



FICHA DA DISCIPLINA DE MECÂNICA DOS FLUIDOS

2º Ano

Ano Lectivo: 2006/2007

Docente Responsável: Flávio Chaves

Corpo Docente: Flávio Chaves

Regime: 2º Semestre

Horas de Contacto: 15T+30T/P+15 P

ECTS: 3,5

Horas de Trabalho do Aluno: 94,5

Objectivos

Estudo da dinâmica dos fluidos, ou da estática dos fluidos e dos efeitos que resultam da passagem do fluido sobre os contornos, que podem ser superfícies sólidas ou interfaces com outros fluidos.

Os gases e os líquidos são classificados como fluidos e o número de aplicações dos fluidos na engenharia é enorme: respiração, circulação sanguínea, natação, bombas, ventiladores, turbinas, aeronaves, embarcações, rios, moinhos de vento, tubagens, mísseis, icebergs, motores, filtros, jactos e aspersores, etc.

Portanto, na disciplina de Mecânica dos Fluidos pretende-se proporcionar aos alunos conhecimentos técnico-científicos relativos à hidrostática e escoamento de fluidos incompressíveis e compressíveis, com especial atenção ao escoamento estacionário em condutas.

Programa

Conteúdos	Horas de Contacto	Horas Sem Contacto
1. Propriedades físicas dos fluidos 1.1 Noção de fluido 1.2 Sistemas de unidades 1.3 Massa volúmica, peso volúmico e densidade 1.4 Forças exteriores. Isotropia 1.5 Compressibilidade 1.6 Viscosidade 1.7 Tensão superficial e capilariedade 1.8 Tensão de saturação do vapor de um líquido 1.9 Solubilidade dos gases nos líquidos 1.10 Pressão. Pressões absolutas e relativas	3	1,7
2. Análise dimensional 2.1 Dimensões 2.2 Homogeneidade dimensional	2	1,1



3. Hidrostática 3.1 Lei hidrostática de pressões 3.2 Equilíbrio de uma massa líquida constituída por líquidos de densidades diferentes 3.3 Manómetros 3.4 Impulsão hidrostática 3.5 Impulsão hidrostática sobre superfícies planas 3.6 Impulsões sobre superfícies curvas 3.7 Impulsões sobre a base e a totalidade de recipientes 3.8 Impulsão hidrostática sobre corpos imersos e flutuantes. 3.9 Princípio de Pascal	16	9,2
4. Hidrocinemática 4.1 Trajectórias e linhas de corrente 4.2 Escoamento permanente e escoamento variável 4.3 Tubo de fluxo 4.4 Caudal e velocidade média 4.5 Equação da continuidade 4.6 Escoamentos laminares e turbulentos	3	1,7
5. Hidrodinâmica 5.1 Teorema de Bernoulli. Líquidos perfeitos 5.2 Linha piezométrica e linha de energia 5.3 Piezómetro e tubo de Pitot 5.4 Fórmula de Torricelli 5.5 Teorema de Bernoulli. Líquidos reais 5.6 Perdas de carga em regime uniforme 5.7 Vórtices 5.8 Escoamentos planos 5.9 Movimentos irrotacionais planos 5.10 Camada limite. Separação	10	5,8
6. Estudo global dos escoamentos líquidos 6.1 Teorema de Bernoulli generalizado para tubos de fluxo 6.2 Bombas e turbinas. Potência hidráulica 6.3 Traçado da linha de energia e da linha piezométrica 6.4 Teorema de Euler	10	5,8
7. Leis de resistência dos escoamentos uniformes 7.1 Linha de energia e linha piezométrica em regime uniforme 7.2 Tensão tangencial na fronteira sólida 7.3 Escoamentos laminares uniformes. Fórmula de Hagen Poiseuille. 7.4 Rugosidade das paredes dos tubos 7.5 Experiência de Nikuradse. Fórmulas de Karman Prandtl 7.6 Perdas de carga em tubos comerciais. Rugosidade equivalente 7.7 Fórmula de Colebrook White 7.8 Ábaco de Moody 7.9 Leis empíricas para o regime turbulento 7.10 Validade das leis de resistência	16	9,2



Cronograma

Semana	Aulas	Tópicos
1	Teórica	Apresentação. Programa. Avaliação. Bibliografia.
	Teórico/Prática	Apresentação e visita ao laboratório
	Prática	Apresentação dos Trabalhos práticos
2	Teórica	Propriedades físicas dos fluidos.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre as propriedades dos fluidos
	Prática	Resolução de exercícios sobre as propriedades dos fluidos
3	Teórica	Análise dimensional. Hidrostática.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre a análise dimensional e a hidrostática
	Prática	Resolução de exercícios sobre a análise dimensional e a hidrostática
4	Teórica	Pressão hidrostática. Manómetros.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrostática: medidores de pressão (manómetros)
	Prática	Realização do 1º Trabalho prático
5	Teórica	Impulsão sobre superfícies planas.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrostática: Impulsão hidrostática sobre superfícies planas.
	Prática	Apresentação oral do 1º Trabalho prático
6	Teórica	Impulsão sobre superfícies curvas.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrostática: Impulsão hidrostática sobre superfícies curvas.
	Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrostática: Impulsão hidrostática sobre superfícies curvas.
7	Teórica	Hidrocinemática.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrostática: Impulsão hidrostática sobre superfícies curvas.
	Prática	Realização do 2º Trabalho prático
8	Teórica	Conceitos fundamentais da hidrodinâmica.
	Teórico/Prática	Realização de experiências laboratoriais: Verificação do princípio de Arquimedes; Determinação da força hidrostática e do centro de impulsão sobre um quadrante de um toroide.
	Prática	Apresentação oral do 2º Trabalho prático
9	Teórica	Hidrodinâmica.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrocinemática e hidrodinâmica
	Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrocinemática e hidrodinâmica
10	Teórica	Estudo global dos escoamentos líquidos.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre a hidrodinâmica: perdas de carga em condutas, equação de Bernoulli, equação de Torricelli, coeficiente de Coriolis
	Prática	
11	Teórica	Teorema da quantidade de movimento.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre o estudo global dos escoamentos líquidos: Teorema de Bernoulli, bombas e turbinas, linha de energia e teorema de Euler ou da quantidade de movimento
	Prática	Realização do 3º Trabalho prático
12	Teórica	Leis de resistência dos escoamentos uniformes.



	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre as leis da resistência dos escoamentos uniformes
	Prática	Apresentação oral do 3º Trabalho prático
13	Teórica	Escoamentos permanentes sob pressão. Perdas de carga.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre as leis da resistência dos escoamentos uniformes (conclusão) e leis empíricas para o regime turbulento
	Prática	Realização do 4º Trabalho prático
14	Teórica	Escoamento em sistemas de condutas.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre escoamentos permanentes sobre pressão: tipos de escoamentos permanentes, perdas de carga localizadas, comprimento equivalente a uma perda de carga
	Prática	Apresentação oral do 4º Trabalho prático
15	Teórica	Escoamento variável sob pressão.
	Teórico/Prática	Resolução de exercícios sobre escoamentos permanentes sobre pressão (conclusão). Revisões
	Prática	Revisões

Bibliografia e Elementos de Estudo Facultados

Fundamental:

- Apontamentos teóricos do docente e folhas de exercícios.
- White, F. M., **Mecânica dos Fluidos**, 4ª edição, 2002, McGraw-Hill*

Apoio:

- Quintela, A. C., **Hidráulica**, 1981, ed. Fundação Gulbenkian* .
- Lencastre, A., **Hidráulica Geral**, 1983, ed. Hidroprojecto.
- Manzanares, A., **Hidráulica Geral**, 1980, ed. AEIST, 2 volumes.
- Novais Barbosa, J., **Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral**, 1985, ed. Porto Editora, 2 volumes.

Método de Ensino

Aulas teóricas – Serão apresentados os conceitos teóricos da matéria a leccionar recorrendo ao episcópio e ao retro-projector. E serão resolvidos exemplos de exercícios de aplicação no quadro da sala de aulas.

Aulas teórico-práticas – Serão resolvidos exercícios de aplicação prática no quadro da sala de aulas.

Aulas Práticas – Serão resolvidos exercícios de aplicação prática no quadro da sala de aulas e serão, sempre que necessário, realizadas experiências laboratoriais demonstrativas dos conceitos aprendidos.

Mecanismos de apoio e acompanhamento dos alunos:

Os alunos poderão também aceder a diversas informações através da página dos docentes na internet.

* Existente na Biblioteca da E.S.T.A.



O horário de dúvidas será:

- Terça-feira das 16h30 às 17h30 no Gabinete do docente.

Avaliação

A avaliação de conhecimentos na disciplina de Mecânica dos Fluidos está dividida em duas partes distintas, mas complementares e obrigatórias:

1. Será realizada 1 (uma) prova escrita de avaliação de conhecimentos (frequência). Nota mínima de 7,5 valores (numa escala de 0 a 20 valores). Os alunos que cheguem ao fim do semestre sem aproveitamento na prova escrita terão a oportunidade de serem avaliados numa prova de avaliação final (exame). Igual critério se aplicará para a época de recurso, trabalhador estudante e época especial.
2. Realização de trabalhos práticos, com elaboração de relatório final e apresentação oral. Nota mínima de 10 valores em cada trabalho (numa escala de 0 a 20 valores).

A nota final (NF) de avaliação de conhecimentos na disciplina será calculada de acordo com o seguinte critério:

Prova escrita (PE) – 60%

Trabalhos (Trab) – 40%

$$NF = 0,60 \cdot PE + 0,40 \cdot Trab$$

A classificação final poderá ser afectada por uma informação pessoal, logo subjectiva, do Professor com base nas “impressões” que forem recolhidas durante o período lectivo.

Será usada uma escala percentual de zero a cem, e depois convertida para o sistema adoptado pela Escola.

Os trabalhos/experiências laboratoriais poderão ser realizadas individualmente ou em grupos de dois elementos. Os temas dos trabalhos serão os seguintes:

- **Experiência laboratorial 1:** Demonstração do Princípio de Arquimedes.
- **Experiência laboratorial 2:** Determinação da força hidrostática e do centro de impulsão sobre um quadrante de um toroide: imersão total e parcial.
- **Experiência laboratorial 3:** Demonstração da equação de Bernoulli
- **Experiência laboratorial 4:** Perdas de carga em tubagens e acessórios. Experiências ao dispor na bancada hidrodinâmica P6100.



Cronograma dos trabalhos

Semana:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Acção:															
Realização do 1º trabalho				a)											
Realização do 2º trabalho							b)								
Realização do 3º trabalho											c)				
Realização do 4º trabalho													d)		

A entrega dos relatórios das experiências deverá ser feita na semana imediatamente a seguir à realização das experiências.

- a) 19 de Março de 2007
- b) 9 de Abril de 2007
- c) 14 de Maio de 2007
- d) 29 de Maio de 2007