



PLANO DE ENSINO

Atenção: Este Plano de Ensino poderá ser alterado, até o encerramento da turma, pelo professor responsável no Sistema de Gestão Acadêmica da UFPel - Cobalto.

IDENTIFICAÇÃO

| | |
|--------------------------|----------------------------------------|
| Componente Curricular | 11090010 - HIDRODINÂMICA AVANÇADA - T1 |
| Período | 2024/1 |
| Unidade | DEPARTAMENTO DE FÍSICA |
| Distribuição de créditos | T (6) P (0) E (0) D (0) |
| Total de créditos | 6 |
| Distribuição de horas | T (90) P (0) E (0) D (0) |
| Total de horas | 90 |

DOCENTES

| Nome | Carga Horária (horas-aula) | | | | | | Vínculo |
|-------------------------|----------------------------|---|---|---|----|-------|----------------------------------|
| | T | P | E | D | EX | Total | |
| DOUGLAS LANGIE DA SILVA | 108 | 0 | 0 | 0 | 0 | 108 | Professor responsável pela turma |

OFERTADA PELO(S) SEGUINTE(S) CURSO(S)

| Colegiado | Código - Nome do Curso | Grau | Nível |
|------------------------------------|------------------------|-------------|-----------|
| Colegiado do Curso de Meteorologia | 1800 - Meteorologia | Bacharelado | GRADUAÇÃO |

INFORMAÇÕES DO PLANO

Objetivo

Apresentar conhecimentos de Hidrodinâmica com base em suas leis fundamentais.

Ementa

Noções fundamentais. Fluidos ideais. Fluxos sob influência da viscosidade.

Programa

Unidade 1 – Introdução

- Fluido como meio contínuo: sistema infinitesimal ou partícula fluida e caminho livre médio
- Densidade e pressão num ponto de um fluido
- Campo de velocidades
- Tensão de corte e lei de Newton da viscosidade

Unidade 2 – Cinemática dos fluidos

- Abordagens de Lagrange e Euler na descrição do movimento do fluido
- Linhas de corrente, trajetórias, linhas de emissão
- Campo de aceleração
- Tensores taxa de deformação e rotação de uma partícula fluida

Unidade 3 – Equação de continuidade, vorticidade, funções potencial e de corrente

- Equação de continuidade no sistema infinitesimal e num volume de controle
- Fluxos rotacionais e irrotacionais: vorticidade
- Funções de corrente e potencial de velocidades em fluxos bidimensionais: a) campo de velocidades constante, b) fonte ou sorvedouro, c) vórtice na origem
- Potencial complexo de velocidades, relações de Cauchy-Riemann e resíduos

Unidade 4 – Fluidos ideais

- Equação de Euler para um sistema infinitesimal (partícula fluida)
- Teorema do transporte de Reynolds
- Conservação da energia e do momento para um sistema infinitesimal e para um volume de controle. Equação de Bernoulli em fluxos permanentes e não-permanentes
- Circulação e teorema de Kelvin. Vorticidade e teoremas de Helmholtz
- Aplicações da equação de Euler: a) Hidrostática, b) Equação de Euler no referencial girante da Terra, c) Vórtice de Rankine, d) Cilindro numa superposição de um campo constante com um vórtice na origem (efeito magnus e fórmula de Joukovsky), e) Instabilidade de Kelvin, f) Ondas de gravidade, g) Ondas sonoras.

Unidade 5 – Equação de Navier-Stokes

- Tensor de Stress
- Formulação da equação de Navier-Stokes para uma partícula fluida
- Problemas estacionários introdutórios para a equação de Navier-Stokes: a) Escoamento de uma camada plana de fluido sob a ação da gravidade, b) Escoamento de fluido entre cilindros, c) Escoamento num tubo e lei de Stokes-Poiseuille
- Noções de camada limite, instabilidades no fluxo e passagem para o regime turbulento. Cascata de energia de Kolmogorov. Equação de Navier-Stokes para fluxo turbulento.

Unidade 6 – Análise dimensional e semelhança, Teorema dos pi: aplicações simples, adimensionalização da equações básicas



PLANO DE ENSINO

Atenção: Este Plano de Ensino poderá ser alterado, até o encerramento da turma, pelo professor responsável no Sistema de Gestão Acadêmica da UFPel - Cobalto.

Metodologia

O programa será desenvolvido por meio de aulas expositivas, aulas dedicadas à resolução de exercícios e questões.

Critérios e métodos de avaliação

A avaliação da disciplina será feita em duas(2) etapas. Em cada etapa de avaliação, o aluno(a) será submetido uma prova valendo 6.0 pontos e um trabalho assíncrono valendo 4.0 pontos, podendo atingir um máximo de 10 pontos por etapa. A média final do aluno será a média aritmética das duas etapas. Alunos com Média Final $\geq 7,0$ e frequência $\geq 75\%$ serão aprovados. Os estudantes com frequência $\geq 75\%$ que não obtiverem nota mínima para a aprovação serão submetidos a um exame final versando sobre toda a matéria da disciplina. Alunos com Média Semestral $< 3,0$ ou frequência $< 75\%$ serão reprovados, sem possibilidade de realização de exame

Bibliografia básica

CATTANI, Mauro S. D. Elementos de mecânica dos fluidos. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2008. 155 p. ISBN 8521203586.

KUNDU, Pijush K. Fluid mechanics. 4. ed. Burlington: Elsevier, 2008. 872 p. ISBN 9780123737359

TIETJENS, O. G.; ROSENHEAD, L. (Trad.). Fundamentals of hydro- and aeromechanics. New York: Dover, 1934. 270 p.

Bibliografia complementar

SHAMES, Irwing H. Mecânica dos fluidos. [São Paulo]: Edgard Blucher; | Brasília | : INL, [1973 |. 2v

BROWN, Robert A. Fluid mechanics of the atmosphere. San Diego: Academic Press, 1991. 489 p. (International Geophysics Series. v. 47) ISBN 0121370402.

FEYNMAN, Richard Phillips; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew L. Feynman lições de física =: The Feynman lectures on physics . Porto Alegre: Bookman, Artmed, 2009. 3 v. ISBN 9788577802593

WALLACE, J.M.; HOBBS, P.V. Atmospheric Science, An Introductory Survey. San Diego CA: Academic Press, 1977. ISBN 0127329501.

CHEN, Francis F. Introduction to plasma physics and controlled fusion. 2. ed. New York: Plenum, 1984. v.1 ISBN 0-306-41332-9

Outras informações

CRONOGRAMA

| Data | Tópico abordado |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15/04/2024 | 1 Fundamentos 1.1 Definição de Fluido 1.2 Fluido, Sistema Infinitesimal ou Partícula de Fluido e Livre Caminho Médio |
| 17/04/2024 | 1.3 Densidade e Pressão em um Ponto de um Fluido 1.3.1 Densidade 1.3.2 Pressão em um ponto de um fluido |
| 19/04/2024 | 1.3.2.1 Fluido em Repouso 1.3.2.2 Líquidos em Repouso 1.3.2.3 Pressão em um Ponto da Atmosfera |
| 22/04/2024 | 1.4 Campo de Velocidades 1.5 Tensão de Deformação (ou Corte) e Lei de Newton da Viscosidade |
| 24/04/2024 | 1.5.1 Tensão de Deformação 1.5.2 Lei de Newton da Viscosidade |
| 26/04/2024 | Unidade 2 – Cinemática dos fluidos 2.1 Representação de Euler e Lagrange 2.2 Linha de corrente, Trajetória e Linha de Emissão |
| 29/04/2024 | 2.2.1 Linha de Corrente 2.2.2 Linha de Corrente – dependência temporal 2.2.3 Trajetória 2.2.4 Linhas de Emissão |
| 03/05/2024 | 2.3 Derivada Total de Campos Escalares e Vetoriais (derivada em um ponto) 2.3.1 Derivada Total de um Campo Escalar 2.3.2 Notação Indicial e Derivada Total de um Campo Vetorial |
| 10/06/2024 | 2.4 Campo de Aceleração. |
| 12/06/2024 | 2.7 - Tensores taxa de Deformação e Rotação de uma Partícula de Fluido |
| 14/06/2024 | 3 Equação da Continuidade, Vorticidade, Função Potencial e de Corrente 3.1 Equação da Continuidade no Sistema Infinitesimal e num Volume de Controle . . 3.2 Equação da Continuidade em Coordenadas Cilíndricas e Plano Polares |
| 17/06/2024 | 3.3 Forma Integral da Continuidade 3.4 Fluxos rotacionais e irrotacionais: vorticidade. |
| 19/06/2024 | 3.5 Funções de Corrente e Potencial em Fluxos Bidimensionais 3.5.1 Interpretação Geométrica de 3.5.2 Interpretação Física de |
| 21/06/2024 | 3.6 Fluxo Bidimensional Compressível 3.7 Fluxo Bidimensional Incompressível em Coordenadas Plano Polares 3.8 Velocidade Potencial |
| 24/06/2024 | 3.9 Casos particulares a) Campo de Velocidade Uniforme , b) Fonte ou Sorvedouro na Origem , c) Linha de Vórtice l. |



PLANO DE ENSINO

Atenção: Este Plano de Ensino poderá ser alterado, até o encerramento da turma, pelo professor responsável no Sistema de Gestão Acadêmica da UFPel - Cobalto.

CRONOGRAMA

| Data | Tópico abordado |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26/06/2024 | 3.10 Potenciais Complexos a) Campo de Velocidade Uniforme , b) Fonte ou Sorvedouro na Origem , c) Linha de Vortice |
| 28/06/2024 | 3.11 Relações de Cauchy-Riemman e resíduos |
| 01/07/2024 | 4 Fluidos Ideais 4.1 Equação de Euler para um sistema infinitesimal (partícula de fluido) 4.2 Teorema de Transporte de Reynolds: a) Volume de Controle Fixo Arbitrário, b) Volume de Controle em Movimento com Velocidade Constante, c) Volume de Controle de Forma Constante mas Velocidade Variável, d) Movimentos e Deformações Arbitrárias 4.3 Aproximação unidimensional para termos de fluxo |
| 03/07/2024 | 4.4 Conservação do momento para um sistema infinitesimal e para um volume de controle. 4.4.1 Forças Fundamentais 4.4.1.1 Força de Gradiente de Pressão (força de corpo) 4.4.1.2 Força da Gravidade (força de corpo) 4.4.1.3 Força de Viscosidade ou de Tensões Viscosas (força de superfície) . . . |
| 05/07/2024 | Avaliação 01 Devolução do Trabalho Assíncrono 01 |
| 08/07/2024 | 4.4.2 Equação de Momento para um Sistema Infinitesimal 4.4.3 Equação de Momento Sistema para um Volume de Controle |
| 10/07/2024 | 4.5 Conservação da Energia para um Sistema Infinitesimal e para um Volume de Controle. 4.5.1 Equação da Energia para um Sistema Infinitesimal 4.5.2 Equação da Energia para um Volume de Controle . . . |
| 12/07/2024 | 4.6 Equação de Bernoulli em fluxos Estacionários e Não-Estacionários 4.7 Circulação e Teorema de Kelvin. |
| 15/07/2024 | 4.8 Vorticidade e os Teoremas de Helmholtz |
| 17/07/2024 | 4.9 Aplicações da equação de Euler: a) Hidrostática, b) Equação de Euler no referencial girante da Terra, c) Vórtice de Rankine, d) Cilindro numa superposição de um campo constante com um vórtice na origem (efeito magnus e fórmula de Joukovsky), e) Instabilidade de Kelvin, f) Ondas de gravidade, g) Ondas sonoras. |
| 19/07/2024 | 4.9 Aplicações da equação de Euler: a) Hidrostática, b) Equação de Euler no referencial girante da Terra, c) Vórtice de Rankine, d) Cilindro numa superposição de um campo constante com um vórtice na origem (efeito magnus e fórmula de Joukovsky), e) Instabilidade de Kelvin, f) Ondas de gravidade, g) Ondas sonoras. |
| 22/07/2024 | Unidade 5 – Equação de Navier-Stokes 5.1 Tensor de Tensões |
| 24/07/2024 | 5.2 Formulação da equação de Navier-Stokes para uma partícula fluida 5.2.1 Equações Constitutivas para um Fluido Newtoniano |
| 26/07/2024 | 5.2.2 Equação de Navier-Stokes |
| 29/07/2024 | 5.3 Referencial em Rotação |
| 31/07/2024 | 5.3.1 Efeito da Força Centrífuga 5.3.2 Efeito da Força de Coriolis |
| 02/08/2024 | 5.4 Problemas estacionários introdutórios para a equação de Navier-Stokes: a) Escoamento de uma camada plana de fluido sob a ação da gravidade, b) Escoamento de fluido entre cilindros, c) Escoamento num tubo e lei de Stokes-Poiseuille |
| 05/08/2024 | 5.4 Problemas estacionários introdutórios para a equação de Navier-Stokes: a) Escoamento de uma camada plana de fluido sob a ação da gravidade, b) Escoamento de fluido entre cilindros, c) Escoamento num tubo e lei de Stokes-Poiseuille |
| 07/08/2024 | 5.5 Noções de camada limite, instabilidades no fluxo e passagem para o regime turbulento. 5.6 Cascata de energia de Kolmogorov. |
| 09/08/2024 | 5.5 Noções de camada limite, instabilidades no fluxo e passagem para o regime turbulento. 5.6 Cascata de energia de Kolmogorov. |
| 12/08/2024 | 5.7 Equação de Navier-Stokes para fluxo turbulento.... |
| 14/08/2024 | 5.7 Equação de Navier-Stokes para fluxo turbulento.... |
| 16/08/2024 | 6 Análise Dimensional e Semelhança 6.1 Introdução 6.2 Análise Dimensional |
| 19/08/2024 | 6.3 Teorema dos Pi() 6.4 Protocolo de Aplicação do Teorema dos Pi() |
| 21/08/2024 | 6.5 Similaridade 6.6.1 Similaridade Geométrica 6.6.2 Similaridade Cinemática 6.6.3 Similaridade Dinâmica |
| 23/08/2024 | 6.7 Aplicação e casos especiais do Teorema dos Pi() |
| 26/08/2024 | 6.7 Aplicação e casos especiais do Teorema dos Pi() |



PLANO DE ENSINO

Atenção: Este Plano de Ensino poderá ser alterado, até o encerramento da turma, pelo professor responsável no Sistema de Gestão Acadêmica da UFPel - Cobalto.

CRONOGRAMA

| Data | Tópico abordado |
|------------|-----------------------------------------------------|
| 28/08/2024 | 6.7 Aplicação e casos especiais do Teorema dos Pi() |
| 30/08/2024 | Avaliação 02 Devolução do Trabalho Assíncrono 02 |
| 02/09/2024 | Exame Final |