



PLANO DE ENSINO

Programa	Ciências Mecânicas (53001010053P0)
Nome	Hidrodinâmica de Fluidos Magnéticos
Sigla	PCMEC
Número	0043
Créditos	4
Período de Vigência	01/01/2020 -
Professor responsável	Rafael Gabler Gontijo
Disciplina obrigatória	Não

EMENTA

Objetivos:

Introduzir os alunos aos conceitos teóricos vinculados ao estudo do comportamento da Hidrodinâmica de Fluidos Magnéticos buscando aprofundar o conhecimento do aluno em disciplinas anteriores (Mecânica dos Fluidos, Mecânica dos Meios Contínuos e Eletromagnetismo) enquanto se constrói um entendimento claro não só da tecnicidade inerente ao assunto como do desenvolvimento histórico vinculado ao tema. Aprofundar o desenvolvimento de soluções analíticas de equações diferenciais ordinárias e parciais responsáveis por reger os principais campos escalares e vetoriais de grandezas físicas de interesse na Hidrodinâmica de Fluidos Magnéticos;

Justificativa:

O assunto se justifica pela interseção harmoniosa e instigante entre duas grandes áreas de interesse da física clássica: a hidrodinâmica e o eletromagnetismo, que encontram um excelente motivo para se fundirem a partir da síntese de fluidos magnéticos e de suas numerosas aplicações de interesse tecnológico, biomédico e industrial, que vão desde o tratamento de pequenos tumores por meio de magnetohipertermia até o aperfeiçoamento de processos de troca de calor por meio da convecção termomagnética.

Conteúdo:

Módulo 1 - Definição de fluido magnético, propriedades de ferrofluidos, estabilidade de suspensões magnéticas, suspensão coloidal e não coloidal, ferrohídrodinâmica x magnetohidrodinâmica, aplicações de fluidos magnéticos; **Módulo 2** - Equações de Maxwell, Equações clássicas da hidrodinâmica, acoplamento da hidrodinâmica com o eletromagnetismo, equação de Bernoulli para um fluido magnético, regimes de Euler e Stokes magnéticos, adimensionalização das equações governantes para um fluido magnético, efeito magneto-viscoso, modelos de magnetização; **Módulo 3** - Modelagem microestrutural de suspensões magnéticas, aspectos computacionais da dinâmica de suspensões magnéticas, obtenção de propriedades de transporte através de simulação computacional;

Forma de Avaliação

Questionários semanais (**30% da nota**); Seminário de artigo científico da área (**30% da nota**); Trabalho computacional e apresentação do trabalho (**40% da nota**)

Observação:

Bibliografia:

1. CUNHA, F.R. Basics of Hydrodynamic of Magnetic Fluids. EPTT, 2012.
 2. GONTIJO, R.G. Micromechanics and Microhydrodynamics of Magnetic Suspensions, PhD Thesis in Mechanical Sciences, PCMEC, 2013.
 3. ROSENSWEIG, R. E. Ferrohydrodynamics, Dover Edition, 1997.
 4. GRANT, I. S., PHILLIPS, W.R. Eletromagnetism, John Wiley & Sons Ltd, 1975 (1ED) or 1990 (2ED).
 5. CHANDRASEKHARAI AH, D.S., DEBNATH, L. Continuum Mechanics, Academic Press, 1994.
 6. ODENBACH, S. Colloidal Magnetic Fluids – Basics, Development and Application of Ferrofluids, Lecture Notes in Physics 763, Springer, 2009.
 7. MOUSAVI, S.M., DARZI, A.A.R., LI, M. Modeling and Simulation of Flow and Heat Transfer of Ferrofluid under Magnetic Field of Neodymium Block Magnet, Applied Mathematical Modeling, vol. 103, pp.238-260, 2022.
 8. GONTIJO, R.G., GUIMARÃES, A.B. Langevin dynamic simulations of magnetic hyperthermia in rotating fields, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol. 565, 2023.
-



Unit information

Program	Mechanical Science (53001010053P0)
Course unit	Hydrodynamics of Magnetic Fluids
Unit code	PCMEC
Unit number	0043
Credit points	4
Period	01/01/2020 -
Professor	Rafael Gabler Gontijo
Prerequisites	-

Unit outline

Objective:

This course aims to introduce the student to theoretical concepts related to the study of the behavior of the magnetic fluid flow. We seek to deepen the student's knowledge in previous courses (Fluid Mechanics, Continuum Mechanics and Electromagnetism) while building a clear understanding of historical aspects of the development of our understanding of the behavior of the magnetic fluid flow. We also seek to improve the student's understanding of the logic of deducing and solving differential equations related to describing the hydrodynamics of magnetic fluids.

Purpose:

This course is justified by a harmonious and elegant intersection between two major fields of interest of classical physics: hydrodynamics and electromagnetism, which find an excellent purpose to match each other from the synthesis of the first magnetic fluid by mankind, leading to numerous applications that cover technological, medical and industrial applications, such as tumor treatment through magnetic hyperthermia and improvement of heat transfer process using thermomagnetic convection.

Contents:

Module 1 – Definition of a magnetic fluid, properties of ferrofluids, stability of magnetic suspensions, colloidal and non-colloidal suspensions, ferrohydrodynamics (FHD) and magnetohydrodynamics (MHD), applications; **Module 2** – Maxwell equations, classical hydrodynamic equations, hydrodynamic-magnetic coupling, Bernoulli principle for a magnetic fluid, Euler and Stokes magnetic regimes, non-dimensional equations and physical parameters of FHD, magneto-viscous effect, magnetization models; **Module 3** – Micro-structural modeling of magnetic suspensions, computational aspects of magnetic suspension dynamics, use of computational simulation to obtain transport properties of magnetic fluids.

Assessment

Weekly reports (30% of the grade); Presentation of a scientific article in the field (30% of the grade); Computational work and presentation (40% of the grade).

Obs:

Reference:

1. CUNHA, F.R. Basics of Hydrodynamic of Magnetic Fluids. EPTT, 2012.

-
2. GONTIJO, R.G. Micromechanics and Microhydrodynamics of Magnetic Suspensions, PhD Thesis in Mechanical Sciences, PCMEC, 2013.
 3. ROSENSWEIG, R. E. Ferrohydrodynamics, Dover Edition, 1997.
 4. GRANT, I. S., PHILLIPS, W.R. Eletromagnetism, John Wiley & Sons Ltd, 1975 (1ED) or 1990 (2ED).
 5. CHANDRASEKHARAI AH, D.S., DEBNATH, L. Continuum Mechanics, Academic Press, 1994.
 6. ODENBACH, S. Colloidal Magnetic Fluids – Basics, Development and Application of Ferrofluids, Lecture Notes in Physics 763, Springer, 2009.
 7. MOUSAVI, S.M., DARZI, A.A.R., LI, M. Modeling and Simulation of Flow and Heat Transfer of Ferrofluid under Magnetic Field of Neodymium Block Magnet, Applied Mathematical Modeling, vol. 103, pp.238-260, 2022.
 8. GONTIJO, R.G., GUIMARÃES, A.B. Langevin dynamic simulations of magnetic hyperthermia in rotating fields, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol. 565, 2023.
-