



CATÁLOGO DE DISCIPLINAS 2020

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS E SENSORES

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS

Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais
Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Av. dos Astronautas, 1758 – Jardim da Granja – São José dos Campos-SP – CEP 12227-010
Telefone: (12) 3208-6531 – e-mail: secretaria.pgcms@inpe.br



Docentes Permanentes

Carina Barros Mello, Doutora, INPE, Brasil, 2011
Eduardo Abramof, Doutor, Univ. Johannes Kepler, Áustria, 1993
Evaldo José Corat, Doutor, ITA, Brasil, 1993
Maria do Carmo de Andrade Nono, Doutora, ITA, Brasil, 1990
Mario Ueda, Doutor, Cornell, E.U.A, 1986
Maurício Ribeiro Baldan, Doutor, ITA, Brasil, 1997
Neidenei Gomes Ferreira, Doutora, UNICAMP, Brasil, 1994
Patrícia Regina Pereira Barreto, Doutora, ITA, Brasil, 1998
Paulo Henrique de Oliveira Rappl, Doutor, ITA, Brasil, 1998
Rogério de Moraes Oliveira, Doutor, INPE, Brasil, 2004
Vladimir Jesus Trava-Airoldi, Doutor, ITA, Brasil, 1986
Waldeir Amaral Vilela, Doutor, INPE, Brasil, 2010

Coordenador Acadêmico da Área de Concentração CMS

Evaldo José Corat

Coordenador Acadêmico do Curso PG-ETE

Silvio Manea

Colaboradores Especiais

Alan Fernando Ney Boss
André Ricardo Marcondes
Chen Ying An
Eder Paduan Alves
Francisco Piorino Neto
Gisele Aparecida Amaral Labat
João Marcos Kruszynski de Assis
Jorge Tadao Matsushima
Luiz Ângelo Berni
Sandro Fonseca Quirino
Sergio Luiz Mineiro
Sílvia Sizuka Oishi



DISCIPLINAS POR PERÍODO LETIVO

PRIMEIRO PERÍODO

Obrigatória para o Mestrado

CMS-200-4	Ciência dos Materiais I
-----------	-------------------------

Obrigatória para o Mestrado e o Doutorado

CMS-203-1	Seminários I
-----------	--------------

Eletiva

CMS-205-4	Métodos Matemáticos Aplicados à Ciência dos Materiais
CMS-421-4	Introdução à Microscopia dos Materiais

SEGUNDO PERÍODO

Obrigatória para o Mestrado e o Doutorado

CMS-204-1	Seminários II
-----------	---------------

*Obrigatórias adicionais para o Mestrado **

CMS-206-4	Elemento da Teoria de Erros e Tratamento Estatístico de Dados
CMS-207-4	Técnicas Experimentais em Ciência dos Materiais I
CMS-306-4	Física de Cerâmicas
CMS-307-4	Física e Química de Superfícies de Sólidos
CMS-337-4	Introdução à Nanociência e Nanotecnologia de Materiais

* O aluno de mestrado deverá cursar uma disciplina (total de 4 créditos) desta lista, que será considerada obrigatória. As demais disciplinas cursadas passarão a ser consideradas como eletivas.

Eletivas

CMS-300-4	Mecânica Quântica
CMS-405-4	Crescimento de Filmes de Diamante CVD
CMS-410-4	Tecnologia de Plasma para Tratamento de Superfícies



TERCEIRO PERÍODO

Eletivas

CMS-301-4	Física do Estado Sólido
CMS-308-4	Física de Nanoestruturas
CMS-323-4	Células Solares de silício e sensores de radiação: Conceitos básicos, Técnicas de Fabricação e Caracterização
CMS-329-4	Cinética Química
CMS-336-4	Caracterização Mecânica de Materiais
CMS-347-4	Introdução a Radiometria
CMS-403-4	Superfícies e Interfaces de Materiais: Modificação e Caracterização
CMS-404-4	Tecnologia de Filmes Finos
CMS-406-4	Materiais Porosos
CMS-407-4	Cerâmicas Covalentes e Aplicações Aeroespaciais
CMS-409-4	Sensores Ambientais e Controle
CMS-419-4	Princípios de Eletroquímica
CMS-414-4	Processamento e Caracterização de Cerâmicas Avançadas
CMS-415-4	Processamento e Caracterização de Cerâmicas Nanoestruturadas
CMS-416-4	Pós Nanoparticulados: Obtenção, Caracterização e Aplicações
CMS-417-4	Filmes Nanoestruturados: Obtenção, Caracterização e Aplicações
CMS-420-4	Difratometria de Raios X para Caracterização de Estrutura Cristalina de Materiais
CMS-315-1	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais I *
CMS-316-2	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais II *
CMS-339-3	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais III *
CMS-340-4	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais IV *
CMS-317-1	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais I *
CMS-318-2	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais II *
CMS-341-3	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais III *
CMS-342-4	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais IV *
CMS-319-1	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais I *
CMS-320-2	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais II *
CMS-343-3	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais III *
CMS-344-4	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais IV *
CMS-324-4	Pesquisa em Física de Materiais I *
CMS-325-4	Pesquisa em Física de Materiais II *
CMS-326-4	Pesquisa em Física de Materiais III *



CMS-330-4	Pesquisa em Física de Materiais IV *
CMS-331-4	Pesquisa em Física de Materiais V *
CMS-332-4	Pesquisa em Física de Materiais VI *
CMS-345-4	Pesquisa em Física de Materiais VII *
CMS-321-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais I *
CMS-327-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais II *
CMS-328-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais III *
CMS-333-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais IV *
CMS-334-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais V *
CMS-335-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais VI *
CMS-346-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais VII *

* Disciplinas com ementas específicas para cada assunto



EMENTA DAS DISCIPLINAS

CMS-200-4	Ciência dos Materiais I
-----------	-------------------------

Obrigatória para o Mestrado

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Estruturas atômicas e ligações interatômicas. Estruturas cristalinas e não cristalinas dos sólidos. Imperfeições em sólidos. Mobilidade atômica e iônica. Nucleação e desenvolvimento de microestruturas. Diagramas de equilíbrio de fases. Propriedades mecânicas. Propriedades térmicas. Propriedades elétricas e dielétricas. Propriedades magnéticas. Propriedades óticas.

Bibliografia

SHACKELFORD, J. F. Introduction to Materials Science for Engineers. MacMillan Publishing Company, new York, U.S.A., 1992

CALLISTER Jr., W. D. Materials Science and Engineering - An Introduction. John Wiley & Sons Inc., 3th edition, U.S.A., 1994

ORING, M. Engineering Materials Science. Academic Press, U.S.A., 1995

S. M. ALLEN and E. L. THOMAS, The Structure of Materials, Wiley, New York, 1999

KITTEL, C. Introduction to Solid State Physics. John Willey & Sons, Inc, New York, 1996.

CMS-203-1	Seminários I
-----------	--------------

Obrigatória para o Mestrado e o Doutorado

Pré-requisito: não há

Carga horária: 15 horas

Assuntos de interesse em palestras proferidas por docentes do programa e convidados.

CMS-204-1	Seminários II
-----------	---------------

Obrigatória para o Mestrado e o Doutorado

Pré-requisito: não há

Carga horária: 15 horas

Assuntos de interesse em palestras proferidas por docentes do programa de pós-graduação e convidados.

CMS-205-4	Métodos Matemáticos Aplicados à Ciência dos Materiais
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas



Introdução às derivadas. Regras da derivação. Máximos e mínimos. Mínimos em intervalos fechados. Aplicações envolvendo derivadas. Introdução à integral. Técnicas de integração. Integração dupla. Coordenadas polares. Equações diferenciais ordinárias, classificação, solução por separação. Vetores e bases. Campos escalares e vetoriais. Gradiente, divergente e rotacional, representação em coordenadas ortogonais, cilíndricas e esféricas. Introdução às ferramentas computacionais: Matemática e Maple.

Bibliografia

BUTKOV, E. Física Matemática. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, RJ, 1978.
ARFKEN, G. Mathematical Methods for Physicists. Academic Press, New York, 1970.

CMS-206-4	Elemento da Teoria de Erros e Tratamento Estatístico de Dados
-----------	---

Obrigatória adicional

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Elementos da Teoria de Erros. Grandeza Física e Algarismos Significativos. Valor Verdadeiro, Incertezas, Tipos de Erros e sua Origem. População, amostragem, distribuição de Frequência e Histograma. Probabilidade, Distribuição e Tipos de Curvas de Distribuição. Valor Médio, Desvio Médio, Variância, Desvio Padrão e Qui-Quadrado (χ^2). Propagação de Erros e Covariância. Tratamento Estatístico de Dados. Método de Máxima Verossimilhança (*maximum likelihood method*). Método dos Mínimos Quadrados. Ajuste de Função Linear nos Parâmetros. Regressão Linear e Polinomial. Avaliação da Qualidade de um Ajuste.

Bibliografia

VUOLO, J. H. Fundamentos da Teoria de Erros. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1992.
HELENE, O. A. M.; VANIN, V. R. Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1981.
BEVINGTON, P. R. Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences. McGraw-Hill Inc., 1969.

CMS-207-4	Técnicas Experimentais em Ciência dos Materiais I
-----------	---

Obrigatória adicional

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Técnicas de difração de raios X. Espectroscopia Raman. Microscopia eletrônica de varredura e análises por EDS. Espectroscopia fotoeletrônica por raios X. Propriedades mecânicas de materiais.

Bibliografia

KITTEL, C. Introduction to Solid State Physics. John Willey & Sons, Inc, New York, 1992.
ATKINS, P.W. Physical Chemistry. Oxford University Press, Oxford, UK, 2001.
GOLDSTEIN, J.I. et al. Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis. Plenum Press, New York, 2nd. Ed., 1992.
CHEESCOE, D. AND; GOODSHEW, J. The Operation of Transmission and Scanning Electron Microscopes. Oxford Science Publications, Royal Microscopical Society, 1990.
CHEN, J. Introduction to Scanning Tunneling Microscopy, Oxford Series in Optical and Image Sciences 4. Oxford University Press, Oxford, UK, 1993.



FAIRLEY, N. CasaXPS Manual - Introduction to XPS and AES. Casa Software Ltd, 2009.
MENDES, F. M. T. Introdução à Técnica de Espectroscopia Fotoeletrônica por Raios X (XPS). Synergia Editora, 2011
CULLITY, D. B. Elements of X-Ray Diffraction. 2nd. Edition. Addison-Wesley, Reading-MA, 1978.
BERTIN, E.P. Introduction to X-Ray Spectrometric Analysis. Plenum Press, New York, 1978.
JENKINS, R. et al. Quantitative X-Ray Spectrometry. Marcel Dekker, Inc., New York, 1981.
Metals Handbook, 9th Edition, Vol.10, Materials Characterization. American Society for Metals, 1986.
Catálogos de equipamentos.
Artigos de periódicos especializados.

CMS-300-4	Mecânica Quântica
-----------	-------------------

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Os limites da física clássica. Pacotes de onda e relações de incerteza. A equação de Schrödinger. Autofunções e autovalores. Potenciais unidimensionais. Espaços vetoriais e operadores. Sistemas de muitas partículas. Equação de Schrödinger em 3 dimensões e o átomo de hidrogênio. Spin. Teoria da perturbação independente do tempo. Átomos e tabela periódica. Moléculas. Teoria da perturbação dependente do tempo. Polarizabilidade e função dielétrica.

Bibliografia

COHEN-TENNOUDJI, C.; DIU, B.; LAOË, F. Quantum Mechanics. John Willey & Sons, Inc, New York, 1977.

GASIOROWICZ, S. Quantum Physics. 2ª edição, Wiley & Sons, 1996.

McQUARRIE, D. A. Quantum Chemistry. University Science Books, 1983.

McQUARRIE, D. A.; SIMON, J. D. Simon; CHOI, Physical Chemistry: A Molecular Approach. University Science Books, 1997.

LEVINE, I. Quantum Chemistry. Prentice Hall, 1996.

CMS-301-4	Física do Estado Sólido
-----------	-------------------------

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Rede de Bravais, rede recíproca, estrutura cristalina, difração em cristais, vibrações da rede: fônons, níveis eletrônicos em um potencial periódico: teorema de Bloch, bandas de energia, superfície de Fermi, zonas de Brillouin, modelo de Drude e Sommerfeld, modelo semiclássico de condução, propriedades dielétricas, semicondutores homogêneos e não-homogêneos, propriedades magnéticas: diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo.

Bibliografia

KITTEL, C. Introduction to Solid State Physics. John Willey & Sons, Inc, New York, 1967.

ASHCROFT, N. W.; MERMIN, N. D. Solid State Physics. Saunders College Publishing, NY, 1976.

Artigos selecionados de publicações especializadas.



CMS-306-4	Física de Cerâmicas
-----------	---------------------

Obrigatória adicional

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Características das cerâmicas sólidas. Estruturas cristalinas. Estruturas dos vidros. Imperfeições estruturais. Superfícies, interfaces e contornos de grãos. Mobilidade atômica. Equilíbrio de fases. Desenvolvimento de micro-estrutura em cerâmicas: reações com e entre sólidos, crescimento de grãos, sinterização e vitrificação.

Bibliografia

CHIANG, Y. M.; BIRNIE, D. P.; KINGERY, W. D. Physical Ceramics: Principles for Ceramic Science and Engineering. Wiley & Sons, New York, 1996.

KINGERY, W. D. Introduction to Ceramics. et al., 2nd edition, Wiley & sons, New York, 1976.

RING, T.A. Fundamentals of Ceramic Powder Processing and Synthesis. Academic Press, New York, 1995.

TURTON, R. J. The Physics of Solids, Oxford University Press, England, 2000.

Artigos selecionados de publicações específicas.

CMS-307-4	Física e Química de Superfícies de Sólidos
-----------	--

Obrigatória adicional

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Importância científica e tecnológica. Estrutura atômica na superfície de sólidos e líquidos. Estrutura eletrônica na superfície. Tensão superficial. Termodinâmica de sistemas com um componente. Termodinâmica de sistemas multicomponentes. Mobilidade na superfície. Adsorção física. Adsorção química. Modificação da reatividade da superfície. Interações elétron-superfície. Interações íon-superfície. Interações fônon-superfície. Superfícies internas: interfaces. Tipos de interfaces. Mecanismos de formação de interfaces definidas, diluídas e múltiplas.

Bibliografia

HUDSON, J. B. Surface Science: An Introduction. Pergamon Press Inc., New York, 1994.

TURTON, R. J. The Physics of Solids, Oxford University Press, England, 2000.

PRUTTON, M. Introduction to Surface Physics, Oxford University Press, England, 1996.

LUTH, H. Surfaces and Interfaces of Solid Materials. Pergamon Press, New York, 1998.

SUTTON, A. P.; BALLUFFI, R. W. Interfaces in Crystalline Materials, Oxford University Press, Oxford, 1996.

OHRING, M. The Materials Science of Thin Films. Academic Press, USA, 1991.

ADAMSON, A.W. Physical Chemistry of Surfaces. John Wiley & Sons, U.S.A., 1967.

S. M. ALLEN and E. L. THOMAS, The Structure of Materials, Wiley, New York, 1999.

CALLISTER Jr., W. D. Materials Science and Engineering - An Introduction. John Wiley & Sons Inc., 3th edition, U.S.A., 1994.

CMS-308-4	Física de Nanoestruturas
-----------	--------------------------

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente



Carga horária: 60 horas

Escala nanométrica, confinamento quântico, fenômenos mesoscópicos, nanoestruturas moleculares, estrutura eletrônica e propriedades óticas e de transporte de super-redes, poços, fios e pontos quânticos, efeito Hall quantizado, propriedades dependentes do spin, dispositivos e novas estruturas.

Bibliografia

FERRY, D. K.; GOODNIK, S. M. Transport in Nanostructures. Cambridge University Press, 1999.
BASTARD, G. Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures. Les Éditions de Physique, France, 1990.
DATTA, S. Quantum Phenomena. Addison-Wesley Press, USA, 1989.

CMS-323-4	Células Solares de silício e sensores de radiação: Conceitos básicos, Técnicas de Fabricação e Caracterização
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Introdução: Aspectos gerais sobre energia solar. Conversão de energia solar em energia térmica e energia elétrica. Diferentes tipos de células solares. Diferenças entre células de uso espacial e uso terrestre. Espectro solar. Simulador solar. *Silício:* Considerações sobre o material. Absorção da luz no silício. Diagrama de bandas. *Processos de fabricação:* Obtenção e preparação da lâmina de Si. Formação das junções n-p e p-n. Contatos e camadas anti-refletoras. *Teoria:* Junções p-n. Efeito fotovoltaico. Equações de densidade de corrente. Eficiência quântica. *Caracterização:* Característica IxV no escuro e sob iluminação. Circuito equivalente. Determinação das resistências em série e paralelo. *Resposta espectral e eficiência quântica:* medidas de comprimento de difusão e tempo de vida de portadores minoritários. *Refletividade:* Refletividade especular e difusa. Camadas anti-refletoras Texturização. Silício poroso. Conceitos básicos sobre sensores de radiação. Técnicas de calibração e caracterização de sensores de radiação solar.

Bibliografia:

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. 7ª. s.l. : Chairperson, Publications Board, 2008. ISBN 978-92-63-10008-5.
MCCLUNEY, W. R. Introduction to Radiometry and Photometry. Boston / London : Artech House, inc., 1994. ISBN 0-89006-678-7.
PARK, JOHN, MACKAY, STEVE. Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems. Oxford : Elsevier, 2003. ISBN 07506 57960.
RAUSCHENBACH, H. S. Solar array design handbook. New York, Litton Educational Publishing, 1980.
Artigos selecionados de revistas de revistas especializadas.

CMS-329-4	Cinética Química
-----------	------------------

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Ordem e molecularidade. Dependência de temperatura. Termoquímica. Métodos Experimentais. Reação bimolecular e dinâmica de reação. Reações unimoleculares e de associação. Reações complexas na superfície de energia potencial. Cinética termoquímica. Termoquímica e regra de aditividade. Parâmetros



de taxa de estimativa. Reações complexas: combustão, química atmosférica, cálculo de equilíbrio, modelagem cinética, cálculos eletrônicos de estrutura (*Gaussian, Molpro, PSI4 codes*), códigos cinéticos (*Stanjan, ChemKin, Comsol*).

Bibliografia

PILLING, M. J., SEAKINS, P. W. Reaction Kinetics, Oxford Science Publications, Oxford, 1995.
MIMS, C. A., SAVILLE, B. A. Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics. John Wiley & Sons, Inc., 1999.
MONCRIEF, J. W. Elements of Physical Chemistry, Addison Wesley Pub. Company, 1977.
DENBIGH, K. G. The Principles of Chemical Equilibrium: With Applications in Chemistry and Chemical Engineering, Cambridge University Press, 1981.

CMS-336-4	Caracterização Mecânica de Materiais
-----------	--------------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Conceitos básicos de resistência dos materiais. Materiais para aplicações estruturais: propriedades mecânicas dos materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos. Curvas tensão deformação. Fundamentos da fratura, fratura dútil e frágil. Ensaio mecânicos convencionais de materiais: tração, flexão, ensaios relacionados à fratura frágil, ensaio de dureza, ensaio de fadiga. Ensaio mecânicos de materiais metálicos, materiais cerâmicos (estatística de Weibull), materiais poliméricos e de materiais compostos. Caracterização mecânica de materiais em temperaturas acima da ambiente.

Bibliografia

BUDINSKI, K.; BUDINSKI, M. Engineering Materials, Properties and Selection, 6th ed., Prentice-Hall Inc., 1999.
CALLISTER JR, W. Materials Science and Engineering an Introduction. John Wiley and Sons, 1999.
SMITH, W. F. Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais., 3^a ed., McGraw-Hill, Portugal, 1998.
SHAH, V. Handbook of Plastics Testing Technology, 2^a ed. John Wiley and Sons, 1998.
ANDERSON, J. C. et ali. Materials Science, 4^a ed. Chapman & Hall, 1991.
EVANS, R.W.; WILSHIRE, B. Introduction to Creep, The Institute of Materials, London, 1993.
GARCIA, A.; ALVARES, J.; ALEXANDRE, C. Ensaio de Materiais, LTC Editora, Rio de Janeiro, 2000.
SOUZA, C. L. Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1982.

Artigos de periódicos especializados.

CMS-337-4	Introdução à Nanociência e Nanotecnologia de Materiais
-----------	--

Obrigatória adicional

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

O universo nanométrico. Definições de nanociência e nanotecnologia. Importância científica e tecnológica: vantagens e limitações. Introdução aos nanomateriais: estrutura atômica, nanoestruturas, defeitos, termodinâmica, superfícies e interfaces. Introdução à física e química de nanomateriais. Nanotecnologia molecular. Nanopós. Nanotubos. Nanofilmes. Nanocompósitos. Nanoeletrônica.



Nanocomputadores. Células de combustíveis. Nanomateriais na recuperação ambiental. Nanotecnologia na medicina. Nanotecnologia nas áreas de aeronáutica e espaço. Considerações legais e éticas.

Bibliografia

- HU, S. E.; ROCO, M. C. Nanostructure Science and Technology: A Worldwide Study. National Science and Technology Council (NSTC), Maryland, USA, 1999.
- BRUECK, S. J. et al. Implications of Emerging Micro-and Nanotechnologies. National Academies Press, Washington, 2003.
- BACHMANN, G. et al. Applications of Nanotechnology in Space Developments and Systems. Future Technologies, n 47. VDI Technology Center, Germany, 2003.
- TOMA, H. E. O Mundo Nanométrico: A Dimensão do Novo Século. Livraria Politécnica Ltda., São Paulo, 2004.
- BRUSHAN, B. (editor). Springer Handbook of Nanotechnology. Springer, 2004.
- GOLDSTEIN, A. N. (editor). Handbook of Nanophase Materials. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA, 1997.
- THEODORE, L. Nanotechnology: Basic Calculations for Engineers and Scientists. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2006.
- Artigos de revistas especializadas.

CMS-347-4	Introdução a Radiometria
-----------	--------------------------

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Introdução aos conceitos básicos de radiometria e fotometria e suas aplicações: espectro eletromagnético, leis da radiometria e fotometria, propagação da radiação eletromagnética em sistemas óticos, propriedades óticas dos materiais, aberrações em sistemas óticos, fontes de radiação (Ex.: corpo negro, lâmpadas de filamento, lâmpadas fluorescentes, descarga em gás, led, laser, plasma e Sol), detectores de radiação (Ex.: termopilhas, fotomultiplicadoras, fotodiodos e CCD), sistemas óticos utilizados em laboratórios (monocromadores, esferaintegradora, simuladores solar, medida de resposta angular e espectral de sensores), calibração e atividades em laboratório.

Bibliografia :

- McCLUNEY, R. Introduction to Radiometry and Photometry.
- PALMER, J. M.; GRANT, B. G. The Art of Radiometry.

CMS-403-4	Superfícies e Interfaces de Materiais: Modificação e Caracterização
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: CMS-307-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Importância tecnológica. Tipos de superfícies e interfaces. Principais características, vantagens e limitações. Modificações de superfícies químicas, termoquímicas, eletroquímicas, mecânicas, termomecânicas, por vaporização convencional, *sputtering*, feixe de elétrons, laser, plasmas (nitretação, carbonetação, nitro-carbonetação, boretação, carbo-boretção, nitro-boretção, jato de plasma, ion planting, PVD, CVD) e implantação de íons (por feixe de íons, imersão em plasma e íon mixing). Caracterização química de superfícies e interfaces. Caracterização física de superfícies e interfaces.



Análise de fases e estados de tensões mecânicas nas superfícies e interfaces. Análise dos parâmetros de propriedades mecânicas.

Bibliografia

- BURAKOWSKI, T.; WIERZCHON, T. Surface Engineering of Metals: Principles, Equipments and Technologies. CRC Press, New York, 1999.
- OHRING, M. The materials science of thin films. Academic Press, USA, 1991.
- MASEL, R. I. Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surfaces. John Wiley & Sons Inc., 1st edition, U.S.A., 1996.
- LUTH, H. Surfaces and interfaces of solid materials. Pergamon Press Inc., New York, 1998.
- SUTTON, A. P.; BALLUFFI, R. W. Interfaces in Crystalline Materials, Oxford University Press, Oxford, 1996.
- BROOKS, C. R. Principles of the Surface Treatment of Steels. Technomic Publishing Co. Inc., U.S.A., 1992.
- WILSON, S.; BRUNDLE, C. R.; EVANS, C. Encyclopedia of Materials Characterization: Surfaces, Interfaces, Thin Films. Willey & Sons, New York, 1992.
- BURAKOWSKI, T.; WIERZCHON, T. Surface Engineering of Metals. CRC Press, New York, 1999.
- Handbook of Metals, vol. 10, 9th. edition, 1986.
- Artigos selecionados de publicações especializadas.

CMS-404-4	Tecnologia de Filmes Finos
-----------	----------------------------

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Importância científica e tecnológica. Teoria cinética dos gases. Introdução à tecnologia de vácuo. Tipos de superfícies de substratos. Técnicas de preparação e limpeza das superfícies dos substratos. Técnicas de crescimento de filmes finos. Mecanismos de nucleação e de crescimento de filmes. Formação de interfaces. Técnicas de caracterização mecânica, química, eletroquímica e óptica de filmes.

Bibliografia

- OHRING, M. The Materials Science of Thin Films. Academic Press., Inc., San Diego, U.S.A, 1991.
- CALISTER Jr., W. D. Materials Science and Engineering - An Introduction. John Wiley & Sons Inc., 3th edition, U.S.A., 1994.
- PULKER, H. K. et al. Wear and Corrosion Resistant Coatings by CVD and PVD. Expert Verlag, Suécia, 1989.
- Handbook of Metals, vol. 10, 9th edition, 1986.
- Artigos selecionados de publicações especializadas.

CMS-405-4	Crescimento de Filmes de Diamante CVD
-----------	---------------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Introdução: propriedades e estrutura do diamante, estrutura da superfície. Histórico do crescimento de diamante em baixa pressão. Métodos de crescimento de diamante CVD: Filamento quente, plasmas não isotérmicos, plasmas térmicos, combustão. O processo de crescimento do diamante CVD: cinética



química da fase gasosa, modelos de crescimento, diagrama ternário de Bachman, mecanismos de crescimento. Dependência dos parâmetros de crescimento. Métodos de caracterização do diamante CVD. Aplicações recentes e previstas para o diamante CVD: mecânicas, ópticas, odontológicas, microeletrônicas, dissipação de calor, etc.

Bibliografia

SPEAR, K. E.; DISMUSKES, J. P. Synthetic Diamond: Emerging CVD Science and Technology. John Wiley & Sons, New York, 1994.

Artigos recentes na área de crescimento de diamantes.

CMS-406-4	Materiais Porosos
-----------	-------------------

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Definição de materiais porosos e nanoporosos. Estrutura de poros. Poros interconectantes e área superficial. Capilaridade em meios porosos. Adsorção e absorção em interfaces gás-sólido e líquido sólido. Reatividade em superfícies de sólidos. Técnicas de fabricação de materiais porosos e nanoporosos. Técnicas de caracterização.

Bibliografia

ROUQUEROL, F.; ROUQUEROL, J.; SING, K. Adsorption by Powders and Porous Solids : Principles, Methodology and Applications. Academic Press Inc., 1998.

DULLIEN, F. A. L. Porous Media : Fluid Transport and Pore Structure. 2nd edition, Academic Press Inc., Boston, 1997.

LICHTNER, P. C. Reactive Transport in Porous Media. Mineralogical Society of America, USA, 1996.

TRÜMMLER; R. OBERACKER, A. An Introduction to Powder Metallurgy. The Institute of Materials, 1 Carlton House Terrace, London, 1993.

RING, T. A. Fundamentals of Ceramic Powder Processing. Academic Press Inc., 1996.

CMS-407-4	Cerâmicas Covalentes e Aplicações Aeroespaciais
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Tipos de cerâmicos covalentes. Compósitos covalentes. Síntese de pós de nitreto de silício, carbetos de silício e carbetos de boro. Matriz de nitreto de silício reforçado com: partícula de carbetos de silício, whiskers de carbetos de silício e fibra de carbetos de silício. Nanocompósitos de cerâmicos covalentes estruturais. Fluência e tenacidade à fratura de nitreto de silício.

Bibliografia

SŌMIYA, S. INOMATA, Y. (Ed.). Silicon carbide ceramics - 2: gas phase reactions, fibers and whisker, joining. London: Elsevier Applied Science (Ceramic Research and development in Japan Series), 1991.

KINGERY, W. D. Introduction to Ceramics. New York: John Wiley & Sons, 1960.

REED, J. S. Introduction to the principles of ceramic processing. New York: John Wiley & Sons, 1988.

CMS-409-4	Sensores Ambientais e Controle
-----------	--------------------------------



Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Princípios de detecção e monitoração de parâmetros físicos e químicos. Circuitos elétricos básicos e princípios de detecção. Sensores de radiação eletromagnética. Sensores de temperatura. Sensores de pressão, som e deformação mecânica. Sensores químicos (gases e líquidos). Sensores de umidade. Outros.

Bibliografia

MIDDELHOEK, S.; IAWANSSON, K.; SINAPIUS, G.; HOORNAERT, W. (editors). Handbook of Sensors and Actuators (series). Elsevier Science B.V., 1999.

SINCLAIR, I. R. Sensors and Transducers – A guide to technicians, second edition, Butterworth-Heinemann Ltd, 1992.

DE SILVA, C. W. Control Sensors and Actuators, Prentice-Hall Inc., 1989.

SEIPPEL, R. G. Transducers, Sensors and Detectors, Reston Publishing Company Inc., 1983.

Artigos selecionados de revistas e periódicos específicos.

CMS-410-4	Tecnologia de Plasma para Tratamento de Superfícies
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

O curso consistirá de cinco módulos distintos, abaixo descritos:

- *Conceitos básicos de plasma:* serão discutidos conceitos e apresentadas definições de parâmetros de descargas em plasma.

- *Fontes de Plasma:* abordará descargas em plasma produzidas por diferentes fontes (DC luminescente, em arco, radiofrequência, micro-ondas).

- *Diagnósticos de Plasma:* serão apresentadas técnicas mais utilizadas para obtenção de parâmetros relevantes de plasma, com ênfase em sondas eletrostáticas e espectroscopia de emissão ótica.

- *Processos de Tratamento de Superfícies por Plasma:* serão expostas peculiaridades e aplicações de diferentes processos de tratamento de superfícies por plasma, enfatizando a implantação iônica por imersão em plasma, a nitretação e a obtenção de DLC.

- *Aplicação de um Método de Tratamento em Materiais:* consistirá de atividade experimental para tratamento de superfície de amostras previamente preparadas, por um dos processos a plasma descritos no curso.

Bibliografia

HUTCHINSON, I. H. Principles of Plasma Diagnostics. Cambridge University Press – 2nd Edition, 2002.

CHEN, F. F. Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion. Springer – 1st Edition, 1995.

ANDERS, A. Handbook Of Plasma Immersion Ion Implantation And Deposition. John Wiley & Sons, 1st edition, 2000.

CMS-414-4	Processamento e Caracterização de Cerâmicas Avançadas
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: CMS-306-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas



Importância científica e tecnológica. Conceitos gerais de processamento de cerâmicas a partir de pós. Cominuição e classificação de pós cerâmicos. Sínteses de pós. Outros processos de produção de pós. Caracterização de pós. Conformação de cerâmicas: a seco e a úmido. Secagem, Caracterização de cerâmicas a verde. Sinterização. Caracterização de cerâmicas sinterizadas. Acabamento final. Testes não destrutivos.

Bibliografia

RING, T. A. Fundamentals of Ceramic Powder Processing and Synthesis. Academic Press Inc., San Diego, U.S.A., 1996.

REED, J. S., Introduction to the Principles of Ceramic Processing, John Wiley & Sons, 1991.

SCHWARTZ, M. Handbook of Structural Ceramics. Academic Press Inc., New York, 1998.

Artigos de periódicos especializados.

CMS-415-4	Processamento e Caracterização de Cerâmicas Nanoestruturadas
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: CMS-306-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Importância científica e tecnológica. Conceitos gerais de processamento de cerâmicas a partir de pós. Definição de nanopartículas, características físicas e químicas. Técnicas de obtenção: físicas, mecânicas e químicas. Técnicas de caracterização física e química. Conformação de cerâmicas: a seco e a úmido. Sinterização. Caracterização de cerâmicas sinterizadas. Análise, interpretação e correlação de resultados experimentais.

Bibliografia

YING, J. Y.-R.; YING, J. Nanostructured Materials. Academic Press Inc., U.S.A., 2001.

WANG, Z. L. Characterization of Nanophase Materials. Wiley-VCH Verlag, Alemanha, 2001.

WASEDA, Y.; MURAMATSU, A. Morfology control of materials and nanoparticles: advanced materials processing and characterization. John Wiley & Sons, USA, 2004.

SCHMID, G. Nanoparticles: from theory to application. John Wiley & Sons, USA, 2004.

RING, T. A. Fundamentals of Ceramic Powder Processing and Synthesis. Academic Press Inc., San Diego, U.S.A., 1996.

HENCH, L.; ULRICH, D. R. Ceramic chemical processing. John Wiley & Sons, USA, 1986.

MAKENZIE, J. D.; ULRICH, D. R. Ultrastructure processing of advanced ceramics. John Wiley & Sons, USA, 1988.

Artigos de periódicos especializados.

CMS-416-4	Pós Nanoparticulados: Obtenção, Caracterização e Aplicações
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Importância da ciência e da tecnológica de nanopartículas. Definição de nanopartículas, características físicas e químicas. Pós nanoparticulados (nanopós) e mecanismos de floculação, aglomeração e agregação. Técnicas de obtenção de nanopós: físicas, mecânicas e químicas. Principais técnicas de obtenção de pós e compostos nanoparticulados cerâmicos e metálicos por métodos químicos. A importância dos tratamentos térmicos convencional e por microondas. Obtenção de compostos químicos



nanoparticulados por *mechanical allowing*. Técnicas de caracterização física e química de pós nanoparticulados (ATD-ATG, porosimetria, BET, difração de raios X, distribuição de tamanhos de partículas, MEV, MET, FEG-MEV, EDX, XPS). Análise, interpretação e correlação de resultados experimentais (estudos de casos reais). Aplicações.

Bibliografia:

- WASEDA, Y.; MURAMATSU, A. *Morfology Control of Materials and Nanoparticles: Advanced Materials Processing and Characterization*. John Wiley & Sons, USA, 2004.
- FENDLER, J. H. *Nanoparticles and Nanostructured Films: Preparation, Characterization and Applications*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany, 1998.
- SCHMID, G. *Nanoparticles: from theory to application*. John Wiley & Sons, USA, 2004.
- RAO, C. N. R.; MÜLLER, A.; CHEETHAM, A. K. (Editors). *The Chemistry of Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications*. John Wiley & Sons, USA, 2004.
- WINTERER, M. *Nano-crystalline Ceramics: Synthesis and Structure*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 2002.
- FREER, R. *Nanoceramics*. Institute of Materials, Manchester, England, 1993.
- THEODORE, L. *Nanotechnology: Basic Calculations for Engineers and Scientists*. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2006.
- GOLDSTEIN, A. N. (editor). *Handbook of Nanophase Materials*. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA, 1997.
- BRUSHAN, B. (editor). *Springer Handbook of Nanotechnology*. Springer, 2004.
- MAKENZIE, J.D.; ULRICH, D.R. *Ultrastructure processing of advanced ceramics*. John Wiley & Sons, USA, 1988.
- Artigos de revistas especializadas.

CMS-417-4

Filmes Nanoestruturados: Obtenção, Caracterização e Aplicações

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Filmes nanoestruturados cerâmicos e metálicos: Importância científica e tecnológica: vantagens e limitações. Técnicas de preparação de filmes policristalinos aderentes (químicas e físicas). Técnicas de caracterização de superfícies e de interfaces (difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura, microscopia eletrônica de transmissão, microscopia de força atômica, espectroscopia de espalhamento Raman, espectrometria por energia dispersiva, espectroscopia de elétrons Auger, espectroscopia de raios X gerados por fotoelétrons, medições de aderência, de nanodureza e de tenacidade à fratura). Aplicações principais destes tipos de filmes.

Filmes nanoestruturados à base carbono: Importância científica e técnica: vantagens e limitações. Obtenção, caracterização e aplicações. Fibras de carbono, carbono vítreo reticulado, grafite nanoestruturado. Nanotubos de carbono, Filmes DLC e DLC hidrogenado. Filmes de nanodiamante. Técnicas de espectroscopia de espalhamento Raman e difração de raios X.

Filmes nanoestruturados de compostos semicondutores IV-VI: Importância científica e tecnológica: vantagens e limitações. Técnicas de crescimento epitaxial. Aspectos fundamentais de epitaxia por feixe molecular (MBE). Propriedades de crescimento. Heteroestruturas. Pontos e poços quânticos. Super-redes. Estruturas múltiplas auto-organizadas.

Bibliografia

- FENDLER, J. H. *Nanoparticles and Nanostructured Films: Preparation, Characterization and Applications*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany, 1998.
- BRUSHAN, B. (editor). *Springer Handbook of Nanotechnology*. Springer, 2004.



GOLDSTEIN, A. N. (editor). Handbook of Nanophase Materials. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA, 1997.

THEODORE, L. Nanotechnology: Basic Calculations for Engineers and Scientists. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2006.

BENEDEK, G. et al. (Editors). Nanostructured Carbon for Advanced Applications. NATO Science Series II: Mathematics, Physics and Chemistry, Volume 24. 1st edition. Springer, 2001.

Artigos de revistas selecionadas.

CMS-419-4	Princípios de Eletroquímica
-----------	-----------------------------

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Conceitos básicos da eletroquímica (oxidação, redução, sistemas galvânicos e eletrolíticos, potencial padrão de eletrodo e espontaneidade das reações redox). Processos eletródicos (faradaicos e não faradaicos, interface eletrodo/eletrolito, reações controladas por transferência de massa). Cinética eletroquímica. Técnicas eletroquímicas (salto de potencial e corrente, voltametria cíclica e linear, voltametria de pulso diferencial e de onda quadrada). Métodos de impedância eletroquímica (IE). Elementos de circuitos. Representação gráfica (Nyquist, Bode). Circuitos equivalentes (eletroquímico). Estudo da impedância através da utilização do software. Exemplos de IE para eletrodos de diamante.

Bibliografia:

ATKINS, P., Físico Química – Fundamentos, 3^a edição, LTC editora, 2001.

BARD, A. J.; FAULKNER, L. R. Electrochemical Methods-Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons, New York, 1980.

BRETT, C. M. A. Electrochemistry, Principles, Methods, and Applications. Oxford Publications, 2000.

BOCKRIS, J. O. M. Modern Electrochemistry, vol 1, 2A, 2B, Kluwer Academic, 2000.

CMS-420-4	Difratometria de Raios X para Caracterização de Estrutura Cristalina de Materiais
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Cristalografia básica: célula unitária; planos cristalinos; distâncias interplanares; índices de Miller; rede cristalina; elementos de simetria e grupos espaciais; rede recíproca. Difração de raios X: introdução à teoria de difração de raios X; lei de Bragg; difratômetro de raios X; fatores que influenciam as intensidades espalhadas de raios X; geração e detecção de raios X; difratometria de pó. Prática experimental: identificação de fases; banco de dados; indexação de picos; análise quantitativa; orientação cristalográfica; refinamento de estrutura cristalina.

Bibliografia:

CULLITY, D. B.; STOCK, S. R. Elements of X-Ray Diffraction. 3rd. ed., Prentice Hall, New Jersey, 2001.

WASEDA, Y.; MATSUBARA, E.; SHINODA, K. X-Ray diffraction crystallography: introduction, examples and solved problems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

PECHARSKY, V. K.; ZAVALIJ, P. Y. Fundamentals of powder diffraction and structural characterization of materials, Springer New York, 2005.



Manual do equipamento X'pert Pro Panalytical.
Artigos de periódicos especializados.

CMS-421-4	Introdução à Microscopia dos Materiais
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: CMS-200-4 ou equivalente

Carga horária: 60 horas

Teoria básica da microscopia. Formação de imagens por difração. Microscopia óptica. Formação de imagens por varredura. Microscopia eletrônica (varredura e transmissão). Outras microscopias de varredura. Microanálise, EDS, WDS, EELS, STEM, EPMA. Preparação de amostras para microscopia.

Bibliografia:

MANNHEIMER, W. A. Microscopia dos Materiais. SBMM, 2002.

GOLDSTEIN, J. et al. Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. 3rd Ed., New York: Springer Science + Business Media, Inc., 2003.

WIESENDANGER, R. Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: Methods and Applications. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1994.

MEYER, E. et al. Scanning Probe Microscopy: The Lab on a Tip. Springer-Verlag, 2003.

BRUNDLE, C. R. et al. Encyclopedia of Materials Characterization. Butterworth-Heinemann, 1992.



DISCIPLINAS DE EMENTA ABERTA

CMS-315-1	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais I
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 15 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-316-2	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais II
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 30 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-339-3	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais III
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 45 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-340-4	Tópicos Especiais em Ciência e Física de Materiais IV
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-317-1	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais I
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 15 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-318-2	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais II
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 30 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.



CMS-341-3	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais III
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 45 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-342-4	Tópicos Especiais em Processamento de Materiais IV
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-319-1	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais I
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 15 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-320-2	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais II
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 30 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-343-3	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais III
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 45 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-344-4	Tópicos Especiais em Técnicas de Caracterização de Materiais IV
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.



CMS-324-4	Pesquisa em Física de Materiais I
-----------	-----------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-325-4	Pesquisa em Física de Materiais II
-----------	------------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-326-4	Pesquisa em Física de Materiais III
-----------	-------------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-330-4	Pesquisa em Física de Materiais IV
-----------	------------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-331-4	Pesquisa em Física de Materiais V
-----------	-----------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-332-4	Pesquisa em Física de Materiais VI
-----------	------------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.



CMS-345-4	Pesquisa em Física de Materiais VII
-----------	-------------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-321-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais I
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-327-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais II
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-328-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais III
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-333-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais IV
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-334-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais V
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.



CMS-335-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais VI
-----------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.

CMS-346-4	Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Materiais VII
-----------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir de acordo com a ementa

Carga horária: 60 horas

Disciplina com ementa adequada para cada assunto a ser tratado.



- Os trabalhos auxiliares ou finais do programa de pós-graduação serão identificados nas formas abaixo indicadas:

CMS-730	Pesquisa de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CMS*
---------	--

Obrigatória
Crédito: 0

CMS-750	Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CMS
---------	--

Obrigatória
Créditos: 12

CMS-780	Pesquisa de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CMS*
---------	---

Obrigatória
Crédito: 0

CMS-800	Tese de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CMS
---------	--

Obrigatória
Crédito: 36

* Atividade *Obrigatória*, em cada período letivo, para todo aluno em fase de Pesquisa, definida pela oficialização de seu Orientador de Pesquisa que avaliará o desempenho do aluno nesta atividade. *Obrigatória*, também, antes da oficialização citada, para o aluno que não esteja matriculado em alguma disciplina: neste caso, a orientação e a avaliação deverão ser feitas por Docente aprovado pelo Coordenador Acadêmico.

Catálogo aprovado pelo CPG em 07/05/2020.