

TEA-013 Matemática Aplicada II

Prof. Nelson Luís Dias (Lemma/Dep Eng Ambiental, Centro Politécnico)
nldias@ufpr.br

Ensalamento e Horário

2as 4as 6as sala PM-02 07:30--09:10

Objetivos Didáticos

A Disciplina TEA013 tem por objetivo aprofundar o domínio pelo aluno de modelos matemáticos analíticos e numéricos aplicáveis à Engenharia Ambiental. A disciplina incluirá aplicações de: álgebra linear, espaços vetoriais normados, séries de Fourier e transformadas de Fourier, assim como diversas técnicas numéricas e analíticas de solução de equações diferenciais parciais. Essas técnicas são ilustradas com problemas em Mecânica dos Fluidos, Hidrologia, Meteorologia, Química Ambiental e Ecologia, enfatizando-se a capacidade de formular e de resolver alguns problemas típicos (dispersão, reações químicas, dinâmica de populações, etc.) de importância em Engenharia Ambiental.

Unidades Didáticas

| | |
|---|--|
| 1 | Transformada de Laplace |
| 2 | Solução numérica de equações diferenciais parciais |
| 3 | Análise linear, sistemas lineares em Engenharia |
| 4 | Séries e Transformadas de Fourier. |
| 5 | Teoria de Distribuições. Funções de Green e Identidades de Green em Engenharia: Hidrógrafa Unitária Instantânea, Problemas de Dispersão de Poluentes. |
| 6 | Teoria de Sturm-Liouville e algumas funções especiais adicionais (Legendre, Laguerre, Hermite). Importância da teoria no método de separação de variáveis para equações diferenciais parciais. |
| 7 | Equações Diferenciais Parciais: problemas lineares e não-lineares em escoamentos na atmosfera, nos oceanos, em rios e no solo, e problemas de dispersão de poluentes. Classificação e o método das características. Solução por separação de variáveis, transformadas integrais e transformada de Boltzmann. |

Programa

| Aula | Data | Conteúdo | Progresso |
|------|-------------|--|-----------|
| 1 | 2ª 31/07/23 | Diferenças finitas: método explícito para a equação de advecção. Fracasso do método. Explicação: instabilidade numérica. | |
| 2 | 4ª 02/08/23 | Análise de estabilidade de von Neumann. Método de Lax. Número de Courant, condição de Courant. Difusão Numérica. Esquemas numéricos para advecção: Upwind. Esquema implícito | |
| 3 | 6ª 04/08/23 | Difusão pura. Esquema implícito. Condição de estabilidade. Esquema implícito: programação matricial e slicing com Numpy. Esquema implícito: programação matricial e slicing com Numpy. Difusão pura. Crank-Nicholson. A equação de difusão-advecção. | |
| 4 | 2ª 07/08/23 | Transf de Laplace: Definição, Cálculo e Propriedades | |
| 5 | 4ª 09/08/23 | Transformada de Laplace: Convolução. | |
| 6 | 6ª 11/08/23 | P1A | |
| 7 | 2ª 14/08/23 | Transformada de Laplace: Truques adicionais | |
| 8 | 4ª 16/08/23 | Inversão de Transformadas de Laplace | |
| 9 | 6ª 18/08/23 | P1B | |
| 10 | 2ª 21/08/23 | A delta de Dirac. Cálculo com Distribuições. | |
| 11 | 4ª 23/08/23 | Distribuições: resultados adicionais e aplicações. | |
| 12 | 6ª 25/08/23 | Espaços normados: desigualdade de Schwarz e aplicações | |
| 13 | 2ª 28/08/23 | Espaços normados: espaços vetoriais de dimensão infinita. Séries de Fourier: Conceitos gerais e cálculo dos termos complexos. | |
| 14 | 4ª 30/08/23 | Série de Fourier Trigonométrica; extensões par e ímpar. | |
| 15 | 6ª 01/09/23 | P2A | |
| 16 | 2ª 04/09/23 | Desigualdade de Bessel; Igualdade de Parseval | |
| 17 | 4ª 06/09/23 | Mínimos quadrados e estatística | |
| | 6ª 08/09/23 | Feriado | |
| 18 | 2ª 11/09/23 | Transformada de Fourier e Teorema da Inversão | |
| 19 | 4ª 13/09/23 | Transformada de Fourier: Cálculo de transformadas. | |
| 20 | 6ª 15/09/23 | P2B | |
| 21 | 2ª 18/09/23 | Transformada de Fourier da derivada e aplicação à solução de EDO's e EDP's. Propriedades da Transformada de Fourier: derivada, teorema da convolução. Inversa. | |
| 22 | 4ª 20/09/23 | Operador Adjunto. Operador auto-adjunto. Matriz adjunta. Operadores diferenciais. | |
| 23 | 6ª 22/09/23 | Funções de Green. | |
| 24 | 2ª 25/09/23 | Teoria de Sturm-Liouville | |
| 25 | 4ª 27/09/23 | Teoria de Sturm-Liouville: aplicações | |
| 26 | 6ª 29/09/23 | P3A | |
| 27 | 2ª 02/10/23 | Equações diferenciais parciais: aplicações em Engenharia. Método das características. | |
| 28 | 4ª 04/10/23 | Método das características. | |
| 29 | 6ª 06/10/23 | P3B | |
| 30 | 2ª 09/10/23 | Método das características: aplicações. | |
| 31 | 4ª 11/10/23 | Classificação de EDPs. | |
| | 6ª 13/10/23 | Livre | |
| 32 | 2ª 16/10/23 | O método de separação de variáveis: a equação da difusão. | |

| | | | |
|----|-------------|---|--|
| 33 | 4ª 18/10/23 | O método de separação de variáveis. A equação de Boussinesq não-linear e sua solução. | |
| 34 | 6ª 20/10/23 | Difusão em coordenadas cilíndricas: uso de funções de Bessel. | |
| 35 | 2ª 23/10/23 | Difusão em coordenadas cilíndricas: uso de funções de Bessel. | |
| 36 | 4ª 25/10/23 | Equação de Laplace: solução por separação de variáveis. | |
| 37 | 6ª 27/10/23 | Equação de Laplace: aplicações. | |
| 38 | 2ª 30/10/23 | Equação da onda: solução por separação de variáveis. | |
| 39 | 4ª 01/11/23 | Equação da onda: aplicações. | |
| | 6ª 03/11/23 | Livre | |
| 40 | 2ª 06/11/23 | Problemas difusivos com transformações de similaridade | |
| 41 | 4ª 08/11/23 | Problemas difusivos com transformações de similaridade | |
| 42 | 6ª 10/11/23 | Equação da onda: solução pelo método das Características. | |
| 43 | 2ª 13/11/23 | Solução de d'Alembert para a equação da onda. | |
| | 4ª 15/11/23 | Feriado | |
| 44 | 6ª 17/11/23 | P4A | |
| 45 | 2ª 20/11/23 | Revisão da Matéria | |
| 46 | 4ª 22/11/23 | Revisão da Matéria | |
| 47 | 6ª 24/11/23 | P4B | |
| 48 | 2ª 27/11/23 | Revisão da Matéria | |
| 49 | 4ª 29/11/23 | Revisão da Matéria | |
| 50 | 6ª 01/12/23 | Revisão da Matéria | |
| 51 | 2ª 04/12/23 | FA | |
| 52 | 6ª 08/12/23 | FB | |

Avaliação

A disciplina é semestral. A avaliação da disciplina é contínua: haverá 8 exames parciais (P1A, P1B, P2A, P2B, P3A, P3B, P4A, P4B), seguidos de dois exames finais final FA e FB. Para efeito de cálculo de médias e aprovação, será considerada a maior nota entre as versões A e B de cada prova. Os alunos poderão solicitar revisão de prova durante 3 dias úteis após a promulgação da nota. Após esse prazo, não será concedida nenhuma revisão. As soluções são disponibilizadas eletronicamente em <https://www.nldias.github.io>, juntamente com as notas.

A média parcial, P, será $P = (P1+P2+P3+P4)$. O resultado parcial é: Alunos com $P < 40$ estão reprovados. Alunos com $P \geq 70$ estão aprovados. Para os alunos aprovados nesta fase, a sua média final é $M = P$. Alunos com $40 \leq P < 70$ farão o exame final F. Calcula-se a média final $M = (P + F)/2$. Alunos que obtiverem $M \geq 50$ estão aprovados. Alunos com $M < 50$ estão reprovados. Todas as contas são feitas com 2 algarismos significativos com arredondamento para cima.

Textos para estudo

O texto adotado para este curso é <https://nldias.github.io/pdf/matappa-2ed.pdf> Um bom material adicional para métodos numéricos é Versteeg e Malalasekera [2007]. O livro de Michael Greenberg [Greenberg, 1998] permanece sendo, provavelmente, um dos melhores textos de matemática aplicada existentes, e é recomendado como material adicional. Além disso, nele você encontrará uma grande quantidade de exercícios adicionais que complementam os exercícios resolvidos e propostos no livro texto.

Estudo individual

Reserve pelo menos 6 horas semanais para o estudo em casa desta disciplina. Leia a teoria no livro, evitando pular direto para exemplos e exercícios. Digite e rode os exemplos computacionais; faça os trabalhos computacionais individualmente, e não deixe para a última hora. Entenda a teoria, principalmente as deduções. Essa é a única maneira de estudar e entender matemática. Evite estudar apenas pelo caderno. Procure depois fazer o maior número possível de problemas, mas cuidado: evite fazer problemas apenas sobre uma parte da matéria. Planeje cuidadosamente seu tempo de estudo para que você consiga fazer exercícios sobre toda a matéria.

Referências

- Butkov, E. (1988). Física matemática. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Dias, N. L. (2017). Uma introdução aos métodos matemáticos para Engenharia. Edição do Autor, Curitiba, PR: <https://nldias.github.io/pdf/matappa-2ed.pdf> .
- Greenberg, M. D. (1998). Advanced engineering mathematics. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2a edição.
- Versteeg, H. K. e Malalasekera, W. (2007). An Introduction to Computational Fluid Dynamics. Pearson Prentice-Hall.