

**ANEXO À RESOLUÇÃO Nº 11/2006 DA CÂMARA SUPERIOR DE PÓS-GRADUAÇÃO DO  
CONSELHO UNIVERSITÁRIO DA UFCG**

**Regulamento e Estrutura Curricular do Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Física,  
no nível de MESTRADO, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de  
Campina Grande.**

**CAPÍTULO I**

**DA NATUREZA E OBJETIVOS**

**Art. 1º** – O Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) manterá um curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Física no nível de Mestrado, tendo como base principal, a infra-estrutura física e de recursos humanos da Unidade Acadêmica de Física (UAF) do referido Centro.

**Parágrafo Único** - O Curso de Pós-Graduação em Física, no nível de Mestrado, terá como área de concentração: Física. As principais linhas de pesquisas serão:

- Física de Partículas, Cosmologia e Gravitação;
- Física da Matéria Condensada;
- Física da Alta Atmosfera;

**Art. 2º** - O Curso de Mestrado integra pesquisa e ensino e visa preparar o aluno para dominar e aprofundar seus conhecimentos, bem como estimulá-lo a produzir conhecimento em Física, cuja demonstração se dará através do rigor metodológico na elaboração e apresentação de uma dissertação.

**CAPÍTULO II**

**DA ADMINISTRAÇÃO**

**Art. 3º** - A Administração do Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado a que se refere este Regulamento far-se-á através de um Colegiado, como órgão deliberativo, de uma Coordenação, como seu órgão executivo e de uma secretaria, como órgão de apoio administrativo, sendo os dois primeiros denominados, respectivamente, Colegiado de Pós-Graduação em Física e Coordenação de Pós-Graduação em Física (CPGF).

**§ 1º** - Além dos órgãos mencionados, será constituído um colegiado pleno DE caráter, subordinado ao Colegiado do Curso, que será formado pelo corpo docente da Pós-Graduação e pelo representante estudantil.

**§ 2º** - A designação do Coordenador e Vice-Coordenador, a composição do Colegiado, bem como a competência e atribuições desses órgãos obedecerão ao que dispõem o Estatuto, o Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* e o Regimento Geral da UFCG para as Coordenações e Colegiados dos Cursos em geral.

### **CAPÍTULO III**

#### **DO CORPO DOCENTE**

**Art. 4º** - O corpo docente do curso de Pós-Graduação em Física será constituído por professores pesquisadores, portadores de título de Doutor ou Livre Docente, de acordo com as categorias estabelecidas no Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFCG.

**Art. 5º** - Os membros do corpo docente do Curso serão credenciados pelo Colegiado de Pós-Graduação em Física.

**§ 1º** - A publicação, nos últimos três anos, de uma média de um trabalho por ano em revistas de preferência *Qualis A*, na área de Física, é condição necessária para o credenciamento dos professores para atuarem na Pós-Graduação.

**§ 2º** - O credenciamento de que trata o caput deste artigo é válido por um período máximo de dois anos.

**§ 3º** - A critério do colegiado, poderá haver descredenciamento do docente, antes de se completar o prazo máximo mencionado no parágrafo anterior.

**§ 4º** - O docente não-pertencente ao quadro permanente da Unidade Acadêmica de Física da UFCG, campus I, deve apresentar um projeto de pesquisa e uma defesa de memorial a ser apreciado e aprovado com nota superior a 7 (sete) por uma banca examinadora, para o seu credenciamento no programa da Pós-Graduação.

**§ 5º** - A banca examinadora de que trata o parágrafo anterior é escolhida pelo Colegiado da Pós-Graduação. Esta deve ser obrigatoriamente formada por 3 (três) docentes permanentes da Unidade Acadêmica de Física da UFCG, campus I, e credenciados no programa da Pós-Graduação em Física da mesma unidade.

**§ 6º** - O número de docentes credenciados, não-pertencentes ao quadro permanente da Unidade Acadêmica de Física da UFCG, campus I, deve ser inferior ao número de docentes credenciados do quadro permanente da mesma unidade.

### **CAPÍTULO IV**

#### **DA INSCRIÇÃO**

**Art. 6º** - Para a inscrição dos candidatos à seleção do Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado, exigir-se-ão os seguintes documentos:

I - Cópia autenticada do Diploma de Graduação em Física, ou área afim, previamente definida pelo Colegiado de Pós-Graduação em Física ou documentos equivalentes;

II - Histórico escolar do Curso de Graduação ou documento equivalente;

III - "Curriculum Vitae";

IV - Declaração da IES de origem, atestando a inclusão do candidato no Programa Institucional de Capacitação de Docente e Técnico (PICDT), se for o caso;

V - Declaração da empresa ou órgão público conveniente com a Universidade indicando o candidato, se for o caso;

VI - Formulário de inscrição devidamente preenchido, acompanhado de 2 (duas) fotografias 3x4 recentes;

VII - Cópia autenticada da carteira de identidade ou do registro geral para brasileiros e estrangeiros, respectivamente;

VIII - Prova de estar em dia com as suas obrigações militares e eleitorais, no caso de o candidato ser brasileiro;

IX - Recibo de pagamento da taxa de inscrição.

X - Duas cartas de recomendação.

§ 1º - Se na época de inscrição, o candidato ainda não houver concluído o curso de graduação, deverá apresentar documento comprovando condições de concluí-lo antes do início do Curso de Pós-Graduação.

§ 2º - O Coordenador do Curso deferirá o pedido de inscrição a vista da regularidade da documentação apresentada pelo candidato.

**Art. 7º** - Ao Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado poderão se inscrever os graduados em Física ou em áreas afins, ouvido o Colegiado da Pós-Graduação.

**Art. 8º** - O período de inscrição será determinado pelo Colegiado da Pós-Graduação.

**Art. 9º** - Os números mínimo e máximo de vagas para o Curso de Pós-Graduação em Física, no nível de Mestrado, serão fixados anualmente pelo Colegiado da Pós-Graduação, consideradas as disponibilidades do pessoal docente com o referido curso.

## **CAPÍTULO V**

### **DA SELEÇÃO E MATRÍCULA**

**Art. 10** - A seleção estará a cargo de uma Comissão de Seleção designada pelo Colegiado da Pós-Graduação composta, no mínimo, de 03 (três) docentes portadores do título de Doutor em Física ou equivalente.

**Art. 11** - A seleção dos candidatos ao mestrado será feita com base nos currículos, históricos escolares e, a critério da Comissão, em exame escrito.

**Parágrafo Único** - Os exames escritos envolverão, basicamente, conhecimentos de Mecânica Clássica, Eletromagnetismo, Termodinâmica, Mecânica Quântica e Física Matemática, sem

prejuízo da inclusão de outros conhecimentos básicos em Física, a critério da Comissão de Seleção.

**Art. 12** - A Coordenação, ouvida a Comissão de Seleção, poderá exigir do candidato selecionado para o Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado, o cumprimento de Cursos de Nivelamento em prazo que lhe for fixado.

§ 1º - Os Cursos de Nivelamento constituirão pré-requisitos para as disciplinas curriculares e serão avaliados mediante os mesmos conceitos referidos no Art. 33 do Regulamento Geral dos Cursos de Pós-Graduação da UFCG ou Art. 23 deste Regulamento.

§ 2º - O prazo mencionado do *caput* deste artigo não será computado no cálculo dos tempos máximos e mínimos estabelecidos no Regulamento deste curso em seu Art. 24 e no Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFCG.

**Art. 13** - Os candidatos classificados na seleção deverão efetuar sua matrícula prévia junto à Secretaria Geral de Pós-Graduação, dentro dos prazos fixados no calendário escolar, recebendo um número de inscrição que o identificará como aluno regular da Universidade Federal de Campina Grande.

**Parágrafo Único** - A não efetivação da matrícula prévia no prazo fixado implica desistência do candidato em matricular-se no curso, perdendo todos os direitos adquiridos pela classificação no processo de seleção.

**Art. 14** - Na época fixada no calendário escolar, antes do início de cada período letivo, o aluno fará sua matrícula em disciplinas, junto à Coordenação do Curso.

§ 1º - Para a matrícula de que trata o *caput* deste artigo, os alunos deverão comprovar o pagamento da taxa de matrícula ou sua isenção.

§ 2º - Não será permitida, no período de integralização do curso, a matrícula em disciplina em que o aluno já tenha sido aprovado.

§ 3º - Os critérios da isenção de que trata o § 1º deste artigo serão fixados pela legislação vigente.

§ 4º - A isenção da taxa de matrícula será comprovada mediante certificado concedido pela Coordenação Geral de Pós-Graduação.

§ 5º - Os candidatos inscritos na seleção, na forma do disposto no § 1º do Art. 6º deste Regulamento deverão, no ato da primeira matrícula em disciplina, satisfazer a exigência do inciso I do mesmo artigo e o não cumprimento desta condição implica na perda do direito adquirido no processo de seleção.

§ 6º - Para efeito do disposto no *caput* deste artigo, o trabalho final será considerado como disciplina, sem direito a crédito.

**Art. 15** - Cada aluno terá um orientador acadêmico, designado entre os membros do pessoal docente, que o assistirá no ato da matrícula em disciplinas, na organização do programa de estudos e acompanhará seu desempenho escolar.

§ 1º - A designação do orientador acadêmico far-se-á antes da matrícula do primeiro período letivo do aluno.

§ 2º - Em qualquer época, o aluno poderá solicitar a mudança de orientador.

**Art. 16** - Será permitido o trancamento de matrícula em uma ou mais disciplinas, desde que ainda não tenha sido integralizado 30% (trinta por cento) do conteúdo programático previsto para a disciplina.

§ 1º - O pedido de trancamento de matrícula em uma ou mais disciplinas constará de requerimento feito pelo aluno e dirigido ao Coordenador do Curso, instruído com as justificativas e aquiescência do orientador (acadêmico ou de trabalho final).

§ 2º - Não constará do histórico escolar do aluno, referência a trancamento de matrícula em qualquer disciplina.

§ 3º - É vedado o trancamento da mesma disciplina mais de 01 (uma) vez, salvo casos excepcionais, a critério do Colegiado da Pós-Graduação em Física.

§ 4º - Não será permitido o trancamento de matrícula prévia, salvo nos casos previstos em legislação específica.

**Art. 17** - O trancamento de matrícula em todo o conjunto de disciplinas corresponderá à interrupção de estudos, e só poderá ser concedida em caráter excepcional e apenas uma única vez, por solicitação do aluno e mediante justificativa, a critério do Colegiado da Pós-Graduação em Física, ouvido o orientador acadêmico.

§ 1º - O prazo máximo de interrupção de estudos é de 01 (um) período letivo para o Mestrado, não se computando no tempo de integralização do Curso.

§ 2º - O aluno com matrícula trancada está impedido de participar de qualquer atividade do Curso.

**Art. 18** - Admitir-se-á cancelamento de matrícula em qualquer tempo, por solicitação do aluno, correspondente à sua desvinculação no curso.

**Art. 19** - A critério do Colegiado da Pós-Graduação em Física poderá matricular-se, como aluno especial, em disciplinas avulsas, aluno do Bacharelado em Física que tenha cumprido pelo menos 80% (oitenta por cento) dos créditos exigidos para a integralização curricular e graduados em Física, ou em áreas correlatas.

**Parágrafo Único** - A matrícula de que trata este artigo não vincula o aluno ao curso de Pós-Graduação da Universidade.

## **CAPÍTULO VI**

### **DA ESTRUTURA CURRICULAR**

**Art. 20** - As disciplinas de Pós-Graduação deverão obedecer as seguintes características:

a) cada disciplina será ministrada na forma de aulas teóricas e/ou seminários, que poderão vir acompanhadas de aulas de laboratórios e de outros trabalhos didáticos;

b) a cada disciplina será atribuído um número de unidade de créditos, sendo que a unidade de crédito corresponde a 15 (quinze) horas-aula teóricas ou 30 (trinta) horas de aula prática.

**Art. 21** - O número de créditos para integralização do Curso de Pós-Graduação em Física é de:

I - 24 (vinte e quatro) para o nível de Mestrado assim distribuídos:

a) Disciplinas obrigatórias.....12 créditos

b) Disciplinas optativas.....12 créditos

**Parágrafo Único** - Não será atribuído crédito à dissertação.

**Art. 22** - As disciplinas integrantes dos currículos do Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado em Física, com suas caracterizações, respectivos códigos e créditos, bem como os departamentos responsáveis, constam do presente Regulamento.

**Parágrafo Único** - As disciplinas ofertadas anteriormente pelo Mestrado para os alunos anteriores a este Regimento serão consideradas eletivas desde que não encontrem correspondência na Estrutura Curricular aqui especificada.

**Art. 23** - A juízo do Colegiado de Pós-Graduação, outras disciplinas poderão ser propostas e acrescentadas à Estrutura Curricular, ouvidos os departamentos interessados no que diz respeito às ementas dessas disciplinas para posterior aprovação pelo CEPE.

**Art. 24** - O tempo mínimo e máximo de permanência do estudante no curso são de 1(um) a 4 (quatro) anos para o nível de Mestrado.

**Art. 25** - O Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado:

I - Disciplinas Obrigatórias ..... 12 créditos

CÓDIGOS	DISCIPLINAS	UA-RESP.	C.H.	CRÉDITOS
FIS-001	Eletromagnetismo III	UAF	60	04
FIS-002	Mecânica Quântica III	UAF	60	04
FIS-003	Mecânica Estatística III	UAF	60	04

II - Disciplinas Optativas.....12 créditos

CÓDIGOS	DISCIPLINAS	U.A.-RESP.	C.H.	CRÉDITOS
FIS-004	Mecânica Quântica IV	UAF	60	04
FIS-005	Ótica Quântica	UAF	60	04
FIS-006	Métodos Numéricos	UAF	60	04

FIS-007	Estado Sólido III	UAF	60	04
FIS-008	Tópicos Especiais	UAF	60	04
FIS-009	Teoria Quântica de Campos	UAF	60	04
FIS-010	Lab. de Sens. e Instrumentação	UAF	60	04
FIS-011	Int. à Computação e Inf. Quântica	UAF	60	04
FIS-012	Relatividade Geral	UAF	60	04
FIS-013	Cromod. Quântica Perturbativa	UAF	60	04
FIS-014	Matéria Condensada Mole	UAF	60	04
FIS-015	Fenômenos de Transporte	UAF	60	04
FIS-016	Seminários em Tópicos Avançados: Geofísica Espacial	UAF	60	04
FIS-017	Luminescência e Espectroscopia Atmosférica	UAF	60	04
FIS-018	Dinâmica da Alta Atmosfera	UAF	60	04
FIS-019	Física Atômica e Molecular	UAF	60	04
EDU-001	Metodologia do Ens. Superior	UAEd *	60	04

\* Unidade Acadêmica de Educação

**§ 1º** - A ementa e bibliografia da disciplina Tópicos Especiais deverão ser definidas conforme interesse dos alunos e disponibilidade de professores; e aprovadas pelo Colegiado do Curso a cada semestre.

**§ 2º** - A critério do Colegiado do Curso e consultado o orientador, o aluno poderá cursar a disciplina Tópicos Especiais mais de uma vez, desde que aborde conteúdos diferentes.

**Art. 26** - Créditos obtidos em outras instituições de ensino superior poderão ser aproveitados na forma estabelecida pelo Regulamento Geral de Pós-Graduação da UFCG.

**§ 1º** - Quando houver necessidade de adaptação curricular, o Colegiado decidirá caso a caso.

**§ 2º** - A equivalência entre disciplinas e a aceitação de créditos serão decididas pelo Colegiado de Curso.

**§ 3º** - Não serão aproveitados créditos obtidos em programas dos quais o candidato tenha sido excluído.

**Art. 27** - O ano escolar constará de dois períodos letivos cujo início e fim serão determinados na programação acadêmica de cada um deles.

**Parágrafo Único** - Em caráter excepcional e a critério do Colegiado da Pós-Graduação, ouvidos os departamentos interessados, poderá ser oferecido um período complementar.

## EMENTÁRIO DAS DISCIPLINAS

### 1) ELETROMAGNETISMO III

Equações de Maxwell; Eletrostática e Magnetostática; Problemas de Condições de Contorno; Dielétricos; Ondas Eletromagnéticas Planas; Guias de Onda; Cavidades Ressonantes; Radiação e Antenas.

Bibliografia:

J.D. Jackson, "Classical Electrodynamics". John Wiley & Sons, Inc., New York, 1998

### 2) MECÂNICA QUÂNTICA III

Princípios da Mecânica Quântica e sua Formulação Matemática; Simetrias e Representações; Momento Angular e Spin; Métodos Aproximativos para Estados Estacionários e Dependentes do Tempo; Teoria da Radiação e Transições Quânticas; Teoria de Espalhamento.

Bibliografia:

J.J. Sakurai "Modern Quantum Mechanics" , Addison Wesley Reading, Mass., 1994

### 3) MECÂNICA ESTATÍSTICA III

Conceitos Básicos de Termodinâmica e Mecânica Estatística; Aplicações da Distribuição Canônica; Termodinâmica Estatística de Gases; Aplicações das Estatísticas de Fermi e de Bose; Sistemas com Interações; Flutuações e Teoria Cinética.

Bibliografia:

K.Huang, "Statistical Mechanics", John Wiley & Sons, 1987

S. Salinas, "Introdução à Física Estatística", EDUSP, Segunda Edição, 2005.

### 4) RELATIVIDADE GERAL

Transformação Geral de Coordenadas, Invariância Local de Lorentz, métrica, tetradas, tensor de Riemman e de Ricci, escalar de Ricci, equação de Einstein, símbolos de Christoffel, soluções de buracos negros, geometria de Friedmann-Robertson-Walker, formas e conexões.

Bibliografia:

R.M. Wald, "General Relativity", The University of Chicago Press., 1984.

S. Weinberg, "Gravitation and Cosmology", John Wiley & Sons, 1972.



## 5) FÍSICA ATÔMICA E MOLECULAR

Fundamentos da teoria quântica; A Equação de Schrodinger e aplicações preliminares; Teoria do orbital molecular; Movimento dos núcleos: espectros rotacionais, vibracionais e rovibracionais; O método de interação de configurações e aproximações perturbativas; Teoria do funcional da densidade; Sistemas periódicos; Dinâmica molecular quântica; O Método Monte Carlo; Unidades atômicas, constantes física e fatores de conversão; Noções básicas de cálculo das variações; Formulações da Mecânica Clássica; Princípio da Ação de Schwinger; Descrição de Heisenberg e transformações unitárias; Adição de Momento angular; Mudança de básica atômica; Método do elemento finito; “Exchange” para um gás de elétrons livres.

Bibliografia:

Vianna, J.D.M., Canuto S., Fazzio A., "Teoria Quântica de Moléculas e Sólidos", Editora Livraria da Física, 2004.

Atkins, P.W. and Friedman, R.S., "Molecular Quantum Mechanics", Oxford, 3rd Edition, 1997.

## 6) MÉTODOS NÚMERICOS

Natureza e objetivos de métodos numéricos;

Por que estudar métodos numéricos;

Como estudar métodos numéricos; Princípios usados em métodos numéricos; Erros em computação; Introdução a Sistema de Equações Algébricas; Sistema de Equações Algébricas Lineares; Solução iterativa de equações algébricas não-lineares - Métodos de ponto-fixo, Métodos de múltiplos passos, Método da deflação

Aceleração de Aitken, Solução iterativa de sistema de equações algébricas não-lineares; Interpolação e Extrapolação - Interpolação polinomial, Interpolação trigonométrica, Interpolação por intervalos, Interpolação linear repetida, Comparação da interpolação Lagrangeana e a interpolação linear repetida,

Interpolação bidimensional, Extrapolação; Integração Numérica - Fórmulas newtonianas, Fórmulas Gaussianas; Solução de Equações Diferenciais Ordinárias - Métodos baseados na série de Taylor,

Métodos de Range-Kutta (primeira a quarta ordem), Métodos de múltiplos passos.

Bibliografia:

RUGGIERO, M. A. G. & LOPES, V. L. R. Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais. 2.ed. São Paulo, Makron, 1997.

HATTORI, M. T. H. & QUEIROZ, B. C. N. Métodos e Software Numéricos. Departamento de Sistemas e Computação, Universidade Federal de campina Grande, Campina Grande, 1995.

BARROSO, L. C., BARROSO, M. A., CAMPOS, F. F., CARVALHO, M. L. B. & MAIA, M. L. Cálculo Numérico (Com Aplicações), 2.ed. São Paulo, Editora Arbra, 1987.

Gerald Recktenwald, Numerical Methods with MATLAB: Implementations and Applications, Prentice-Hall, 2001.

## 7) TEORIA QUÂNTICA DE CAMPOS

Descrição Clássica de Campos: Transformações, Simetrias e Leis de Conservação; Formalismo Lagrangeano e Hamiltoniano; Quantização Canônica dos Campos, Quantização Via Integrais de Trajetória; Campo Escalar; Funcional Gerador: (Função de Partição), Função de Green (Função de Correlação), Propagadores, Teoria de Perturbação, Diagramas e Regras de Feynman; Campo de Klein-Gordon; Campo de Dirac: Variáveis de Grassmann; Campos de Gauge; Método de Faddeev-Popov de Fixação do Gauge; Eletrodinâmica Quântica (QED) em um Loop; Teorias Não-Abelianas (Teoria de Yang-Mills); Cromodinâmica Quântica (QCD); Modelo Padrão; Espectro Não-Perturbativo: Sólitons e Instantons; Fenômenos Críticos, Loops de Wilson; Renormalização; QCD na rede.

Bibliografia:

M.O.C. Gomes, "Teoria Quântica dos Campos", Edusp, 2002  
C.Itzykson e J.B.Zuber, "Quantum Field Theory", McGraw-Hill, 1985  
R. Rajaramam, "Soliton and Instantons", North-Holland, 1982

## 8) TÓPICOS ESPECIAIS

A ementa varia de acordo com interesse dos professores e estudantes, a cada semestre.

Bibliografia:

Deve ser definida pelo professor do curso.

## 9) LABORATÓRIO DE SENSORES E INSTRUMENTAÇÃO

Física de medição de temperatura; Termometria de radiação;  
Medição de umidade; Condução térmica; Termometria de resistência; padrão de platina;  
Termômetros de expansão de líquidos;  
Escala internacional de temperatura;  
Materiais para termopares e suas propriedades;  
A incerteza na medição de temperatura;  
A termodinâmica de termo-eletricidade.

Bibliografia:

Robin E. Bentley (Editor): Handbook of temperature measurement.

Springer Verlag (1998)  
ISBN 981-4021-12-1

Vol. 1: Temperature and humidity measurement.  
Vol. 2: Liquid-in-glass thermometry.  
Vol. 3: Theory and praxis of thermoelectric thermometry

## 10) INTRODUÇÃO À COMPUTAÇÃO E INFORMAÇÃO QUÂNTICA

FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DA MECÂNICA QUÂNTICA,  
POSTULADOS DA MECÂNICA QUÂNTICA, APLICAÇÕES: CÓDIGO DENSO,  
TELETRANSPORTE, MECÂNICA QUÂNTICA DE SISTEMAS ABERTOS,  
DESIGUALDADE DE BELL.

Conteúdo Programático:

1. Fundamentos Matemáticos da Mecânica Quântica.  
- Álgebra Linear: Bases e independência linear, operadores lineares e matrizes, Operadores Adjuntos e Hermitianos, Produtos Tensoriais, Decomposição Polar e Singular
2. Postulados da Mecânica Quântica.  
- Estados, Evolução, Medição Quântica, Medidas Projetivas, Operadores Positivos de medição, Fase, Sistemas Compostos.
3. Aplicações : Código Super-Denso, Teletransporte Quântico.
4. Mecânica Quântica de Sistemas Abertos:  
- Matriz Densidade, Ensembles de Estados Quânticos, Propriedade Gerais do Operador Matriz Densidade
5. Decomposição de Schmidt e purificações.
6. Desigualdades de Bell.

Bibliografia:

1. M.A. NIELSEN, QUANTUM COMPUTATION AND QUANTUM INFORMATION, CAMBRIDGE
2. A. PERES, CONCEPTS AND METHODS, ED. KLUWER ACADEMIC PRESS.
3. J. PRESKILL, PHYSICS 229, LECTURES NOTES,  
<http://www.theory.caltech.edu/people/peskill/ph229/>

## 11) CROMODINÂMICA QUÂNTICA (QCD) PERTURBATIVA

1. Construção da lagrangiana invariante de gauge.
2. Quantização e problemas.
3. Formalismo funcional.
4. Regras de Feynman.
5. Regularização.
6. Renormalização.
7. Grupo de renormalização.

8. Expansão do produto de operadores.
9. Aplicações.

Bibliografia:

- T.Muta, "Foundations of Quantum Chromodynamics",  
World Scientific, 1987  
T.P. Cheng e L.F. Li, "Gauge Theory of Elementary Particles Physics", Clarendon Press,  
1984  
R.D. Field, "Applications of Perturbative QCD", Addison Wesley, 1989

## 12) MATÉRIA CONDENSADA MOLE

Forças, energias, transições de fase, dispersão coloidal, polímeros, gel, cristais líquidos, super moléculas, proteínas, polissacarídeos, membranas.

Bibliografia:

- R.A.L. Jones, "Soft Condensed Matter", Oxford University Press, 2002.  
P.M. Chaikin and T. C. Lubensky, "Principles of Condensed Matter Physics",  
Cambridge, 1995.

## 13) ESTADO SÓLIDO III

A teoria de Drude para os metais; a teoria de Sommerfeld para os metais; falhas do modelo do elétron livre; redes de cristais; a rede recíproca; determinação de estruturas de cristais por difração de raios X; classificação de redes bravais e estrutura de cristais; níveis de elétrons em um potencial periódico: propriedades gerais; elétrons em potencial periódico fraco; o método do "Tight-Binding"; outros métodos para calcular estrutura de bandas; o modelo semi-clássico de dinâmica eletrônica; a teoria semi-clássica da condução em metais; medição da superfície de Fermi; estrutura de bandas de metais selecionados; além da relaxação; aproximação temporal; além da aproximação de elétrons independentes; efeitos de superfície; classificação de sólidos; energia coesiva; falhas do modelo de redes estáticas; teoria clássica do cristal harmônico; teoria quântica do cristal harmônico; medição da relação de dispersão para fônons; efeitos anarmônicos em cristais; fônons em metais; propriedades dielétricas dos isolantes; semicondutores homogêneos; semicondutores não-homogêneos; defeitos em cristais; diamagnetismo and paramagnetismo; interações eletrônicas e estruturas magnéticas; ordenamento magnético; supercondutividade.

Bibliografia:

- Ashcroft, N.W., Mermin, D.N., "Solid State Physics", Harcourt College Publishers, 1976

## 14) FENÔMENOS DE TRANSPORTE

Revisão dos conceitos fundamentais de fenômenos de transporte. Balanços integrais e macroscópicos de massa; quantidade de movimento e energia; Equações diferenciais para fluxo de fluidos; escoamento de fluxos incompressíveis; análise dimensional aplicada à mecânica dos fluidos; condução do calor em sólidos, transferência de calor e massa em regime laminar; difusão de massa em misturas multicomponentes; transferências simultâneas de quantidade de movimento, calor e massa.

#### Bibliografia:

BENNET, C.O. & MYERS, J.E. "Fenômenos de transporte: quantidade de movimento, calor e massa" MacGraw-Hill do Brasil, 1978.

BIRD, R.B.; STEWART, W.E. & LIGHTFOOT, E.D. "Transport phenomena", John Wiley & Sons, 1980.

INCROPERA, P.F. & WITT, D.P. "Fundamentos de transferência de calor e massa", Guanabara Koogan, 1992.

WELTY, J.R.; WICKS, C.E. ; WILSON, R. E. "Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer", John Wiley & Sons, 1976.

### 15) SEMINÁRIOS EM TÓPICOS AVANÇADOS: GEOFÍSICA ESPACIAL

Atmosfera neutra: composição, estrutura, densidade, turbulência, efeitos da força gravitacional, geopotencial, velocidade de escape, ventos, ondas de gravidade, marés. espectro solar, luminescência atmosférica, aurora, fotoquímica temperatura efetiva, efeito "greenhouse", transferência radiativa de energia, meteoros. Dipolo magnético. Coordenadas magnéticas. Geomagnetismo. Ionosfera: formação, estrutura, medidas de parâmetros, camada de Chapman, condutividade, corrente, teoria do dínamo, difusão de plasma, morfologia, ionosfera superior.

#### Bibliografia:

- Kirchhoff, V.W.J.H.; "Introdução à geofísica espacial", Edusp, 1991.

- Hargreaves, J.; "The upper atmosphere and Solar Terrestrial Relations", Van Nostrand, 1979.

- Rees, M. H.; "Physics and chemistry of the upper atmosphere", Cambridge University Press, 1989.

- Artigos científicos sobre aeroluminescência atmosférica.

### 16) LUMINESCÊNCIA E ESPECTROSCOPIA ATMOSFÉRICA

Conceitos básicos sobre o fenômeno de luminescência atmosférica;  
Sua história e primeiras observações; As emissões atmosféricas em geral;  
Os mecanismos de excitação e perda de energia nos processos fotoquímicos envolvidos na luminescência; Variações noturnas e sazonais; Variações espaciais e as propagações de ondas de gravidade; Temperaturas e ventos calculados pelos espectros da luminescência; Instrumentação: fotômetros, espectrômetros, imageadores; Introdução aos espectros das emissões atmosféricas na alta atmosfera; átomos e moléculas de oxigênio, sódio e hidroxila;  
Estudo de espectroscopia molecular: oscilador harmônico, oscilador não-harmônico, rotor rígido, rotor não-rígido, rotor vibrante, modelo de pião simétrico, distribuição térmica nos estados quânticos, estados eletrônicos e as transições eletrônicas;  
O espectro de OH, o espectro de O<sub>2</sub>, e as temperaturas rotacionais;  
Tópicos atuais.

#### Bibliografia:

- CHAMBERLAIN, J.W.; "Physics of the Aurora and Airglow", Academic, 1961.
- McCORMAC, B.M.; "Aurora and Airglow", Reinhold, 1967.
- REES, M.H.; "Physics and chemistry of the upper atmosphere", Cambridge University Press, 1989.
- BARROW, G.; "Introduction to Molecular Spectroscopy", McGraw Hill, 1962.
- HERZBERG, G.; "Atomic Spectra and Atomic Structure", Dover, 1944.
- HERZBERG, G.; "Spectra of Diatomic Molecules", Van Nostrand, 1950.

### 17) DINÂMICA DA ALTA ATMOSFERA

1.Introdução: Revisão de mecânica dos fluidos; Equações fundamentais; Aproximações básicas; Equilíbrio hidrostático; Freqüência de Brunt-Vaisälä; 2.Ondas de gravidade acústicas; Ondas de gravidade acústicas em atmosferas isotérmicas; Desenvolvimentos recentes; Observações; 3.Marés Atmosféricas; Teoria clássica; Desenvolvimentos recentes; Observações; 4.Eletrodinâmica da alta atmosfera; Movimento de partículas carregadas; Interação com o vento neutro; Cisalhamento de ventos; 5.O Dínamo Atmosférico; Componentes da variação Sq; Teoria do dínamo atmosférico; Observações.

#### Bibliografia:

- "Dynamics of the upper atmosphere", Susumo Kato, D. Reidel Publishing Company, 1980.
- "Aeronomy of the middle atmosphere", Brasseur and Solomon, D. Reidel Publishing Company, 1984.

- "Middle atmosphere dynamics", Andrews, Holton and Leovy, Academic Press, 1987.
- "Waves in the atmosphere", Grossard and Hooke, Elsevier scientific publishing, 1975.
- "Structure and dynamics of the upper atmosphere", R. Lindzen, Ed. Verniani,
- "Atmospheric tides", Chapman and Lindzen, 1970.
- "Atmospheric waves", Tom Beer, Adam Hilger, 1975.
- "Dynamics in atmospheric physics", Richard Lindzen, Cambridge University Press, 1990.
- "The upper atmosphere and Lower thermosphere: a review of experiment and theory", Ed. Johnson and Killeen, American Geophysical Union, 1995.

#### 18) MECÂNICA QUÂNTICA IV

Partículas Idênticas e Segunda Quantização na Mecânica Quântica Não-Relativista; O Estado Fundamental a  $T=0$  K (Teorema de Gell-Mann e Low); Funções de Green; Teorema de Wick; Equação de Dyson e Teoria Perturbativa Diagramática; Métodos Não Perturbativos; Resposta Linear e Excitações Coletivas; Sistemas de Bósons e Férmions ( $T=0$  K). Parte B: Mecânica Quântica Relativista; Equações de Klein-Gordon e Dirac; Correções Relativistas para o Movimento do Elétron na Presença de um Campo Eletromagnético.

Bibliografia:

J.D. Bjorken, and S.D. Drell, "Relativistic Quantum Mechanics", New York, McGraw-Hill, 1964.

A.L.Fetter, and J.D. Waleska, "Quantum Theory of Many-Particles Systems", Mc Graw Hill, 1971.

J.J. Sakurai, "Advanced Quantum Mechanics", Addison Wesley, 1967

#### 19) ÓTICA QUÂNTICA

Quantização do Campo de Radiação: Modos de Uma Cavidade; Alguns Estados Puros da Luz: de Número, Coerente, Comprimido, etc. e suas Propriedades; Estados Mistos; Interação do Campo Quantizado com Átomos: Aproximação Dipolar; Emissão e Absorção; Modelo de Jaynes-Cummings; Átomo Vestido; O Campo Fonte; Equação de Bloch; Estatística Quântica: Grau de Coerência; Experiência de Young; Experiência e Antibunching; Contagem e Fótons, Detecção Homodínea, Heterodínea; Interferômetro de Michelson; Teoria Quântica de Amortecimento: Método com Operador Densidade; Método de Langevin Átomos como Reservatórios; Quase-Probabilidades: Função P de Glauber-Sudarshan; Função de Wigner; Função Q; Função P-Positiva; Quase-Probabilidade para Ordem-S; Flutuações Quânticas e Processos Estocásticos; Geração e Amplificação de Luz: Lasers; Micromaser; Osciladores e Amplificadores Paramétricos; Ressonância Fluorescente; Super-radiância - Modelo de Dicke.

**Bibliografia:**

L. Mandel and E. Wolf, "Optical Coherences and Quantum Optics", Cambridge Univ. Press, 1995.

**20) ESTÁGIO À DOCÊNCIA**

O ESTÁGIO À DOCÊNCIA é definido pelo Parágrafo Único do Artigo 43 do Regulamento Geral dos Programas de Pós-Graduação, Stricto Sensu da UFCG.

**21) METODOLOGIA DO ENSINO SUPERIOR**

História e desenvolvimento; educação, cultura e sociedade; conhecimento escolar, currículo e processo didático.

**Bibliografia:**

- MACHADO, Antônio Berto. Utensílios. In: "Arqueografia da docência univesitária", Porto Alegre, UFRGS/PPGEDU, 1999  
(Tese, Doutorado em Educação)

- LARROSA, Jorge. Experiência e paixão. In: "Linguagem e educação depois de babel", Belo Horizonte, Autêntica, 2004

- SANTOS, Gislene Aparecida dos. Ética, formação e cidadania: A educação e as nossas ilusões. In: "(Org.) Universidade, formação e cidadania", São Paulo, Cortez, 2001

- SILVA, Tomaz Tadeu da. Currículo e Cultura com prática de significação. Seminário Internacional: Identidade social e a construção do conhecimento, 6, Porto Alegre, 1997 (vídeo)

- VEIGA-NETO, Alfredo. A didática e as experiências de sala de aula: Uma visão pós-estruturalista. In: "Educação e realidade", Porto Alegre, UFRGS/FACED, 1996.



## CAPÍTULO VII

### DA VERIFICAÇÃO DO RENDIMENTO ACADÊMICO

**Art. 28** - Em cada disciplina, o rendimento escolar será avaliado por meio de provas, seminários e trabalhos escolares em geral, sendo o grau final expresso por meio de conceitos, de acordo com a seguinte tabela:

CONCEITO	SIGNIFICADO
<b>A</b>	- Excelente, com direito a credito;
<b>B</b>	- Bom, com direito a credito;
<b>C</b>	- Regular, com direito a credito;
<b>D</b>	- Reprovado, sem direito a credito;

§ 1º - Para efeito de registro acadêmico, adotar-se-á a seguinte equivalência em notas:

**A** = 9,0 a 10,0

**B** = 7,0 a 8,9

**C** = 6,0 a 6,9

**D** = 0,0 a 5,9

§ 2º - Para efeito do cálculo da média considerada como Coeficiente de Rendimento Acadêmico (CRA), adotar-se-á a seguinte fórmula:

$$CRA = (3NA + 2 NB + NC) / (NA + NB + NC + ND)$$

onde NA, NB, NC e ND equivalem ao número de créditos obtidos, respectivamente, com os conceitos **A, B, C e D**.

§ 3º - Terá o conceito "D" o aluno que":

- demonstrar conhecimento insuficiente na disciplina;
- não atingir a 85% (oitenta e cinco por cento) da freqüência na disciplina.

§ 4º - O aluno que obtiver conceito "D" em qualquer disciplina obrigatória, deverá repeti-la, incluindo-se ambos os resultados no histórico escolar".

§ 5º - O aluno reprovado em disciplina optativa não estará obrigado a repeti-la, mas o resultado será incluído no histórico escolar.

**Art. 29** - Todos os professores de Curso de Pós-Graduação submeterão a CPGF, vinte dias após o seu término, um relatório circunstanciado do curso contendo a matéria ministrada, o número de aulas e de trabalho, bem como a uma avaliação completa do rendimento dos alunos.

**Art. 30** - O exame de suficiência em disciplinas curriculares previsto no Art. 34 do Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFCG constará de prova isenta.

§ 1º - A prova de que trata o *caput* deste artigo será elaborada e avaliada por uma comissão de 03 (três) professores indicados pelo Colegiado da Pós-Graduação em Física.

§ 2º - Os membros da Comissão deverão ser portadores de título de doutor em Física ou equivalente.

§ 3º - Para aprovação do exame de suficiência será exigido no mínimo, o conceito final "B" de acordo com a tabela do Art. 28 deste regulamento.

§ 4º - O conceito final deverá ser calculado mediante uso da tabela constante deste Regulamento

§ 5º - A inscrição no exame de suficiência deverá ser requerido à comissão de Pós-Graduação pelo interessado, em documento co-assinado pelo seu orientador acadêmico.

§ 6º - É vedada a inscrição no exame de suficiência de aluno reprovado ou no curso regular ou em exame de suficiência da mesma disciplina.

§ 7º - O exame de suficiência deverá se realizar até 15 dias antes do início do período letivo.

§ 8º - O número de créditos obtidos mediante exame de suficiência ficará a critério do Colegiado, que o fixará caso a caso.

## **CAPÍTULO VIII**

### **DA DISSERTAÇÃO E DA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE**

**Art. 31** - Para elaboração da dissertação, o aluno deverá escolher até o final do segundo período letivo regular, um orientador com título de Doutor ou Livre-Docente, a ser aprovado pelo Colegiado de Pós-Graduação em Física.

§ 1º - Aprovado pelo Colegiado o Orientador da dissertação, este passará a ser também o Orientador acadêmico, ressalvados os casos previstos no parágrafo seguinte.

§ 2º - Em casos especiais, a critério do Colegiado e tendo em vista o tema do trabalho do aluno, poderá ser aceito um orientador não pertencente ao pessoal docente da Universidade.

§ 3º - Em qualquer época a mudança do orientador deverá ser apreciada pelo Colegiado do Curso.

**Art. 32** - O trabalho final (dissertação) obedecerá às normas dispostas no Regulamento Geral dos Cursos de Pós-Graduação da Universidade.

§ 1º - No julgamento do trabalho final, será atribuído um dos seguintes conceitos:

- a) APROVADO COM DISTINÇÃO;
- b) APROVADO;
- c) INDETERMINADO;
- d) REPROVADO.

§ 2º Será atribuído o conceito APROVADO COM DISTINÇÃO, àquele trabalho de excepcional qualidade e em que o aluno tenha demonstrado domínio do assunto apresentado.

§ 3º - No caso de ser atribuído o conceito INDETERMINADO ou APROVADO COM DISTINÇÃO, a Banca Examinadora apresentará à Coordenação um relatório justificando os motivos dessa decisão.

**Art. 33** - Para obter o título de Mestre, o aluno deverá satisfazer, dentro do prazo regimental, além das exigências deste Regulamento, o disposto no Art. 99 do Regimento Geral da UFCG para o grau de Mestre;

§ 1º - A língua estrangeira aludida no inciso II do Art. 99 do Regimento Geral será o inglês.

§ 2º - As línguas a que se refere o inciso II do Art. 105 do Regimento Geral poderão ser, além do inglês, francês e alemão.

§ 3º - Os exames de que tratam os incisos II dos Artigos 99 e 105 do Regimento Geral serão realizados de acordo com o disposto no Art. 47 do Regimento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFCG.

§ 4º - O aluno reprovado no(s) exame(s) de capacidade de leitura em língua(s) estrangeiras(s), poderá repeti-lo(s) até o prazo máximo de 18 (dezoito) meses a partir do ingresso no Curso.

**Art. 34** - O trabalho final (dissertação) será avaliado por uma Banca Examinadora indicada pelo Colegiado de Curso.

§ 1º - Os membros da Comissão, aludida no caput deste artigo, deverão ser necessariamente Doutores em Física ou portadores de título equivalente.

§ 2º - Deverão ser estranhos aos Quadros da UFCG pelo menos um componente da Comissão Examinadora.

## CAPÍTULO IX

### DO DESLIGAMENTO E ABANDONO DO CURSO

**Art. 35** - Será desligado do Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado, o aluno que se enquadrar nos casos previstos no Capítulo III, Seção III, Sub-Seção IV, Artigos 53 e 54 e seus respectivos parágrafos, do Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFCG.

## CAPÍTULO X

### DAS DISPOSIÇÕES GERAIS OU TRANSITÓRIAS

**Art. 36** - Este Regulamento estará sujeito às demais normas que vierem a ser estabelecidas para o Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado e do Regulamento Geral da UFPB.

**Art. 37** - Com vista à regularização dos atuais alunos do Curso de Pós-Graduação em Física no nível de Mestrado fica a PRPG autorizada a baixar Portarias de Adaptação Curricular, ajustando a presente Estrutura às situações divergentes, ouvido o Colegiado do Curso, salvaguardados direitos já adquiridos pelo aluno.

**Art. 38** - Os casos omissos serão decididos pelo CEPE, mediante consulta do Colegiado de Pós-Graduação em Física, ouvido o Conselho de Centro.

**Art. 39** - O presente Regulamento entrará em vigor na data de sua aprovação, revogadas as disposições em contrário.

Campina Grande, 21 de dezembro de 2006.