haacke, E. M., Brown, R. W. (2014). Magnetic resonance imaging : physical principles and sequence design / Robert W. Brown, Yu-Chung N. Cheng, E. Mark Haacke, Michael R. Thompson, Ramesh Venkatesan (2nd ed.). Wiley. http://119.110.206.174/ULIB62015/dublin.php?ID=1339912269 4<br>• Nishimura, D. G. (1996). Principles of magnetic resonance imaging.<br>• Handbook of MRI pulse sequences Matt A. Bernstein, Kevin F. King, Xiaohong Joe Zhou (2004). Amsterdam: Academic Press.<br>• Huettel, S.A., Song, A.W. and McCarthy, G. (2014) Functional magnetic resonance imaging. Sunderland, MA, U.S.A.: Sinauer Associates, Inc., Publishers.<br>• Seiberlich, N. et al. (2020) Quantitative magnetic resonance imaging. San Diego: Elsevier Science & Technology.<br>• https://mriquestions.com/index.html | Disciplina oferecida em conjunto com a pós-graduação |

| Disciplina | Turma | Horário Proposto | Ementa | Objetivos | Pré-Requisitos | Programa | Critérios de Avaliação | Bibliografia | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F 092 | A | quintas-feiras, das 14 às 16 h. | Mediante um exame teórico, conceitual e histórico dos fundamentos da mecânica quântica não-relativista (MQ), procura-se indicar como essa teoria contribuiu para a alteração radical das concepções clássicas acerca da realidade física. Identificam-se, inicialmente, os fatores teóricos e experimentais que levaram ao seu estabelecimento, nas três primeira décadas do século XX. Passa-se, depois, à análise das dificuldades que o seu formalismo matemático taz para a implementação, na teoria, do ideal clássico da predizibilidade estrita de todos os valores das quantidades físicas mensuráveis dos objetos quânticos. Mostra-se como essa característica sui generis da teoria levou a importantes divergências entre seus próprios criadores, quanto à capacidade de a MQ oferecer uma representação em princípio "completa" da realidade física. Examinam-se, quanto a isso, os famosos argumentos para a incompletude fornecidos em 1935 por Einstein, Podolsky e Rosen (EPR) e por Schrödinger ("gato de Schrödinger). Por fim, apresentam-se os principais resultados teóricos e experimentais que, a partir de meados do século XX, exibiram restrições supreendentemente gerais para a reimplantação, na microfísica, de teorias que se proponham a superar a aparente incompletude da MQ, restabelecendo-se assim uma visão clássica da realidade. Nesta útima etapa da disciplina especial atenção será dada à desigualdade de Bell e algumas de suas consequências, centradas nas noções de não-localidade e emaranhamento quânticos, bem como suas mais recentes aplicações, como a criptografia e a computação quânticas. | Mediante um exame teórico, conceitual e histórico dos fundamentos da mecânica quântica não-relativista (MQ), procura-se indicar como essa teoria contribuiu para a alteração radical das concepções clássicas acerca da realidade física. | AA 200 | Ver página da disciplina no site do professor: www.unicamp.br/~chibeni | Duas provas realizadas em sala de aula, em meados e no final do semestre letivo | Ver página da disciplina no site do professor: www.unicamp.br/~chibeni | Disciplina a ser ministrada de forma conjugada a HG 031 - Epistemologia da Física. Local: Sala 208 do Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência. |