

A Habilitação em Engenharia de Materiais

Alguns dos cursos de Engenharia na Escola Politécnica estão caracterizados por uma escolha gradual por parte do estudante com relação às áreas, habilitações e ênfases. Assim, o ingresso no vestibular de um aluno que objetive obter o grau de Engenheiro Metalurgista se faz na carreira de número 775 do vestibular da FUVEST 2013, denominada “Engenharia na Escola Politécnica”, dentro do curso 35, “Engenharia Química, Engenharia Metalúrgica, Engenharia de Materiais e Engenharia de Minas”, com 140 vagas oferecidas. No primeiro ano, os 140 ingressantes cursam disciplinas básicas das Ciências Exatas e da Engenharia. Ao final do primeiro ano, tendo tido um contato maior com a Escola, fazem opção por um dos cursos que levarão à carreira específica. No caso de Engenharia Metalúrgica o aluno deverá optar pelo ingresso no curso “Grande Área Química – Núcleo Comum – Materiais”, para o qual são oferecidas 40 vagas. A escolha pela carreira em Engenharia Metalúrgica se dá, neste contexto, ao final do terceiro ano, sendo oferecidas 20 vagas por turma.

Objetivo do curso

O curso de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo tem por objetivo formar Engenheiros de Materiais plenos, num curso de 10 semestres (5 anos), capacitados para atuarem profissionalmente nas áreas de síntese e processamento de Materiais Metálicos, de Materiais Cerâmicos e de Materiais Poliméricos, além de atuar na indústria nas áreas de Seleção de Materiais, Controle de Qualidade e na Análise de Falhas de Materiais. Conforme resolução número 241 de 31 de julho de 1976 do CONFEA e legislação aplicável em vigor nos diversos níveis Federal e Estadual.

Perfil do aluno formado

Deseja-se que o aluno formado em Engenharia de Materiais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo tenha sólida formação fundamental em Matemática e Física para engenharia, tenha conhecimentos muito bons das chamadas Ciências de Engenharia tais como Físico-Química, Química Inorgânica, Fenômenos de Transporte, Computação, Resistência dos Materiais, Eletrônica Fundamental, Eletrotécnica Geral, Mecânica dos Fluidos, Modelagem Matemática e Estatística, tenha conhecimentos teóricos e práticos de todas as disciplinas ditas profissionalizantes, tais como Ciência dos Materiais, Química Orgânica, Fundamentos de Cristalografia e Difração, Metalurgia Física, Cerâmica Física, Diagramas de Fase, Microestrutura e Propriedades de Materiais Poliméricos, Fundição, Mecânica dos Materiais, Metalografia e Tratamentos Térmicos dos Metais, Microestrutura e Propriedades dos Materiais Não Metálicos, Materiais Elétricos, Processos Metalúrgicos, Tecnologia Cerâmica, noções de Junção de

Materiais (metálicos, poliméricos, cerâmicos e suas combinações), Critérios de Seleção de Materiais, Tecnologia de Vidros, Técnicas para a Obtenção de Filmes Finos, Engenharia de Materiais Poliméricos, Tecnologia de Altos Polímeros, Conformação Mecânica dos Materiais, Materiais para Construção Civil, Madeiras, Corrosão e Proteção dos Materiais e que tenha conhecimentos das chamadas disciplinas relacionadas à gestão da produção, tais como Administração Geral e da Produção, Custos, Análise de Empreendimentos, Matemática Financeira e Noções de Direito. Deseja-se ainda que os alunos formados desenvolvam comportamento ético e de cidadania, espírito crítico e empreendedor, capacidade de liderança e inovação.

Habilidades e competências

Os egressos do curso de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo deverão ser capazes de projetar instalações de processamento de materiais, delinear processos de fabricação de materiais, operar e gerenciar a execução da produção de materiais, operar e gerenciar os laboratórios de controle de qualidade, especificar e selecionar materiais e efetuar a análise de falhas de materiais em serviço.

Duração do curso

O curso de Engenharia Metalúrgica tem duração de 10 semestres (5 anos). O curso de insere na Grande Área de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, juntamente com o próprio curso de Engenharia Química, o Curso de Engenharia de Minas e Petróleo e o Curso de Engenharia de Materiais. O chamado Ciclo Básico é constituído pelos dois primeiros anos do Curso, quando são ministradas as disciplinas de formação básica, notadamente em Matemática e Física, porém incluindo algumas disciplinas específicas da área, notadamente “Introdução à Ciência dos Materiais para a Engenharia” no segundo semestre, comum a todos os cursos de Engenharia da Escola Politécnica, e sua continuação “Ciência dos Materiais”, no terceiro semestre, específica aos alunos da “Grande Área - Química”. O terceiro ano constitui o chamado “Núcleo Comum – Materiais” onde o aluno terá um conjunto de disciplinas de caráter mais fundamental, comuns aos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais. Os dois anos subsequentes constituem o chamado ciclo profissionalizante, quando são ministradas as disciplinas diretamente relacionadas ao desenvolvimento de habilidades profissionais e as disciplinas complementares de formação em engenharia e as relacionadas ao desenvolvimento de capacitação gerencial. Para concluir o curso são necessários 260 créditos equivalentes a uma carga horária de 4425 horas..

Metodologia de ensino

O curso é fundamentado em aulas teóricas expositivas e expositivas dialogadas, aulas de exercícios, aulas práticas de laboratório, elaboração de trabalhos de revisão com pesquisa bibliográfica pertinente, organização e apresentação de seminários, análise de casos, visitas técnicas a empresas e estágios. O curso exige de cada aluno a redação e apresentação de um trabalho de formatura, realizado durante o primeiro e o segundo semestres do último ano letivo do curso. O curso abre 20 vagas por ano para a matrícula de novos alunos. É importante ressaltar que boa parte dos alunos desenvolve atividades de iniciação científica, o que permite um maior contato do aluno com as atividades de pesquisa desenvolvidas no departamento. Outro aspecto recente de importância é o gradativo processo de internacionalização pelo qual o curso tem passado, reflexo de um extensivo processo pelo qual a Escola Politécnica tem passado ao longo dos últimos 10 anos. Os alunos têm a oportunidade de fazerem parte de seus cursos em instituição estrangeira conveniada (sempres dentre as melhores em seus respectivos países), para o que são submetidos a exame de seleção. Existem duas modalidades principais de estágio no exterior: o “programa de duplo-diploma” e o de “aproveitamento de estudos”. No primeiro, o aluno tipicamente cursa seu curso na EPUSP até o final do 7º semestre, após o que passa dois anos na instituição estrangeira, cursando disciplinas e participando de todas as atividades às quais um aluno regular dessa instituição tem que atender. Após esse período, o aluno retorna à EPUSP, conclui suas atividades referentes ao 10º semestre de seu curso e conclui o curso, recebendo, então, os diplomas (regulares) das duas instituições onde fez seu curso: da EPUSP e da estrangeira. Todos os seus créditos cursados na instituição conveniada no exterior são aceitos integralmente. Na outra modalidade, “aproveitamento de estudos”, o aluno tem mais flexibilidade quanto ao semestre em que cursa um ou dois semestres na instituição estrangeira. Porém, o aproveitamento de créditos como disciplinas equivalentes tem que ser solicitados ao retornar ao Brasil. Mesmo sem equivalência de disciplinas, todos os créditos cursados no exterior são lançados em seu histórico escolar. Por fim, existe ainda a possibilidade de o aluno envolver-se em estágio técnico no exterior, tipicamente por um semestre.

Conteúdo fundamental específico

Os cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais contêm um bloco de disciplinas em comum, que objetiva fornecer ao aluno uma formação generalista no que comumente se designa por “Ciência dos Materiais”. Estas disciplinas, apesar de não serem propriamente “profissionalizantes”, fornecem ao aluno a base para que as disciplinas do núcleo profissionalizante venham a ser desenvolvidas. As disciplinas associadas a este conteúdo fundamental específico são: “Fundamentos de cristalografia e Difração”; “Transformações de fases”; “Diagramas de Fases”; “Estrutura e propriedades dos polímeros”; “Metalurgia Física” e “Cerâmica Física”, perfazendo um total de 21 créditos ou 315 horas/aula, o que corresponde a aproximadamente 7,1% do total do curso.

Conteúdo profissionalizante do curso

O ciclo profissionalizante do curso inicia-se no 5º semestre letivo, já no “Núcleo Comum - Materiais” e termina no 10º semestre. Compreende 46 disciplinas em seu total, que correspondem aproximadamente a 43% da carga horária total do curso. Para a formação profissionalizante em Engenharia de Materiais são ministradas disciplinas associadas a cada um dos setores da Engenharia de Materiais, a saber: Processos de Metalurgia Extrativa; Processos de conformação, otimização e soldagem; Projeto de engenharia; Síntese e Processamento de Materiais Cerâmicos e Síntese e Processamento de Materiais Poliméricos.

Assim, em Processos de Metalurgia Extrativa, tem-se: Fenômenos de Transporte em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Físico-Química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais I (Termodinâmica), Físico-Química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais II (Cinética química), Laboratório de Processos Metalúrgicos, Processos Metalúrgicos I (Materiais Ferrosos) e Processos Metalúrgicos II (Materiais Não-Ferrosos).

As disciplinas associadas ao Processo de Conformação, otimização e soldagem são as seguintes: Metalografia e Tratamento Térmico dos Metais, Conformação Mecânica dos Materiais; Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos, Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais, Soldagem e Junção dos Materiais e Corrosão e proteção.

As disciplinas associadas ao Projeto de engenharia são: Laboratório de Eletricidade Geral; Eletrotécnica Geral; Resistência dos Materiais; Laboratório de Manufatura Mecânica; Elementos de Máquinas; Modelos Matemáticos e Simulação; Mecânica dos Materiais e Seleção de Materiais e Análise de Falhas.

As disciplinas associadas à Síntese e ao Processamento de Materiais Cerâmicos são: Síntese e preparação de materiais cerâmicos; Microestruturas de Materiais Cerâmicos; Tecnologia de Vidros e Tecnologia do Processamento de Materiais Cerâmicos.

As disciplinas associadas à Síntese e ao Processamento de Materiais Poliméricos são: Química de Polímeros; Reologia de Materiais; Processamento de Materiais Poliméricos e Laboratório de Caracterização Microestrutural de Polímeros.

Além das disciplinas relacionadas a cada um dos setores da Engenharia de Materiais, o ciclo profissionalizante do curso, contempla algumas disciplinas de caráter geral para a formação profissional de qualquer engenheiro voltadas para a Gestão na Indústria, a saber: Instituições de Direito; Introdução à Engenharia Ambiental; Estatística I; Princípios de Administração de Empresas e Princípios da Gestão de produção e logística.

Conteúdo profissionalizante complementar

O curso ainda prevê algumas atividades que devem ser consideradas como complementares à formação do aluno. Duas responsáveis por boa parte da carga horária do curso são obrigatórias: “Estágio Supervisionado” e “Trabalho de Formatura”, sendo esta última desenvolvida nos dois semestres do quinto ano, perfazendo no total 210 horas/aula (5,4% do curso). Além disto, o aluno deve cumprir quatro créditos em disciplinas optativas de um elenco atualmente formado por: “Noções básicas de Materiais para a Construção Civil”; “Madeiras”; “Mecânica dos Materiais Metálicos”; “Materiais para Altas Temperaturas”; “Técnicas Complementares para a Caracterização de Materiais”; “Tecnologia de Polímeros”; “Reciclagem de Resíduos Industriais”; “Laboratório de Termodinâmica Computacional” e “Blendas e compósitos poliméricos” e “Técnicas para a Obtenção de Filmes Finos”.

Salas de aula

As aulas do ciclo básico são ministradas principalmente nas dependências do Prédio do Biênio da Escola Politécnica. Já no ciclo profissionalizante, as aulas são ministradas primariamente nas dependências do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, que dispõe de 4 salas de aulas com 50 lugares, um anfiteatro para 120 lugares e uma sala de aula específica para as aulas ministradas no Laboratório de Metalografia. Disciplinas isoladas dentro do conteúdo profissionalizante são ainda ministradas nas dependências dos seguintes departamentos da Escola Politécnica: Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Departamento de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos, Departamento de Engenharia Civil - Estruturas, Departamento de Engenharia Elétrica e Departamento de Engenharia de Produção. As salas de aula contem instalações para a utilização de recursos audiovisuais.

Laboratórios

Os laboratórios utilizados no Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais para os seus cursos são os seguintes: Laboratório de Análises Térmicas, Laboratório de Caracterização de Dispersões Cerâmicas, Laboratório de Caracterização Microestrutural, Laboratório de Computação em Ciência dos Materiais, Laboratório de Processos Eletroquímicos, Laboratório de Ensaios Mecânicos, Laboratório de Fusão-Redução, Laboratório de Moagem de Alta Energia, Materiais de Carbono e Compósitos para Altas Temperaturas, Laboratório de Junção, Laboratório de Materiais Compósitos, Laboratório de Microscopia de Varredura e Microanálise, Laboratório de Processos Metalúrgicos, Laboratório de Soldagem, Laboratório de Análise de Materiais Poliméricos, Laboratório de Processamento de Materiais Poliméricos, Laboratório de Processamento de Materiais Cerâmicos, Laboratório de Síntese de Materiais Cerâmicos e Poliméricos.

Infraestrutura em recursos de informática

A infraestrutura de informática do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais que é colocada à disposição dos alunos dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia dos Materiais é a seguinte: uma rede local composta de 30 microcomputadores, com acesso à Internet por fibra ótica, sendo que quatro dos computadores estão ligados a impressoras e/ou scanner de alta resolução. Aproximadamente outra dezena está conectada a sistemas de aquisição de imagens de microscópios. Existem softwares específicos para microscopia ótica (aquisição e análise de imagens), microscopia eletrônica (reconstrução tridimensional de topografia); microanálise química EDS com correção ZAF, curvas de transformação de fases em aços, soldagem, cálculo de diagramas de fases, seleção de materiais e simulação física de processos. Adicionalmente, existem duas estações de trabalho e um microcomputador para termodinâmica computacional; sala para alunos de graduação com 10 microcomputadores em rede com servidor local; diversos microcomputadores dedicados à aquisição de dados nos vários laboratórios. Deve-se ressaltar ainda que o Centro de Computação Eletrônica da USP e a Assessoria de Informática da Escola Politécnica fornecem suporte técnico de hardware e software para todos os usuários do sistema.

Infraestrutura – Biblioteca

A Biblioteca da Escola Politécnica é composta de uma Biblioteca Central e de Bibliotecas Setoriais nos diversos departamentos. A Biblioteca Setorial do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, que serve aos alunos dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais, ocupa uma área de 260,90 m², possuindo 12 lugares da Sala de Leitura Externa, duas salas de estudo individual, uma sala de estudo em grupo, uma sala para pesquisa em CD_ROM, 20 lugares junto ao acervo, quatro estações de consulta a Bases de Dados e Internet, bagageiro para guarda de materiais. O acervo é composto de 6.166 volumes de livros, 40.422 volumes de periódicos (249 títulos estrangeiros e 29 outros, nacionais), 652 volumes de teses e dissertações, 180 multimeios e 1043 outros documentos. Estão disponíveis as bases de dados CENWIN, COMPENDEX e METADEX, Normas ASTM, Portal CAPES, SIBINET, serviços de empréstimos entre Bibliotecas: EEB, visitas monitoradas, pesquisa bibliográfica, normas teóricas ABNT, periódicos eletrônicos. A localização de documentos pode se feita por catálogo local, Banco de Dados Bibliográficos da USP-DEDALUS, IBICT na Internet e catálogos de Bibliotecas na Internet (UNICAMP, UNESP, UNM, CISTI). Cópias de documentos podem ser obtidas por computação tradicional, COMUT, Consórcio INSTEC-LIGDOC e British Library. A Biblioteca Setorial de Engenharia Metalúrgica e de Materiais pode ser acessada através do endereço <http://www.epbib.usp.br>.

ANEXO 1

Estrutura Curricular

Quinto semestre, curso: ENGENHARIA – NÚCLEO COMUM - MATERIAIS – 3091 - 200

Disciplina	Créditos
PMT2301 Fundamentos de Cristalografia e Difração	3-0-0
PMT2303 Fenômenos de Transporte em Eng ^a Metalúrgica e de Materiais	4-0-0
PMT2305 Físico-química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais I	4-0-0
PMT2309 Metalurgia Física	4-0-0
PRO2201 Estatística I	4-0-0
PEA2395 Eletrotécnica Geral	4-0-0
PMT2311 Cerâmica Física	3-0-0
PMT2403 Matéria Primas Metalúrgicas	2-1-0
Total	28-1-0

Carga horária semestral: 450 horas/aula

Sexto semestre, curso: ENGENHARIA – NÚCLEO COMUM - MATERIAIS – 3091 – 200

Disciplina	Créditos
PMT2302 Transformações de Fases	6-0-0
PMT2304 Modelos Matemáticos e Simulação	4-0-0
PMT2306 Físico-química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais II	4-0-0
PMT2308 Estrutura e Propriedades dos Polímeros	3-0-0
PMT2310 Introdução ao Método e à Redação Científica	1-1-0
PEA2393 Laboratório de Eletricidade Geral I	4-0-0
PEF2307 Resistência dos Materiais	4-0-0
PHD2218- Introdução à Engenharia Ambiental	2-0-0
Total	28-1-0

Carga horária semestral: 450 horas/aula

Sétimo semestre, curso: ENGENHARIA DE MATERIAIS – 3101

Disciplina	Créditos
PMT2411 Química dos Polímeros	3-0-0
PMT2405 Mecânica dos Materiais	4-0-0
PMT2413 Processos Metalúrgicos I	2-0-0
PMT2415 Reologia dos Materiais	4-0-0
PMR2203 Laboratório de Manufatura Mecânica I	2-0-0
PMR2372 Introdução aos Elementos de Máquinas	4-0-0
PMT2417 Síntese e Preparação de Materiais Cerâmicos	2-0-0
PMT2423 Físico-Química para Metalúrgica e Materiais III	2-0-0
PMT2517 Tecnologia de Processamento de Materiais Cerâmicos	4-0-0
Total	27-0-0

Carga horária semestral: 405 horas/aula**Oitavo semestre, curso: ENGENHARIA DE MATERIAIS – 3101**

Disciplina	Créditos
PMT2402 Metalografia e Tratamentos Térmicos dos Metais	6-0-0
PMT2401 Laboratório de Processos Metalúrgicos	2-0-0
PMT2424 Laboratório de caracterização microestrutural de polímeros	2-0-0
PMT2414 Processos Metalúrgicos II	3-0-0
PMT2412 Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos	2-0-0
PMT2421 Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais	4-0-0
PMT2418 Processamento de Materiais Poliméricos	4-0-0
PMT2422 Microestrutura de Materiais Cerâmicos	1-0-0
PRO2303 Princípios de Administração de Empresas	4-0-0
Total	28-0-0

Carga horária semestral: 420 horas/aula

Nono semestre, curso: ENGENHARIA DE MATERIAIS - 3101

Disciplina	Créditos
PMT2511 Tecnologia de Vidros	3-0-0
PMT2507 Corrosão e Proteção dos Materiais	2-0-0
PMT2526 Análise de Falhas	2-0-0
PMT2521 Conformação dos Materiais Metálicos	4-1-0
PMT2595 Trabalho de Formatura I	1-6-0
PMT2528 Seleção de Materiais	2-0-0
PMT2523 Tecnologia dos Refratários (Optativa)	3-0-0
PMT2525 Transformações de Fase em Aços e Ferros Fundidos (Optativa)	3-1-0
PMT2512 Laboratório de Termodinâmica Computacional (Optativa)	2-0-0
PMT2520 Blendas e compósitos poliméricos (Optativa)	3-1-0
PMT2504 Reciclagem de Resíduos Industriais (Optativa)	4-0-0
PMT2513 Materiais para Aplicações em Altas Temperaturas (Optativa)	2-0-0
PMT2519 Tecnologia de Polímeros (Optativa)	4-0-0
PMT2597 Estágio Supervisionado	1-6-0
PRO2304 Princípios de Gestão da Produção e Logística	4-0-0
DFD0451 Instituições de Direito	2-0-0
Total	39-15-0

Carga horária semestral (excluindo optativas): 705 horas/aula

Décimo semestre, curso: ENGENHARIA DE MATERIAIS - 3101

Disciplina	Créditos
PMT2505 Soldagem e Junção de Materiais	4-0-0
PMT2596 Trabalho de Formatura II	1-6-0
PMT2406 Mecânica dos Materiais Metálicos – (Optativa)	4-0-0

PMT2514 Modelamento de Fase em Aços e Ferros Fundidos (Optativa)	3-1-0
PCC2598 Noções Básicas de Materiais para a Construção Civil - (Optativa)	4-0-0
Total	16-0-6

Carga horária semestral (excluindo optativas): 255 horas/aula

O aluno deve cumprir 4 créditos em disciplinas optativas nos semestres nono e/ou décimo, perfazendo um total de 60 horas/aula.

ANEXO 2

As Ementas das Disciplinas

PMT2301 – Fundamentos de Cristalografia e Difração

Objetivos:

- 1) Revisar de forma resumida e esquemática a microestrutura dos materiais.
- 2) Situar as técnicas de difração no universo das técnicas de análise microestrutural.
- 3) Introduzir conceitos básicos de cristalografia.
- 4) Apresentar de forma detalhada a teoria de difração.
- 5) Apresentar várias aplicações de difração de raios x, elétrons e nêutrons .
- 6) Desenvolver habilidade na interpretação de difratogramas e figuras de difração.

Conteúdo:

As microestruturas dos materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos. As principais técnicas de análise microestrutural. Sistemas e reticulados cristalinos, grupos espaciais e simetria, tipos mais comuns de estruturas cristalinas. Projeção estereográfica e projeção gnomônica. Direção do feixe difratado e a lei de Bragg. Intensidade do feixe difratado. Métodos de difração de raios X. Difração de elétrons e difração de nêutrons. Exemplos de aplicações das técnicas de difração.

PMT2302 – Transformações de Fases

Objetivos:

Entendimento dos processos de fabricação, no que se refere a tratamentos térmicos, solidificação e sinterização. Termodinâmica e cinética das transformações de fases. Controle de microestruturas.

Conteúdo:

Difusão no estado sólido. Leis de Fick; aplicações. Mecanismos atômicos; processos termicamente ativados; viabilidade termodinâmica e evidências da existência de lacunas. Difusão em materiais não metálicos. Recuperação, recristalização e crescimento de grão. Energia livre de soluções sólidas; metaestabilidade; diagramas de fases. Solidificação; nucleação, crescimento dendrítico e redistribuição de soluto; crescimento de eutéticos; macro e microestruturas brutas de fundição. Decomposição da austenita por processos de difusão; nucleação de um sólido no interior de outro; relação entre morfologia e condições de crescimento. Curvas TTT, TRC e temperabilidade dos aços. Transformações por difusão em sistemas não-ferrosos. Precipitação a baixas temperaturas (envelhecimento). Carater martensítico; transformações martensíticas e bainíticas. Revenimento dos aços. Transformações de fases em materiais cerâmicos.

PMT2303 – Fenômenos de Transporte em Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Objetivos:

Introdução de conceitos relacionados com taxa e fluxo de quantidade de movimento, calor e massa, aplicados ao processamento de materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos.

Conteúdo:

1. Transporte de quantidade de movimento. 1.1 Tipos de fluidos. Viscosidade e elasticidade. Tensão e escoamento em fluidos newtonianos e não-newtonianos. 1.2 Escoamentos laminar e turbulento. Leitos de enchimento e leito fluidizados. Movimento de partículas em fluidos. 1.3 Medidores de vazão. 1.4 Formação e movimentação de bolhas em líquidos. 1.5 Jatos gasosos em sistemas líquidos. 2 Transporte de calor. 2.1 Condutividade térmica de sólidos, fluidos e meios porosos. 2.2 Transporte de calor por convecção livre e forçada. 2.3 Condução de calor em sólidos. Regime estacionário e transiente. 2.4 Transporte de calor por radiação. 2.5 Transporte de calor na solidificação. 2.6 Comportamento térmico de leitos de enchimento fixos e em leitos fluidizados. 3 Transporte de Massa. 3.1 Difusividade em sólidos, líquidos, gasosos e meios porosos. 3.2 Transferência de massa em sistemas fluidos. Modelos para o coeficiente de transporte de massa. 3.3 Transporte de massa em sistemas heterogêneos. Reações sólidos/gás, sólido/líquido, líquido/líquido e líquido/gás.

PMT2304 – Modelos Matemáticos e Simulação

Objetivos:

Capacitar o aluno a formular modelos matemáticos de fenômenos e processos relevantes na Engenharia Metalúrgica e de Materiais com base em equações algébricas e diferenciais e fornecer ferramentas para a resolução destas equações.

Conteúdo:

1.Introdução. 2.Revisão de conceitos importantes do cálculo diferencial. 3. Desenvolvimento das equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia. 4. Introdução a Linguagens Visuais de Programação. 5. Método da Transformada de Laplace. 6. Método da combinação de variáveis. 7. Método da separação de variáveis. 8. Modelos clássicos em transformação de fases. 9. Métodos numéricos para resolução de equações diferenciais ordinárias. 10. Métodos numéricos para resolução de equações diferenciais a derivadas parciais.

PMT2305 – Físico-química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais-I

Objetivos:

Aprendizado e treinamento da aplicação das Leis da Termodinâmica às transformações (reações químicas e transformações de fase) de interesse nas Engenharias Metalúrgica e de Materiais. Desenvolver habilidade de cálculo e de interpretação do equilíbrio de sistemas unitários, binários e multicomponentes.

Conteúdo:

Introdução e Definições. Princípio Zero e Primeiro Princípio. Aplicações das funções Energia Interna, Entalpia, Calor, Trabalho e Capacidade Térmica. Definição de Calor de Transformação, de Calor de Formação e de Calor de Reação. Balanço Térmico. Segundo Princípio. Aplicações da função Entropia. Potenciais Termodinâmicos. Equação de Clausius-Clapeyron. Equação de Gibbs-Helmholtz. Diagrama de Equilíbrio para Sistemas Unitários. Introdução à Termodinâmica Estatística. Sistemas abertos / heterogêneos: Potencial Químico. Grandezas Molares. Equação de Gibbs-Duhem. Equilíbrio das fases gasosas - sistemas simples e complexos. Equilíbrio das fases condensadas: Atividade Raoultiana. Desvios da idealidade. Lei de Henry. Soluções Regulares. Generalização da constante de equilíbrio. Diagrama de Richardson-Ellingham. Atividade Henryana. Sistemas multicomponentes: parâmetros de interação. Diagrama de Equilíbrio - sistemas binários: Curvas de Energia Livre em função da composição e temperatura, Transformação espinodal, Metaestabilidade.

PMT2306 - Físico-química para a Engenharia Metalúrgica e de Materiais-II

Objetivos:

Desenvolver habilidade de cálculo e interpretação do equilíbrio de Sistemas Multicomponentes. Dar início ao estudo dos mecanismos da Cinética das Reações presentes nos principais processos da Engenharia Metalúrgica e de Materiais: mecanismos para reações homogêneas e heterogêneas (reações sólido/fluido, líquido/líquido e líquido/gás).

Conteúdo:

Termodinâmica dos Sistemas Multicomponentes: Escala de atividade Henryana (porcentagem em massa); parâmetros de interação; análise do equilíbrio para reações Metal/ Escória e Metal Líquido/Gás.

Introdução à Cinética das Reações. Classificação das reações. Definição de velocidade de reação.

- Cinética de Reações Homogêneas: Dependência da concentração; Reações Elementares e não Elementares; Molecularidade e Ordem; Constante de velocidade; Pesquisa de Mecanismo; Métodos de determinação da Ordem das Reações; Efeito da Temperatura (Equação de Arrhenius).

- Introdução à Cinética das Reações Heterogêneas: Difusão em meio estacionário; Leis de Fick; Modelo da Camada Limite de Nernst; Adsorção.

- Reações Sólido/Gás. Sólido Denso tamanho constante: Controle por Difusão

Gasosa, por Difusão na Camada de Cinza e por Reação Química. Sólido Denso tamanho em diminuição: Controle por Difusão Gasosa e por Reação Química. Reações Líquido/Líquido: Processos controlados por Difusão e Reação na Interface; Aplicações para Fases Metálicas e Escórias Metalúrgicas. •Reações Líquido/Gás: Vaporização Livre; Cinética de Reações envolvendo fases Metálicas.

PMT2307 – Diagramas de Fases

Objetivos:

Ensinar ao aluno de Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais os princípios, leitura e aplicação de Diagramas de Fases.

Conteúdo:

Sistemas binários: reações, solidificação e aspectos microestruturais. Sistemas ternários: métodos de representação, reações. Sistemas ternários aplicados a materiais cerâmicos refratários. Sistemas ternários aplicados a metais. - Sistemas pseudo-binários. Técnicas experimentais de obtenção de diagramas.

PMT-2308 - Estrutura e Propriedades dos Polímeros

Objetivos:

Introduzir conceitos básicos sobre a influência da estrutura química dos materiais poliméricos na morfologia e nas propriedades mecânicas, óticas, elétricas e químicas.

Conteúdo:

Introdução: nomenclatura, arquitetura molecular e estrutura configuracional. Estado sólido: amorfo, cristalino e elastomérico. Estrutura e propriedades: propriedades mecânicas, óticas, elétricas e químicas. Plásticos, fibras e elastômeros. Polímeros líquido-cristalinos. Blendas poliméricas: conceito, comportamento físico-mecânico, interfaces. Compósitos poliméricos: conceito, comportamento físico-mecânico, interfaces.

PMT2309 – Metalurgia Física

Objetivos:

Entendimento dos processos de deformação plástica e de endurecimento dos materiais metálicos.

Conteúdo:

Escorregamento e sua relação com a estrutura cristalina. Tensão de cisalhamento projetada crítica. A necessidade de discordâncias. Discordâncias em cristais; discordâncias em hélice e em cunha. Movimentação de discordâncias. Propriedades elásticas. Discordâncias em cristais cfc. Discordâncias em outras estruturas. Evidências experimentais de discordâncias. Deformação plástica: mobilidade e multiplicação de discordâncias. Encruamento de monocristais. Influência de contornos de grão sobre plasticidade; encruamento de policristais. Estruturas de discordâncias em metais deformados plasticamente. Endurecimento por solução sólida; solutos substitucionais e intersticiais. Endurecimento por segunda fase.

PMT2311 – Cerâmica Física

Objetivos:

Apresentação dos principais materiais cerâmicos abordando desde a estrutura cristalina, passando pelos defeitos puntiformes e os processos de transporte de carga elétrica e concluindo com a sinterização dos materiais cerâmicos e sua microestrutura.

Conteúdo:

Estrutura de Materiais Cerâmicos. Tipos de Estruturas em Materiais Cerâmico , Estabilidade de Cristais Iônicos, Silicatos Cristalinos, Estrutura do Vidro, Defeitos em Materiais Cerâmicos, Defeitos Puntiformes, Equilíbrio Simultâneo de Defeitos, Precipitação e Associação de Defeitos, Interação entre Defeitos Puntiformes e Interfaces, Defeitos Lineares e Planos, Transporte Elétrico e de Carga em Materiais Cerâmicos, Processo de Difusão, Condutividade Elétrica, Potencial Eletroquímico, Microestrutura de Materiais Cerâmicos, Capilaridade, Crescimento de Grão e Coalescimento, Sinterização, Sinterização sob Pressão, Vidros e Vitro-Cerâmicos, Propriedades de Compósitos Cerâmicos.

PMT2401 - Laboratório de Processos Metalúrgicos

Objetivos:

Introduzir ao aluno de Engenharia Metalúrgica noções práticas sobre o processamento de materiais metálicos

Conteúdo:

Ensaio granulométrico. Sintonização e minério de ferro. Redução aluminotérmica de minérios oxidados. Briquetagem redução carbotérmica de óxido de cobre preto. Preparo de cadinho refratário monolítico. Moldagem e fundição de peça de Al-Si. Fluidez Herty de escórias. Refino eletrolítico de cobre. Efeito da umidade do molde na fundação de alumínio.

PMT2402 - Metalografia e Tratamentos Térmicos dos Metais

Objetivos:

Estudar as principais famílias de ligas metálicas, estabelecendo relações entre microestrutura, propriedades e processamento. Preparação de amostras metalográficas e identificação dos componentes microestruturais de materiais metálicos durante caracterização microestrutural. Otimização e projeto de microestruturas através do controle das variáveis de processo, usando os conceitos de teoria de transformações de fases. Redação de relatórios técnicos de caracterização microestrutural.

Conteúdo:

História da metalografia; Uso do laboratório; Aços: diagrama Fe-C, austenitização, crescimento de grão, decomposição da austenita, curvas TTT, efeito dos elementos de liga, transformações em aços resfriados lentamente e rapidamente, transformação bainítica, transformação martensítica e revenimento. Propriedades, relação entre a microestrutura, processo de fabricação e propriedades; aplicações: aços inoxidáveis, aços ferramenta, ferros fundidos brancos de alta resistência ao desgaste, ferros fundidos cinzentos e nodulares, ligas de alumínio, ligas de cobre, ligas de titânio e superligas de níquel. Aulas práticas de laboratório e produção de relatórios técnicos

PMT2405 - Mecânica dos Materiais

Objetivos:

Discutir e comparar o comportamento mecânico das diversas classes de materiais (cerâmicos, metálicos, poliméricos e compósitos) e sua relação com a estrutura e a microestrutura. Apresentar e discutir os fundamentos da mecânica da fratura. Compreender os conceitos de resistência mecânica, tenacidade, resistência à fadiga e à fluência. Discutir noções de filosofia de projeto mecânico em solicitações de fadiga e fluência, assim como de projetos regidos pela mecânica da fratura. Compreender os fundamentos dos ensaios mecânicos e sua aplicabilidade. Aprender como localizar dados relevantes sobre o comportamento mecânico de materiais específicos.

Conteúdo:

Revisão de resistência dos materiais: tensores de tensão e de deformação, círculos de Mohr em duas e três dimensões, estados planos de tensão e de deformação. Elasticidade linear: módulos elásticos, coeficiente de Poisson, elasticidade em monocristais. Mecânica da fratura linear elástica (MFLE): trincas e concentradores de tensão, critério de Griffith, tenacidade à fratura e outros parâmetros da MFLE, propagação de trinca acompanhadas de plasticidade limitada. Plasticidade: tensão e deformação reais, parâmetros da curva tensão

deformação, noções da teoria matemática da plasticidade, instabilidades plásticas, deformação plástica em estados de tensão triaxiais, critérios de escoamento e de falha, estampabilidade de chapas metálicas, ensaios de estampabilidade, curva-limite de conformação (CLC) e análise de grade de círculos. Noções da Mecânica da Fratura Elasto-plástica (MFEP): Crítica à MFLE, parâmetros da MFEP - deslocamento de abertura de trinca (COD) e deslocamento de abertura de ponta de trinca (CTOD), Integral J, curva R. Mecanismos de deformação plástica e de fratura: Geometria da deformação plástica em monocristais, lei de Schmid, deformação por escorregamento de discordâncias em monocristais, teorias do encruamento, mecanismos de fratura dúctil em metais, fratura taça-cone, bandas de cisalhamento, deformação plástica em materiais amorfos, deformação plástica em materiais cerâmicos e granulares, deformação plástica em materiais poliméricos (microfibrilamento), mecanismos de fratura em polímeros semi-cristalinos, maclação mecânica, fratura frágil em materiais cristalinos (clivagem e fratura intergranular), aspectos morfológicos da fratura frágil em materiais amorfos. Ensaio de impacto e a transição dúctil frágil: ensaios de pêndulo (Charpy e Izod), transição dúctil-frágil, ensaio de queda de peso, temperatura de transição para ductilidade nula (NDT), Análise de Weibull. Viscoelasticidade e Fluência: comportamento viscoso, ensaios de fluência e de relaxação de tensão, viscosidade, viscoelasticidade linear, modelos de Maxwell e de Voigt, modelos mais complexos, fluência em polímeros - curva mestre, módulos complexos, fluência em materiais cristalinos, relações fenomenológicas na fluência de materiais metálicos e cerâmicos, métodos de extrapolação, fluência em estados triaxiais de tensão, relaxação de tensão, mecanismos de fluência em materiais cristalinos, equação de Mukherjee-Bird-Dorn, superplasticidade, mecanismos de fratura em fluência. Fadiga dos materiais: fenomenologia da fadiga, curva S-N e o limite de fadiga, fadiga em alto e baixo ciclo, análise de Coffin-Manson, diagramas de vida constante, aspectos morfológicos e microestruturais da fadiga, nucleação da trinca de fadiga, propagação da trinca de fadiga, fractografia, teorias da acumulação de danos, aplicação da MFLE à fadiga, curva de Paris, efeitos da razão de fadiga (R), desvios do comportamento de Paris, trincas curtas, efeitos de sobrecargas e subcargas, comparação entre modelos de fechamento prematuro de trinca e a teoria de dois parâmetros de Vasudevan e Sadananda, fadiga operacional, fadiga em modo misto, critérios de projeto mecânico orientado à fadiga. Efeitos do ambiente sobre o comportamento mecânico dos materiais: fragilização por hidrogênio e corrosão-sob-tensão (CST) em materiais metálicos, fadiga estática de materiais cerâmicos, degradação de polímeros. Mecânica dos materiais compósitos: definições e nomenclaturas, estimativa de propriedades dos compósitos, modelos de Reuss e de Voigt, plasticidade em compósitos, fratura em compósitos.

PMT2406 - Mecânica dos Materiais Metálicos

Objetivos:

Aprofundar os conhecimentos adquiridos em PMT2405, Mecânica dos Materiais, com ênfase no comportamento mecânico dos materiais metálicos. Discutir e

compreender as alterações microestruturais que ocorrer em um material metálico sujeito a esforços cíclicos e sua consequência para o dano por fadiga.

Conteúdo:

Heterogeneidades de deformação plástica, Comportamento mecânico a quente de materiais metálicos, Textura cristalográfica, Fadiga de baixo ciclo e microestruturas de deformação em fadiga em metais e ligas.

PMT2411 - Química dos Polímeros

Objetivos:

Esta disciplina introduz os conceitos básicos, os termos básicos e a nomenclatura em ciência dos polímeros. E tem como objetivo principal dar conhecimento sobre as reações químicas e os processos industriais envolvidos na preparação de polímeros. É dada também uma introdução à caracterização dos polímeros em termos de massa molecular e estrutura química.

Conteúdo:

Introdução: dados econômicos, homopolímeros, copolímeros, blendas, configuração e conformação da cadeia polimérica, nomenclatura. Síntese de Polímeros: generalidades, reações típicas, policondensação, poliadição (via radicais livre, aniônica e catiônica), polimerização estéreo-específica (Ziegler-Natta e metaloceno) e copolimerização. Processos industriais: polimerização em massa, em solução, em emulsão, em dispersão e em suspensão. Massa Molecular: definições e medidas da massa molecular (métodos químicos, propriedades coligativas, métodos de espalhamento de luz, viscosimétrico, cromatografia de permeação de gel). Modificação de polímeros. Degradação de polímeros. Caracterização: IV, RMN e DSC.

PMT2412 - Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos

Objetivos:

Mostrar fundamentos técnico-científicos dos processos de produção de peças elaboradas por metalurgia de pós-metálicos e cerâmicos. Apresentar a dependência entre propriedades, processamento e desempenho. Desenvolver a análise crítica para melhoria e inovação de processos e propriedades de produtos obtidos por essa tecnologia.

Conteúdo:

Introdução: peças sintetizadas, propriedades especiais, limitações e custos comparativos. Processos de produção de pós-metálicos e cerâmicos. Consolidação de materiais particulados. Fundamentos teóricos e mecanismos de consolidação. Teoria da sinterização: estágios, pré – ligadas e mistura de pós.

Sinterização com fase líquida; sinterização ativada. Controle de porosidade na sinterização. Fornos de sinterização: controle de atmosfera. Processos de infiltração e de tratamento superficial. Processos especiais de consolidação. Materiais compósitos.

PMT2413 – Processos Metalúrgicos I

Objetivos:

Fornecer ao aluno de engenharia de materiais os fundamentos e as tecnologias de obtenção e purificação de metais.

Conteúdo:

Introdução a processos metalúrgicos: pirometalurgia, hidrometalurgia, eletrometalurgia. Condicionamento físico e químico de minérios e concentrados: ustulação, calcinação, sinterização, pelletização. Combustíveis e redutores. Fundamentos dos processos de redução: redução de minérios de ferro, alto-forno e processos de redução direta. Redução de outros minérios oxidados: produção de chumbo, estanho e zinco, redução em forno elétrico. Processos de produção de aço a partir de gusa e de sucata.

PMT2414 – Processos Metalúrgicos II

Objetivos:

Fornecer ao aluno de engenharia de materiais os fundamentos e as tecnologias de obtenção e purificação de metais.

Conteúdo:

Metalurgia de Mattes- aplicação para a metalurgia do Cobre. Teoria de Escória. Refino Pirometalúrgico de Metais. Refratários e Escórias. Metalurgia de Metais Voláteis- termodinâmica e aplicação para Zn e Mg. Hidrometalurgia e Eletrometalurgia – princípios, rotas hidrometalúrgicas, diagramas E-pH, cementação, extração por solventes, troca iônica, exemplos aplicados ao zinco e MnO_2 eletrolítico, processo Bayer, cianetação. Processos de Reciclagem de Metais.

PMT2415 - Reologia dos Materiais

Objetivos:

A reologia é a ciência que estuda o escoamento de materiais. O seu conhecimento é necessária para poder entender o processamento dos materiais poliméricos e cerâmicos. A disciplina visa o ensino dos conceitos básicos de reologia de materiais (polímeros fundidos e suspensões) para um engenheiro de materiais, a

disciplina visa também a familiarização do futuro engenheiro com os métodos experimentais para avaliar as propriedades reológicas de materiais poliméricos.

Conteúdo:

Introdução,Diferentes Tipos de Fluxos,Sólidos Hookeanos e Fluidos Newtonianos, Fluidos Newtonianos,Fluidos Não Newtonianos,Viscoelasticidade ,Viscosidade Extensional, Diferenças de Tensões Normais,Variáveis que Afeitam a Viscosidade de Polímeros ,Importância da Reologia no Processamento de polímeros,Reologia de materiais suspensões,Fluxos utilizados para caracterizar materiais, Fluxos de arraste, Fluxos devidos a diferença de pressão, escoamento em dutos,Reômetros, Introdução, Reômetros rotacionais, Reômetros capilares,Reômetros especiais.

PMT2417 - Síntese e Preparação de Materiais Cerâmicos

Objetivos:

Apresentação de processos de fabricação avançados de síntese de materiais utilizados na indústria cerâmica de alta tecnologia,Desenvolvimento de conceitos sobre as condições de preparação de pós cerâmicos de um ou vários componentes com homogeneidade química e distribuição granulométrica controlada.Revisão sobre as principais técnicas de caracterização de sólidos particulados.

Conteúdo:

Introdução. Preparação de pós-cerâmicos por rotas convencionais. Propriedades importantes para um pó cerâmico e sua caracterização. Nucleação homogênea. O estado coloidal. Co-precipitação e precipitação simultânea. Processo Sol-Gel. Processamento sol-gel de compostos organo-metálicos. Síntese hidrotermal. Hidrólise forçada. Reações em fases não-aquosas. Reações em fase gasosa. Pirólise de Polímeros. Rotas de síntese via emulsões. Spray-drying e freeze-drying

PMT2418 - Processamento de Materiais Poliméricos

Objetivos:

Fornecer Conhecimentos Técnicos E Científicos Para O Aluno Escolher Corretamente A Técnica Mais Adequada De Processamento De Polímeros , Bem Como,Poder Manipular Corretamente Os Equipamentos De Processamento, Bem Como Especificar Corretamente Matérias Primas, Moldes E as Máquinas Adequadas Para Determinadas Conformações.

Conteúdo:

O Triângulo Do Processamento De Materiais Poliméricos : Matéria Prima, Máquina E Molde, Matérias Primas : Plásticos E Borrachas.Tipos De Plásticos: Uso Comum E De Engenharia [Alto Desempenho] Propriedades E Aplicações.Tipos De Borrachas : Propriedades , Usos E Aplicações.Tipos De Conformações:Injeção,Extrusão,Sopro,Prensagem, termoformagem,Calandragem,

Fiação, Rotomoldagem, Outras Técnicas De Conformação. Novas Técnicas De Injeção, Co-Injeção, Detalhes. Extrusão Plana, Extrusão Balão, Detalhes Em Extrusão, Co-Extrusão. Injeção, Sopro, Extrusão, Sopro. Termoformagem. Detalhes. Rotomoldagem. Detalhes. Detalhes Em Outros Tipos De Conformações. Moldes. Materiais Dos Moldes. Cuidados No Projeto E Na Utilização. A Simulação Virtual De Processos De Conformação De Plástico. A Reciclagem Polimérica Vista Como Uma Sequência De Técnicas De Conformações. Visita Técnica E Aulas Práticas.

PMT2421 – Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais

Objetivos:

Capacitar o aluno a atuar nos processos de fundição industriais e no projeto de peças fundidas.

Conteúdo:

Conceitos Básicos dos Processos de Fundição; Sistemas de Canais em Moldes de Fundição; Sistemas de Alimentação em Moldes de Fundição; Tensões Residuais, Distorções e Trincas; Fundição em Areia Verde; Sistemas de Resinas para a Moldagem e Macharia; Moldagem em Casca (Processo “Shell”); Fundição de Precisão; Fundição em Moldes Permanentes; Processamento de Ligas Eutéicas; Gases, Inclusões e Filmes de óxido.

PMT2422 - Microestrutura de Materiais Cerâmicos

Objetivos:

Fornecer aos estudantes através de trabalhos dirigidos fundamentos da relação entre estrutura e propriedades de materiais cerâmicos.

Conteúdo:

Introdução às técnicas de caracterização química e caracterização física. Caracterização da morfologia. Caracterização da morfologia. Caracterização de fases sólidas: amorfa e cristalina. Caracterização de pós-cerâmicos. Relação de microestrutura e propriedades de materiais cerâmicos. Caracterização de compósitos cerâmicos Nano partículas cerâmicas. Nano cerâmicos.

PMT2424 - Laboratório de Caracterização Microestrutural de Polímeros

Objetivos:

Fornecer aos estudantes, através de experiências, fundamentos da relação entre estrutura e propriedades de materiais poliméricos.

Conteúdo:

Introdução. Técnicas de caracterização química e caracterização física. Caracterização da morfologia. Aplicações da espectroscopia (infravermelho, ultravioleta-visível, ressonância magnética nuclear). Análises térmicas. Caracterização da morfologia. Caracterização de fases sólidas: amorfa e cristalina. Caracterização de elastômeros. Caracterização de blends poliméricas. Caracterização de compósitos poliméricos.

PMT-2504 - Reciclagem de Resíduos Industriais

Objetivos:

Dar aos alunos conhecimento específico sob estratégias para campanhas de reciclagem dentro de uma determinada coletividade ou empresa. Mostrar os principais processos para a reciclagem de diversos materiais.

Conteúdo:

Reciclagem: filosofia da reciclagem, programas educacionais, definição de objetivos e estratégias, 3 “Rs”, estatísticas e experiências nacionais e internacionais. 2- Equipamentos e técnicas de segregação, separação e compactação ou prensagem de materiais. 3- Sistemas e estratégias para reciclagem de resíduos sólidos urbanos. 4- Reciclagem de baterias: chumbo ácido, pilhas secas, alcalinas, baterias de Ni-Cd. 5- Reciclagem de plásticos: separação por densidade, flotação, separação eletrostática, processos industriais. 6- Reciclagem de papel. 7- Tratamento de rejeitos e entulho de construção civil. 8- Reciclagem de sucata eletrônica: tipos de sucata, recuperação de metais preciosos, técnicas de separação de componentes. 9- Reciclagem de alumínio: mercado, tipos de ligas, tipos de equipamentos, tratamento de drosses. 10- Reciclagem de vidros: segregação de espécies, processos de tratamento. 11- Tratamento de efluentes de galvanização: precipitação de lodos, troca iônica, membrana, técnicas eletroquímicas. 12- Reciclagem de automóveis. 13- reciclagem de pneus.

PMT2505 - Soldagem e Junção de Materiais

Objetivos:

Conhecer os processos de união de materiais e a sua influência no desempenho das uniões.

Conteúdo:

Processos, equipamentos e consumíveis para soldagem: Introdução; Terminologia correlata; Processos, equipamentos e consumíveis para soldagem: classificação dos processos de soldagem; exemplos de aplicação dos processos de soldagem. Processos de soldagem de materiais metálicos: Soldagem oxigás.; Brasagem e

soldagem branda; Soldagem a arco: Física do arco elétrico; Equipamentos de soldagem.; Processos de soldagem com proteção gasosa: Processo de soldagem TIG (Gas Tungsten Arc Welding GTAW; Processo de soldagem MIG/MAG (Gas Metal Arc Welding GMAW); Processo de soldagem com eletrodo tubular.(Flux Cored Arc Welding FCAW); Processos de soldagem com proteção de escória: Processo de soldagem com eletrodo revestido (Shielded Metal Arc Welding SMAW), Processo de soldagem ao arco submerso (Submerged Arc Welding SAW); Processos de corte (à frio: corte com jato de água; à quente: oxicorte, corte com eletrodo de carbono, corte a plasma e corte a laser); Custos na soldagem. Processos de junção de materiais cerâmicos: brasagem metal/cerâmica; TLP; laser. Processos de soldagem de materiais poliméricos: Processos envolvendo movimento relativo entre partes: Processo de soldagem por ultra-som., Processo de soldagem por atrito, Processo de soldagem por vibração linear; Processos envolvendo aquecimento externo: Processo de soldagem por placa quente, Processo de soldagem por gás quente, Processo de soldagem por implante resistivo ou indutivo. Escolha do processo de soldagem ou junção. Fundamentos de junção de materiais: Soldabilidade de materiais; Materiais de base; Fundamentos de soldagem de materiais metálicos: Transferência de calor na soldagem. Solidificação da poça de fusão. Defeitos na junta soldada. Aplicação em alguns materiais metálicos: Soldabilidade dos aços carbono e baixa liga, Soldabilidade dos aços inoxidáveis e Soldabilidade do alumínio e suas ligas. Fundamentos da junção de materiais cerâmicos. Fundamentos da junção de materiais poliméricos. Qualidade e produtividade na soldagem: Ensaio não-destrutivos. Simbologia de soldagem e ensaios não-destrutivos. Qualificação de procedimentos de soldagem e de soldadores/operadores. Automação em soldagem.

PMT2507 - Corrosão e Proteção dos Materiais

Objetivos:

Fornecer aos alunos noções sobre a durabilidade dos materiais do ponto de vista corrosivo, isto é, da sua deterioração através da interação química e eletroquímica com o meio ambiente em que operam, ilustrando os principais tipos de corrosão com casos históricos de falhas em serviço. Além disso, discutir os métodos de preservação dos materiais através do exame dos principais métodos de proteção anticorrosiva.

Conteúdo:

Corrosão e sua importância econômica e social. Corrosão de metais. Bases eletroquímicas da corrosão: equilíbrio e cinética. Corrosão eletroquímica. Passivação e diagramas de Pourbaix. Métodos experimentais em corrosão. Principais tipos de corrosão dos metais: generalizada, galvânica, por pite e em frestas, intergranular, seletiva, microbiológica, por correntes de fuga, filiforme. Corrosão atmosférica. Corrosão associada e tensões mecânicas. Oxidação e corrosão quente. Corrosão de polímeros e cerâmicos. Proteção contra a corrosão: seleção de materiais, revestimentos, proteção catódica, inibidores, projeto.

PMT2511 – Tecnologia dos Vidros

Objetivos:

Dar ao estudante uma visão unificada da ciência e da tecnologia de vidros. Tanto os aspectos estruturais como o processamento serão contemplados.

Conteúdo:

Desenvolvimento histórico. Solidificação de vidros fundidos - transição vítrea. Estruturas de silicatos cristalinos. Estruturas de vidros. Separação de fases em vidros. Estrutura e características de vidros coloridos. Cristalização de vidros. Interação entre energia eletromagnética e vidros. Técnicas instrumentais para o estudo de vidros. Propriedades dos vidros. Defeitos em vidros: devitrificação; pedras e nós; estrias; bolhas; defeitos cromáticos; tensões internas; defeitos superficiais; outros defeitos. Fabricação. Preparação de matérias primas. Energia para fusão e sua transmissão. Fusão, homogeneização e refino. Tratamentos térmicos e químicos. Fabricação de vidro ótico; vidro plano. Estiramento de tubos e barras, fabricação de vidro ôco. Fabricação de fibras. Vidrados e vidros especiais.

PMT2512 - Laboratório de Termodinâmica Computacional

Objetivos:

Introduzir o conceito do uso de cálculos termodinâmicos e de cinética de difusão como ferramentas para o controle de processos industriais. Discutir diagramas de fases e outras propriedades termodinâmicas em sistemas multicomponentes.

Conteúdo:

O Protocolo CALPHAD: modelos termodinâmicos e bancos de dados. Cálculo de diagramas de fases binários e ternários: isotermas e isopletras. Solidificação em equilíbrio de um material tecnológico. Segregação durante a solidificação: o modelo de Scheill. Atividade em escórias. Estabilidade térmica de cerâmicas refratárias. Cálculo do potencial eletroquímico (diagramas de Pourbaix). Pares de difusão. Cinética de precipitação da ferrita próeutetoide.

PMT2513 - Materiais para Aplicações em Altas Temperaturas

Objetivos:

Os principais objetivos do curso são: Discutir os fenômenos que ocorrem em altas temperaturas nos materiais; Apresentar as principais classes de materiais utilizados em altas temperaturas e Discutir aplicações e alguns casos de falhas de componentes em altas temperaturas.

Conteúdo:

1. Breve revisão dos mecanismos de deformação plástica e de endurecimento. 2. Os ensaios de fluência (creep test), de ruptura por fluência (stress-rupture test) e de relaxação de tensão. 3. O fenômeno de fluência. 3.1 A curva de fluência. 3.2 Os principais mecanismos e equações envolvidos em cada estágio da curva de fluência. 3.3 Fratura em fluência. 4. Outros fenômenos importantes em altas temperaturas. 4.1 Estabilidade microestrutural. 4.1.1 Engrossamento da microestrutura (Ostwald ripening). 4.1.2 Precipitação de fases intermetálicas. 4.2 Oxidação. 4.3 Carbonetação. 4.4 Corrosão a quente (hot corrosion). 4.6 Fadiga térmica. 4.7 Resistência ao choque térmico. 5. Principais classes de materiais utilizados em altas temperaturas. 5.1 Aços inoxidáveis. 5.2 Superligas à base de níquel, cobalto ou ferro. 5.3 Metais e ligas refratários. 5.4 Cerâmicas avançadas. 5.5 Recobrimentos (coatings). 6. Alguns exemplos de falhas de componentes em altas temperaturas.

PMT2517 - Tecnologia e Processamento de Materiais Cerâmicos

Objetivos:

Fornecer ao aluno uma visão integrada dos principais processos industriais de fabricação de Materiais Cerâmicos, com destaque para os tipos de materiais fabricados pela indústria cerâmica brasileira.

Conteúdo:

Noções sobre obtenção, composição e propriedades das principais matérias-primas da Indústria Cerâmica. Principais processos de fabricação de Materiais Cerâmicos. A indústria de cerâmica vermelha. A indústria de cerâmica branca. A indústria de vidro. A indústria de cimento e cal. A indústria de materiais cerâmicos especiais (cerâmica técnica). A Indústria Cerâmica brasileira. Métodos de caracterização e controle de qualidade de materiais cerâmicos.

PMT2519 Tecnologia de Polímeros

Conteúdo:

1. Produtos poliméricos. Matérias primas. Propriedades. 2. Processos industriais de polimerização. Fluxogramas. Equipamentos. 3. Estruturas. Transições. Reologia e propriedades mecânicas. Propriedades elétricas. Propriedades ópticas. 4. Tecnologia de plásticos. Processos de moldagem. Injeção. Extrusão. Equipamentos. 5. Tecnologia de latex. 6. Tecnologia de elastômeros. Borracha natural. Elastômeros sintéticos. Vulcanização. Formulação. Equipamentos. 7. Tecnologia de fibras. Fibras naturais. Fibras modificadas. Fibras sintéticas. Processo de fabricação de fibras. Equipamentos

PMT2520 – Blendas e Compósitos Poliméricos

Objetivos:

O curso visa a dar fundamentação teórica, correlações básicas e princípios que possam ser aplicados para composição dos materiais poliméricos.

Conteúdo:

Blendas poliméricas: introdução; termodinâmica de blendas; compatibilização de blendas poliméricas; reologia de blendas poliméricas; caracterização; processamento; e propriedades barreiras. Compósitos e nanocompósitos: introdução; tipos de carga; regra das misturas; caracterização e propriedades; e processamento; modificação das cargas para serem incorporadas; e obtenção dos nanocompósitos por síntese, solução e processamento.

PMT2521 - Conformação dos Materiais Metálicos

Objetivos:

Levar o aluno a compreender os princípios metalúrgicos dos processos de conformação mecânica. Apresentar ao aluno os principais processo de conformação aplicados a materiais metálicos, a saber: laminação, forjamento, extrusão, trefilação e estampagem. Capacitar o aluno a executar atividades tecnológicas simples voltadas aos processos de conformação (como por exemplo, o cálculo de carga de laminação, a especificação de uma prensa de forjamento ou mesmo a especificação de matrizes simples), com ou sem o auxílio do computador.

Conteúdo:

1. Revisão de mecânica dos materiais, 2. Laminação, 3. Forjamento, 4. Trefilação, 5. Extrusão, 6. Estampagem, 7. Cálculo numérico aplicado à conformação de metais

PMT2523 – Tecnologia de Refratários

Objetivos:

Relacionar a composição química, a microestrutura e o processamento com as propriedades dos materiais refratários e seu desempenho em elevadas temperaturas. Conhecer as principais classes de materiais refratários utilizados em metalurgia, siderurgia, química, indústria de cimento & cal e petroquímica. Entender os processos de beneficiamentos das principais matérias-primas refratárias e o processamento/manufatura dos materiais refratários, suas normas de aplicação e utilização, métodos de caracterização, bem como os principais modos a análises de falha destes materiais. Utilizar estudos de casos para fixar e aprofundar os conceitos relacionados com a composição química, microestrutura, processamento, reciclagem, desempenho e aplicação.

Conteúdo:

Definição de materiais refratários, caracterização e aplicações (refratários de sílica, alumina, silico-aluminosos, de magnésia e cromita, espinelizados, de carbetos de

silício, nitreto de silício, carbetos de boro, etc.). Propriedades relevantes ao comportamento refratário em temperatura ambiente e em elevadas temperaturas (resistência mecânica, densidade, porosidade, módulo de elasticidade, condutividade térmica, expansão térmica, etc.). Ensaio, análise de desempenho e estudos “post-mortem”. Seleção e estratégias de aplicação industrial (concretos, massas de projeção, massas plásticas, tijolos e peças especiais). Cálculos práticos sobre isolamento térmico. Refratários estruturais tradicionais: matérias-primas, processamento, diagramas de equilíbrio, propriedades e aplicações. Refratários estruturais avançados: matérias-primas, processamento, diagramas de equilíbrio, propriedades e aplicações. Corrosão e interação entre refratários e escórias metalúrgicas. Processos de reciclagem de materiais refratários.

PMT2525 - Transformações de Fase em Aços e Ferros Fundidos

Objetivos:

Fornecer aos alunos que já aprovados previamente em PMT2402 os conhecimentos de transformações de fase nos aços e ferros fundidos necessários para iniciar uma pesquisa em metalurgia física dos materiais ferrosos. Discutir a história das idéias em transformações de fase dos aços e ferros fundidos através de uma leitura crítica de artigos clássicos sobre o assunto, de forma a situar o aluno em formação face às polemicas de área e prepará-lo para chegar autonomamente até o estado da arte de problemas específicos.

Conteúdo:

A estrutura das soluções sólidas CFC e CCC das ligas ferrosas. Decomposição da austenita próxima ao equilíbrio. Efeito dos elementos de liga; orto e paraequilíbrio, equilíbrio local com partição, equilíbrio local com partição negligível e não-partição. Decomposição da austenita longe do equilíbrio: transformação martensítica. Reações de envelhecimento e revenimento, efeito dos elementos de liga, fragilidade da martensita revenida e fragilidade do revenido. Austenita retida, austenita de reversão, austenita expandidas supersaturadas em C e em N (solubilidade colossal), transformação da austenita em martensita. Transformações bainíticas; definições da bainita, morfologia dos agregados eutetóides não lamelares, a transformação interrompida ou "stasis", bainita inversa, bainita isenta de carbonetos. Estrutura dos ferros fundidos nodulares austemperados, aços TRIP, supermartensíticos, maraging e dos aços nitretados e carburados.

PMT2526 - Análise de Falhas

Objetivos:

Entendimento da metodologia de análise de falhas de componentes de engenharia, assim como os diversos mecanismos concorrentes que atuam durante a falha (fratura frágil, fratura dúctil, fadiga, fluência, corrosão e fragilização

por hidrogênio e instabilidade microestrutural).

Conteúdo:

Histórico da análise de falha; Aspectos gerais da análise de falha; Técnicas usadas na análise de falha; Aspectos mecânicos e macrográficos; Mecanismos de falha e aspectos microfractográficos; Mecanismos de falha: sobrecarga – fratura dúctil; Mecanismos de falha: sobrecarga – fratura frágil; Mecanismos de falha: fadiga; Mecanismos de falha: desgaste; Mecanismos de falha: fluência; Fragilização por hidrogênio; Corrosão sob tensão.

PMT2528 - Seleção de Materiais

Objetivos:

Entendimento das fases de projeto de produtos, principalmente as fases de concepção de projeto, definição de objetivos e restrições dos projetos, e da seleção de materiais e processos, estes últimos baseados no método de Ashby (University of Cambridge), através do uso do software (Cambridge Engineering Selector).

Conteúdo:

Introdução à seleção dos materiais: O mundo dos materiais. Processo de design; Mapas de propriedades e seleção dos materiais; Processos de fabricação e seleção de processos; Restrições e objetivos múltiplos na seleção de materiais; Seleção de material e geometria; Projetos sustentáveis.

PMT2595 - Trabalho de Formatura I

Objetivos:

Oferecer ao aluno do 5º ano a oportunidade de executar uma tarefa de engenharia. Com os conhecimentos adquiridos durante o curso, sob a orientação de um professor, e utilizando os recursos dos laboratórios do Departamento ou da instituição ou empresa em que estiver estagiando, o graduando deverá produzir um trabalho de nível profissional.

Conteúdo:

O tema do trabalho é escolhido pelo aluno, juntamente com o seu orientador, docente do Departamento, e é aprovado pelo coordenador da disciplina até 31 de março. O tema poderá ser, entre outros, um projeto de engenharia (delineamento de processo, projeto de uma instalação, ...), um trabalho de desenvolvimento (de um processo, de um material para uma nova aplicação, de um ensaio, ...), um trabalho de caracterização de materiais (relação entre estrutura e propriedades, diagrama de fases, ...). Espera-se do aluno, nesta primeira fase do trabalho de formatura, a elaboração do plano de trabalho, o levantamento bibliográfico, a montagem do dispositivo experimental (se necessário), preparação dos corpos-de-

prova (se necessária), levantamento de informações para o projeto (se for o caso), e elaboração de um Relatório de Andamento

PMT2596 - Trabalho de Formatura II

Objetivos

São os mesmos da disciplina PMT-595, da qual ela é uma continuação.

Conteúdo:

Continuação do trabalho iniciado no primeiro semestre na disciplina PMT-595. Espera-se do aluno, nesta segunda fase do trabalho de formatura, entre outros a condução dos ensaios, a análise dos resultados, a elaboração final do projeto, e a elaboração do Relatório Final. As etapas que irão compor o trabalho dependerão do tema escolhido e, além das acima indicadas, outras poderão ser incluídas

PMT2597 - Estágio Supervisionado

Objetivos:

Fornecer ao aluno a oportunidade de realizar um treinamento profissional de engenharia numa empresa ou instituição, sob a orientação de um docente do Departamento.

Conteúdo:

Após o acerto do estágio, o aluno deverá identificar entre os docentes do Departamento, um orientador cuja área de atuação seja a mais próxima do assunto tratado no estágio. O coordenador da disciplina deverá ser informado pelo aluno, até o último dia do primeiro mês de aulas do semestre, do local do estágio, do trabalho a ser desenvolvido no estágio, do nome do supervisor no estágio e do nome do professor orientador. Durante o semestre o aluno deverá cumprir um mínimo de 120 horas de estágio. Ao final do estágio o aluno deverá submeter ao orientador um *Relatório Final de Estágio*, contendo duas partes. Na primeira parte o aluno deverá fornecer todos os dados do estágio, com datas, locais, nomes de pessoas envolvidas e número de horas estagiadas. Na segunda parte o aluno deverá relatar o conteúdo técnico do estágio.

ANEXO 3

O CORPO DOCENTE

O corpo docente do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais é constituído por 25 professores que lecionam para os alunos de graduação dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Todos os 25 docentes têm título de doutor, sendo que dentre eles, 18 já defenderam teses de livre-docência. Dentro deste último grupo, 7 lograram ascensão para o cargo máximo da universidade, o de professor titular.

Assim, em resumo, em termos de posição na carreira universitária, o departamento conta com 7 professores doutores, 11 professores associados e 7 professores titulares:

Docente	Cargo	Link Currículo Lattes
André Paulo Tschiptschin	Titular	http://lattes.cnpq.br/2163698776105146
Angelo Fernando Padilha	Titular	http://lattes.cnpq.br/2985086752327431
Antonio Carlos Vieira Coelho	Associado	http://lattes.cnpq.br/4881121674066200
Cláudio Geraldo Schon	Associado	http://lattes.cnpq.br/2631107236461952
Cesar Roberto de Farias Azevedo	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/5328433871836511
Cyro Takano	Associado	http://lattes.cnpq.br/5778408055019241
Denise Romano Croce Espinosa	Associado	http://lattes.cnpq.br/5363949257736410
Douglas Gouvêa	Associado	http://lattes.cnpq.br/2698229628494630
Fernando José Gomes Landgraf	Associado	http://lattes.cnpq.br/4577368078511565
Francisco Rolando Valenzuela Díaz	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/3539158603053300
Guilherme Frederico Bernardo Lenz e Silva	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/3059638279617376
Helio Goldenstein	Titular	http://lattes.cnpq.br/7081512949222824
Helio Wiebeck	Associado	http://lattes.cnpq.br/7345295932741797
Ivan Gilberto Sandoval Falleiros	Titular	http://lattes.cnpq.br/1390870899723772
Ivette Frida Cymbaum Oppenheim	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/0844638168763671
Jorge Alberto Soares Tenório	Titular	http://lattes.cnpq.br/2812138285118897
Marcelo Breda Mourão	Associado	http://lattes.cnpq.br/1599148636050115
Marcelo de Aquino Martorano	Associado	http://lattes.cnpq.br/4997162516495710
Neusa Allonso-Falleiros	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/0840431617633648
Nicole Raymonde Demarquette	Associado	http://lattes.cnpq.br/5646835909398399
Samuel Marcio Toffoli	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/5435032272754548
Sergio Duarte Brandi	Titular	http://lattes.cnpq.br/6420235767836216
Stephan Wolynech	Titular	http://lattes.cnpq.br/7111504508400705
Ticiane Sanches Valera	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/9850742143026768
Wang Shu Hui	Associado	http://lattes.cnpq.br/7984507949644750