

Sistemas Espaciais e Tecnologias Associadas (SET)

DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS (O) ELETIVAS (E)	Mestrado (M) / Doutorado (D)	Créditos	Carga horária (horas)	Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado	Denize Kalempa	Fernando de Souza Costa	Fernando Fachini Filho	Márcio Teixeira de Mendonça	Rafael Lopes Costa	Rodrigo Intini Marques	Ronan Arraes Jardim Chagas	NÚMERO DOCENTES / DISCIPLINA
Elementos de Matemática (E)	M/D	0	15			X						1
Termodinâmica Clássica (E)	M/D	0	15					X				1
Matemática I (E)	M/D	3	45					X				1
Mecânica dos Fluidos I (E)	M/D	3	45					X				1
Combustão I (E)	M/D	3	45			X						1
Matemática II (E)	M/D	3	45		X							1
Mecânica dos Fluidos II (E)	M/D	3	45				X					1
Escoamento Compressível (E)	M/D	3	45			X						1
Combustão II (E)	M/D	3	45				X					1
Propulsão (E)	M/D	3	45							X		1
Chamas Laminares: Chamas de Difusão (E)	M/D	3	45				X					1
Tópicos Avançados em Combustão (E)	M/D	3	45			X						1
Tópicos Avançados em Propulsão (E)	M/D	3	45			X						1
Teoria Cinética dos Gases (E)	M/D	3	45		X							1
Instabilidade de Escoamentos Laminares (E)	M/D	3	45					X				1
Métodos Computacionais em Combustão e Propulsão (E)	M/D	3	45					X				1
Cinemática e Dinâmica de Atitude de Satélites (E)	M/D	4	60								X	1
Controle Térmico de Veículos Espaciais (E)	M/D	4	60						X			1
Mecânica Orbital (E)	M/D	4	60	X								1
NÚMERO DE DISCIPLINAS / DOCENTE				1	2	5	3	5	1	1	1	

Cinemática e Dinâmica de Atitude de Satélites

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4, Carga horária: 60 horas, Eletiva

EMENTA: 1) Transformação de coordenadas: noções de vetores e matrizes, vetrizes, rotação entre sistemas de coordenadas, operações entre vetores e entre vetrizes, diádicas. 2) Representação de atitude: matriz de cossenos diretores, ângulo e eixo de Euler, ângulos de Euler, parâmetros simétricos de Euler e quatérnions. 3) Relações da cinemática: velocidade angular, cinemática em ângulo-eixo de Euler, cinemática em ângulos de Euler, cinemática em parâmetros simétricos de Euler e quatérnions, cinemática em deslocamentos infinitesimais. 4) Tensor de inércia: centro de massa, tensor de inércia, momentos principais de inércia. 5) Dinâmica de pequenas massas. 6) Dinâmica de um corpo rígido. 7) Corpo rígido acoplado a rotores. 8) Corpo rígido acoplado a apêndices articulados. 9) Introdução ao controle de atitude em satélites. Bibliografia MARKLEY, F.L.; CRASSIDIS, J.L. Fundamentals of spacecraft attitude determination and control. New York, NY, Springer, 2014. HUGHES, P.C. Spacecraft attitude dynamics. Mineola, NY, Dover Publications, 2004. Wertz, J. R. (Ed.). Spacecraft attitude determination and control. Springer Science & Business Media, 2012. Hespanha, J. P. Linear systems theory. Princeton university press, 2018. CHEN, C-T. Linear system theory and design. New York, NY, CBS College Publishing, 1984.

Docente Responsável: Ronan Arraes Jardim Chagas

Controle Térmico de Veiculos Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4, Carga horária: 60 horas

EMENTA: Objetivos do sistema de controle térmico de naves espaciais. Descrição espectral do ambiente térmico espacial. Incertezas e variações da constante solar. Modelo de duas bandas. Propriedades óticas de superfícies especiais. Conceito de emissividade no espectro infravermelho a absorvidade no espectro solar. Balanço térmico de uma estrutura no espaço no modo de um grafo. Modelos analíticos simplificados e transientes. Fator de insolação. Modelos de fluxos espectrais com reflexões da Terra e de estrutura. Cálculo de fator de forma e acoplamentos radiativos. Método de Gilbard. Soluções de problemas com trocas radiativas e condutivas acopladas. Formulação do método nodal. Utilização dos softwares de análises térmica PCTER, SINDA e outros. Classificação de medidas de controle térmico. Classificação de dispositivos e sistemas. Superfícies seletivas e fatores de degradação. Superisolantes multicamadas (MLI): otimização de efetividade, modelos térmicos anisotrópicos. Capacitor térmico com mudança de fases. Tubos de calor: Fundamentos de operação, Modelos do Chi e do Marcus, classificação. Radiadores espaciais: desenhos, otimização de massa. circuitos e sistemas com bombeamento mecânico: modelos hidráulicos - térmicos, métodos de análise de circuitos hidráulicos, análise dos métodos de controle. Circuitos com bombeamento capilar: fundamentos de operação, instabilidade, métodos de controle passivos ou ativos. Sistemas e dispositivos criogênicos; cryocoolers, elementos de Petier.

Bibliografia GILMORE, D. G., Spacecraft Thermal Control Handbook – Volume I: Fundamental Technologies, 2nd Edition, The Aerospace Press, USA, p. 836, 2002. KARAM, R. Satellite Thermal Control for Systems Engineers. Progress in Astronautics and Aeronautics, 1998, 286 pp, ISBN 1-56347-276-7. CHENG WENLONG, Roberto Peron. Spacecraft Thermal Control. Excellic Press LLC, 2018. J MESEGUER, I Pérez-Grande, A Sanz-Andrés. Spacecraft Thermal Control. 2012

Docente Responsável: Rafael Lopes Costa

Mecânica Orbital

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4, Carga horária: 60 horas, Eletiva

EMENTA: Introdução a mecânica orbital. Leis de Kepler. Lei da gravitação universal de Newton. Problema dos dois corpos. Integrais do problema de dois corpos. Solução do problema dos dois corpos. Movimento elíptico. Coordenadas cartesianas do movimento plano. Posicionamento de satélites. Elementos keplerianos. Transformação de coordenadas. Obtenção do vetor de estado. Problema inverso. Sistemas de coordenadas inerciais e terrestres. Coordenadas horizontais. Coordenadas equatoriais. Sistema topocêntrico, coordenadas geodésicas. Sistemas de tempo. Introdução a perturbações orbitais. Campo gravitacional da Terra. Arrasto atmosférico. Órbitas especiais: geo-síncrona, geo-estacionária, sol-síncrona, Molniya, congeladas. Manobras orbitais impulsivas: Mono-impulsiva, Bi-impulsivas (Transferência de Hohmann e Bi-Elíptica), Tri-Impulsiva. Extensão para manobras tridimensionais.

Bibliografia BATE, R. R.; MUELLER, D. D.; WHITE, J. E. Fundamentals of Astrodynamics. New York, NY, Dover, 2nd ed., 2020. Gurfil, P., & Seidelmann, P. K. (2016). Celestial mechanics and astrodynamics: theory and practice (Vol. 436, pp. 373-374). Berlin: Springer. FERNANDES, S. S.; ZANARD, M. C. F. P. Fundamentos de Astronáutica e Suas Aplicações. Editora UFACS, 1ª ed., 2018. VALLADO, D. A. Fundamentals of Astrodynamics and Applications. Microcosm Press, 4th ed., 2013. CHOBOTOV, V. A. Orbital Mechanics. AIAA, 3rd ed., 2002. PRUSSING, J. E.; CONWAY, B. A. Orbital Mechanics. Oxford University Press, 2nd ed., 2012. KUGA, H. K.; CARRARA, V.; KONDAPALLI, R. R. Introdução à Mecânica Orbital. INPE- 5615-PUD/064. PILCHOWSKI, H.; SILVA, W. C. C.; FERREIRA, L. D. D. Introdução à Mecânica Celeste. INPE-2126-RPE/350.

Docente Responsável: Antônio Fernando Bertachini de Almeida Prado

Elementos de Matemática

Nível: Mestrado, Créditos: 0, Carga horária: 15 horas, Eletiva

EMENTA: Álgebra linear: matrizes, autovalores e autovetores. Equações diferenciais ordinárias: propriedades das equações lineares; soluções linearmente independentes, Wronskiano; soluções de equações com coeficientes constantes; soluções com coeficientes variáveis; método de Frobenius. Equações diferenciais parciais. Problema do valor inicial e de contorno. Equações diferenciais elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Análise vetorial. Aplicações na mecânica dos fluidos. Gradiente, divergente e rotacional.

Bibliografia

KAPLAN, W. Advanced Calculus, 5th Ed. Addison Wesley, 2002.
WYLIE, C.R. Advanced Engineering Mathematics, 6th Ed. McGraw-Hill, 1995.
SIMMONS, G.F. Differential Equations with Applications and Historical Notes, 3rd Ed., CRC Press, 2023.
ROSS, S.L. Differential Equations, 3rd Ed. Bladell, 1984.
KREYSZIG, E. Advanced Engineering Mathematics, 10th Ed., Wiley, 2020.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa

Termodinâmica Clássica

Nível: Mestrado, Créditos: 0, Carga horária: 15 horas, Eletiva

EMENTA: Resultados gerais da termodinâmica: leis da termodinâmica, funções termodinâmicas, potencial químico, função de Helmholtz, função de Gibbs, equações fundamentais da termodinâmica química; relações de Maxwell; Reações químicas: análise da primeira e da segunda leis com reações químicas, calor de formação, energia de combustão, combustíveis, poder calorífico, temperatura de chama adiabática. Introdução ao equilíbrio de fases e químico: equilíbrio entre duas fases de uma substância pura, equilíbrio de sistemas multi-componentes, regra das fases de Gibbs, equilíbrio químico, reações simultâneas e ionização.

Bibliografia

CENGEL, Y.A.; BOLES, M.A.; KANOGLU, M. Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw-Hill, 2023.
VAN WYLEN, G.; SONNITAG, R.; BORGNAKKE, C. Fundamentals of Classical Thermodynamics, Wiley, 4th Ed, 1993.
SEARS, F.W. SALINGER, G.L. Thermodynamics, Kinetic Theory and Statistical Thermodynamics, 3rd Ed, Addison Wesley, 1975.
ABOTT, M.M. VAN NESS, H. C. Termodinâmica, McGraw-Hill, Portugal 1992.
LEVENSPIEL, O. Termodinâmica Amistosa para Engenheiros, Blucher, 2002.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça

Matemática I

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Análise vetorial: operador nabla, divergente, rotacional e gradiente. Teoremas integrais. Equações diferenciais ordinárias: equações lineares de ordem arbitrária, soluções por séries infinitas de potências, sistemas de equações de ordem 1, algumas equações e funções especiais (de Legendre, de Bessel, etc.). Introdução à análise tensorial.

Bibliografia

POWERS, D.L. Boundary Value Problems and Partial Differential Equations, 6th Ed. Academic Press, 2009.
ARFKEN, G.B.; WEBER, H.J.; HARRIS, F.E. Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide, 7th Ed. Academic Press, 2012.
WEST, A. Theory and Applications of Differential and Difference Equations. Clanrye International, 2023.
SOKOLNIKOFF & REDHEFFER Mathematics of Physics and Modern Engineering. McGraw-Hill, 1966.
KAPLAN, W. Advanced Calculus, 5th Ed. Addison Wesley, 2002.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça

Mecânica dos Fluidos I

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Introdução: revisão de álgebra de vetores e tensores, cinemática do campo de escoamento, relações constitutivas, propriedades de transporte, equação de estado, propriedades termodinâmicas. Equações de conservação: introdução, teorema da divergência, conservação de massa, equação da continuidade, equações de quantidade de movimento, funções de fluxo, equação da vorticidade, conservação da energia, equação da entropia, condições em fronteiras, parâmetros adimensionais. Soluções exatas das equações de conservação: introdução e classificação das soluções, soluções exatas para escoamento potencial, escoamento de Poiseuille e Couette permanente, escoamento em cilindros rotativos, escoamento em tubos, Primeiro e Segundo problemas de Stokes, problema de Couette transiente, vórtice de Lamb, escoamento transiente em tubos, soluções por similaridade, soluções em escoamento compressível. Escoamentos com baixo número de Reynolds: equações simplificadas do movimento, escoamentos ao redor de corpos, transferência de calor.

Bibliografia

WHITE, F.M., MAJDALANI, J. Viscous Fluid Flow. McGraw-Hill, 2021.
ARIS, R., Vectors, Tensors, and the Basic Equations of Fluid Mechanics, Prentice-Hall, 1990.
PANTON, R. L. Incompressible Flow, 4th Ed. Wiley, 2013.
SCHLICHTING, H.; K. GERSTEN, K. Boundary Layer Theory. Springer, 2000.
KUNDU, P.K.; COHEN, I.M. Fluid Mechanics. 6th Ed. Academic Press, 2015.
CURRIE, I.G. Fundamental Mechanics of Fluids. McGraw Hill, 4th Ed, 2012.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça

Combustão I

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Revisão de termodinâmica química: leis da termodinâmica, conservação das espécies, calores de reação, combustão e formação. Temperatura de chama adiabática. Constante de equilíbrio. Energia livres de Gibbs e Helmholtz. Revisão de cinética química: taxas de reação, equações de Arrhenius, limites de explosão: sistemas H₂-O₂ e CO-O₂. Equações de transporte para misturas de gases perfeitos com reação, formulação de Schvab-Zeldovich, condições de conservação numa interface, relações de Rankine- Hugoniot (derivação das equações, a dificuldade da região de contorno fria, detonação e deflagração). Chamas pré-misturadas: teoria de Mallard e Le Chatelier, teoria de Semenov, análise assintótica para grandes energias de ativação, velocidade de chama, auto-valores, propriedades das chamas pré-misturadas, limites de flâmabilidade.

Bibliografia

TURNIS, S. R. An Introduction to Combustion, Concepts and Applications, 3rd Ed. McGraw- Hill, 2011.
GLASSMANN, I.; YETTER, R.A.; GLUMAC, N.G. Combustion, 5th Ed. Academic Press, 2014.
WILLIAMS, F. A. Combustion Theory, 2nd Ed. Addison-Wesley, 2018.
LAW. C.K. Combustion Physics, Cambridge University Press, 2010.
KUO, K. K. Principles of Combustion, 2nd Ed. Wiley-Interscience, 2005.
LEWIS B.; VON ELBE, G. Combustion, Flames and Explosions of Gases, 2nd Ed. Ass. Press, 1961.
ZELDOVICH, Y. A.; BARENBLATT, G.I.; LIBROVICH, V.B.; MAKHVILADZE, G.M. The Mathematical Theory of Combustion and Explosions, Springer, 2011.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa

Matemática II

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Séries de funções numa base ortogonal: problema de Sturm-Liouville. Equações diferenciais parciais. Classificação: equações elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Algumas das propriedades e soluções, principalmente por separação de variáveis, das equações de Laplace, de onda e de difusão, aplicação de transformadas de Laplace e Fourier. Introdução aos métodos numéricos.

Bibliografia

BOAS, M. Mathematical Methods in the Physical Sciences, 3rd Ed., John Wiley & Sons, 2005.
ARFKEN, G.B.; WEBER, H.J.; HARRIS, F.E. Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide, 7th Ed. Academic Press, 2012.
POWERS, D.L. Boundary Value Problems and Partial Differential Equations, 6th Ed. Academic Press, 2009.
SOKOLNIKOFF & REDHEFFER Mathematics of Physics and Modern Engineering. McGraw-Hill, 1966.
KAPLAN, W. Advanced Calculus, 5th Ed. Addison Wesley, 2002.

Docente Responsável: Denize Kalempa

Mecânica dos Fluidos II

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Camadas limites laminares: introdução, equação da camada limite, soluções exatas por similaridade, soluções aproximadas, camadas limites térmicas, camada limite em convecção livre, camadas limites tri-dimensionais, camadas limites transientes. Estabilidade de escoamentos laminares: ondas em fluidos, aproximação de escoamento paralelo, teoria de estabilidade linear, efeitos paramétricos em estabilidade, transição para a turbulência. Escoamentos turbulentos incompressíveis: introdução, descrição de escoamentos turbulentos, decomposição de Reynolds, equações com médias de Reynolds, escoamento turbulento em tubos e canais, camada limite turbulenta, jatos e esteira turbulentas. Camada limite compressível: introdução, equações da camada limite compressível, soluções por similaridade.

Bibliografia

WHITE, F. M., MAJDALANI, J. Viscous Fluid Flow. McGraw-Hill, 2021.
TRITTON, D. J. Physical Fluid Dynamics. Springer, 2013.
SCHETZ, J. Boundary Layer Analysis, AIAA Education Series, NJ, 2010.
PANTON, R. L. Incompressible Flow, 4th Ed. Wiley, 2013.
SCHLICHTING, H.; K. GERSTEN, K. Boundary Layer Theory. Springer, 2000.
KUNDU, P.K.; COHEN, I.M. Fluid Mechanics. 6th ed. Academic Press, 2015.
CEBECI, T.; SMITH, A. M. O. Analysis of Turbulent Boundary Layers, Academic Press, 2012.

Docente Responsável: Fernando Fachini Filho

Escoamento Compressível

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Definições e conceitos fundamentais. Equações de conservação. Escoamento isentrópico. Ondas de choque normais. Ondas de choque oblíquas. Ondas de expansão. Escoamento unidimensional com atrito. Escoamento unidimensional com troca de calor. Escoamento linearizado. Método das características.

Bibliografia
SAAD, M.A. Compressible Fluid Flow. Pearson, 2a ed., 2020.
ANDERSON, J.D. Modern Compressible Flow: with Historical Perspective, 4th Ed, McGrawHill, 2020.
ZUCROW, M.J.; HOFFMAN, J.D., Gas Dynamics, Vols. I e II, Wiley, 1976.
OOSTHUIZEN, P. H., CARSCALLEN, W.E. Compressible Fluid Flow, 2nd Ed. CRC Press, 2013.
JOHN, J.E.A. Gas Dynamics, 3rd Ed. Pearson, 2006.
LIEPMANN, H.W., ROSHKO, A. Elements of Gas Dynamics. Dover, 2002.
SHAPIRO, A. H. The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow. Wiley India, 2017.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa

Chamas Laminares: Chamas de Difusão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Formulação Matemática na Ciência da Combustão. Modelo Generalizado de Shvab- Zeldovich para um Combustível. Modelo Generalizado de Shvab-Zeldovich para uma mistura de Combustíveis. Modelos Assintóticos para a Estrutura das Chamas de Difusão. Simulação Numérica de Chamas com Cinética de Reação Simplificada. Alguns Problemas Transientes.

Bibliografia
WILLIAMS, F. A. Combustion Theory, 2nd Ed. Addison-Wesley, 2018.
ZELDOVICH, Y. A.; BARENBLATT, G.I.; LIBROVICH, V.B.; MAKHVILADZE, G.M. The Mathematical Theory of Combustion and Explosions, Springer, 2011.
GLASSMANN, I.; YETTER, R.A.; GLUMAC, N.G. Combustion, 5th Ed. Academic Press, 2014.
LIÑAN, A.; WILLIAMS, F. A. Fundamental Aspects of Combustion, Oxford University Press, Oxford Engineering Sciences Series 34, 1993.
CHUNG, T. J. Numerical Modeling in Combustion, Taylor & Francis, 1993.
LIÑAN, A. The Asymptotic Structure of Counterflow Diffusion Flame for Large Activation Energy, Acta Astronautica, 1, 1007-1039, 1975.
CRESPO, A.; LIÑAN, A. Unsteady Effects in Droplet Combustion, Combustion Science and Technology, 11, 9-18, 1975.
LIÑAN, A.; CRESPO, A. Asymptotic Analysis of Unsteady Flames for Large Activation Energy. Combustion Science and Technology, 14, 95-117, 1976.
LIÑAN, A. El Papel de la Mecánica de Fluidos en los Procesos de Combustion. Discurso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, Espanha, 1991.

Docente Responsável: Fernando Fachini Filho

Tópicos Avançados em Combustão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Abordam-se tópicos avançados em Combustão. Conteúdo variado, de acordo com o interesse do momento.

Bibliografia
Artigos de revistas especializadas no assunto.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa

Tópicos Avançados em Propulsão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Abordam-se tópicos avançados em Propulsão. Conteúdo variado, de acordo com o interesse do momento.

Bibliografia
Artigos de revistas especializadas no assunto.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa

Combustão II

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Chamas de difusão: queima de jatos difusivos, teoria de Burke-Schumann, queima de gotas e de sprays. Queima de sólidos. Modelos computacionais simplificados de sistemas reativos. Camadas limites reativas, conceito de elementos de chama (flamelets), chamas de difusão em um ponto de estagnação, efeitos do número de Lewis em chamas difusivas. Chamas planas pré-misturadas, análise assintótica com alta energia de ativação. Escalas e regimes de combustão turbulenta em chamas pré-misturadas, mecanismos de instabilidade de chamas pré-misturadas, modelos estatísticos de chamas turbulentas.

Bibliografia
TURNERS, S. R. An Introduction to Combustion, Concepts and Applications, 3rd Ed. McGraw- Hill, 2011.
GLASSMANN, I.; YETTER, R.A.; GLUMAC, N.G. Combustion, 5th Ed. Academic Press, 2014.
WILLIAMS, F. A. Combustion Theory, 2nd Ed. Addison-Wesley, 2018.
KUO, K. K. Principles of Combustion, 2nd Ed. Wiley, 2005.
LEWIS B.; VON ELBE, G. Combustion, Flames and Explosions of Gases, 2nd Ed. Ass. Press, 1961.
ZELDOVICH, Y. A.; BARENBLATT, G.I.; LIBROVICH, V.B.; MAKHVILADZE, G.M. The Mathematical Theory of Combustion and Explosions, Springer, 2011.

Docente Responsável: Fernando Fachini Filho

Propulsão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Classificação dos sistemas propulsores. Definições e fundamentos. Teoria das tubeias e relações termodinâmicas. Transferência de calor na propulsão de foguetes. Definição de missões e desempenho em voo. Análise do desempenho dos foguetes a propulsão química. Fundamentos dos foguetes a propulsão líquida. Propelentes líquidos e sua combustão. Motores de foguetes a propelentes líquidos. Fundamentos dos foguetes a propelente sólido. Propelentes sólidos e sua combustão. Componentes dos foguetes a propelentes sólidos. Testes de foguetes.

Bibliografia
SUTTON, G.P.; BIBLARZ, O. Rocket Propulsion Elements, 9th Ed., Wiley, 2016.
WANG, Z.G. Internal Combustion Processes of Liquid Rocket Engines: Modeling and Numerical Simulations, 1st Ed. Wiley, 2016.
MISHRA, D.P. Fundamentals of Rocket Propulsion, CRC Press, 2017.
BROWN, C. D. Elements of Spacecraft Design, AIAA Education Series, 2004.
WILLIAMS, F.A.; BARRERE, M.; HUANG, H.C. Fundamental Aspects of Solid Propellant Rockets. AGARDograph no 116, 1969.
BARRERE, M.; JAUMOTTE, A.; DE VEUBEKE, B. D.; VAN DEN KERCKHOVE, J.
Rocket Propulsion Elsevier Publishing, Company, 1960.
HUZEL, D. K.; HUANG, D. H. Modern Engineering for Design of Liquid Propellant Rocket Engines. AIAA Progress in Astronautics and Aeronautics, vol 147, 1992.

Docente Responsável: Rodrigo Intini Marques

Teoria Cinética dos Gases

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Definições básicas. Função de distribuição. Valores médios e fluxos de grandezas extensivas. Efusão. Definição da pressão e da temperatura. Constante de Boltzmann. Número de Avogadro. Energia, entalpia e calores específicos. Estimativa do percurso livre médio e da frequência colisional. Teoria ultrasimplificada dos fenômenos de transporte. Distribuição de Maxwell. Dinâmica dos encontros entre partículas. Equação de Boltzmann. Equilíbrio e a tendência ao equilíbrio. Seção de espalhamento. Percurso livre médio e frequência colisional (abordagem perigosa). Obtenção das equações da gas-dinâmica da equação de Boltzmann. Modelo BGK.

Bibliografia
JEANS, J., An Introduction to the Kinetic Theory of Gases. Legare Street Press, 2023.
KAUZMANN, W. Kinetic Theory of Gases. Dover, 2012.
VINCENT, W.G.; KRUGER, C. H. Introduction to Physical Gas Dynamics. Krieger, 1975.
PRESENT, R. D. Kinetic Theory of Gases. McGraw-Hill, 1958. SIELAWA, J. T. Teoria Cinética dos Gases e Plasmas. Apostila, ITA, 1983.

Docente Responsável: Denize Kalempa

Instabilidade de Escoamentos Laminares

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Revisão de propagação de ondas. Números complexos. Conceito de instabilidade. Formulação. Classificação (convectiva e absoluta, temporal e espacial, local e global). Teoremas fundamentais (Rayleigh e Fjortoft). Equação de Rayleigh. Instabilidade de Kelvin-Helmholtz. Projeto número 1 – programa de cálculo de instabilidade inviscida. Equação de Orr-Sommerfeld e ondas de Tollmien-Schlichting. Orr-Sommerfeld tridimensional e teorema de Squires. Projeto número 2 – programa de cálculo de instabilidade de Tollmien-Schlichting. Instabilidade térmica e cálculos de convecção de Bernard. Vórtices de Taylor – instabilidade de escoamento entre dois cilindros concêntricos. Vórtices de Görtler – instabilidade de camada limite sobre superfícies côncavas. Projeto número 2 – programa de cálculo de instabilidade sobre superfícies côncavas. Efeitos não lineares e não paralelos. ParabolizedStabilityEquations – PSE. Projeto número 3 – estudo de efeitos não lineares e não paralelos utilizando PSE. Transição para regime turbulento.

Bibliografia
DRAZIN, P. G.; REID, W. H. Hydrodynamic Stability, 2nd Ed. Cambridge University Press, 2004.
BETCHOV, R.; CRIMINALE, W. O. Stability of Parallel Flows. Academic Press, 2012. CHANDRASEKHAR, S. Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability. Dover, 1981.
KOSCHMIEDER, E.L. Bernard Cells and Taylor Vortices. Cambridge University Press. 1993.
HENNINGSON, D. S.; SCHMID, P. J. Stability and Transition in Shear Flows. Springer Verlag, Vol 142 – Applied Math. Sciences, 2001.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça

Métodos Computacionais em Combustão e Propulsão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva

EMENTA: Determinação de raízes; Integração numérica; Solução de sistemas algébricos lineares; Solução de EDOs: diferenças finitas, estabilidade, consistência e convergência, método do "shooting"; Solução de EDPs: classificação (parabólicas, elípticas e hiperbólicas), diferenças finitas: ordem, série de Taylor, erro de dispersão e dissipação, métodos implícitos e explícitos, diferenças centradas e "upwind"; Volumes finitos: métodos de volumes finitos via diferenças finitas, volume de controle centrados no nó e na célula, esquemas centrados, esquemas "upwind"; Solução de equações de Laplace e Poisson; Aplicações a equações da mecânica dos fluidos.

Bibliografia

WENDT, J.F., Computational Fluid Dynamics. Springer, 2009.

ANDERSON-JR, J.D. Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications. McGraw-Hill, 1995.

CHUNG, T.J. Computational Fluid Dynamics, 2nd Ed. Cambridge University Press, 2010.

FORTUNA, A.O. Técnicas Computacionais para Dinâmica dos Fluidos. Conceitos Básicos e Aplicações. Editora USP, ISBN 85-314-0526-2.

CUNHA, M.C.C. Métodos Numéricos. Editora da Unicamp, 2000.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça