

Programa Analítico de Disciplina

ENQ 654 - TÉCNICAS AVANÇADAS PARA CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES

Departamento de Química - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

Catálogo: 2024

Número de créditos: 4

Carga horária semestral: 60h

Carga horária semanal teórica: 2h

Carga horária semanal prática: 2h

Semestres: I

Ementa

Introdução e explicações da disciplina e preparativos – Teórica.
Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV.
Microscopia de Força Atômica – AFM.
Microscopia Eletrônica de Transmissão – MET
Espalhamento Estático e Dinâmico de Luz – SLS e DLS.
- Difratometria de Raios-X.
Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR
Espectroscopia Raman.
Ressonância Magnética Nuclear – RMN
Análise Térmica
Espectroscopia na região do Ultravioleta e do Visível – UV/Vis
Cromatografia Gasosa – CG
Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – HPLC – DEQ
Atendimento ao estudante- Parte teórica

Conteúdo

Unidade	T	P	To
1.Introdução e explicações da disciplina e preparativos – Teórica.	2h	0h	2h
2. Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV.	2h	0h	2h
3.Microscopia de Força Atômica – AFM.	2h	0h	2h
4.Microscopia Eletrônica de Transmissão – MET	2h	0h	2h
5.Espalhamento Estático e Dinâmico de Luz – SLS e DLS.	2h	0h	2h
6.- Difratometria de Raios-X.	2h	0h	2h
7.Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR	4h	0h	4h
8.Espectroscopia Raman.	2h	0h	2h

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 5YGQ.B4YR.5S3M

9. Ressonância Magnética Nuclear – RMN	2h	0h	2h
10. Análise Térmica	2h	0h	2h
11. Espectroscopia na região do Ultravioleta e do Visível – UV/Vis	2h	0h	2h
12. Cromatografia Gasosa – CG	2h	0h	2h
13. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – HPLC – DEQ	2h	0h	2h
14. Atendimento ao estudante- Parte teórica	2h	0h	2h
15. Introdução e explicações da disciplina e preparativos - Prática	0h	2h	2h
16. Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV	0h	2h	2h
17. Microscopia de Força Atômica – AFM	0h	2h	2h
18. Microscopia Eletrônica de Transmissão – MET.	0h	2h	2h
19. Espalhamento Estático e Dinâmico de Luz – SLS e DLS	0h	2h	2h
20. Difractometria de Raios-X	0h	2h	2h
21. Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR	0h	4h	4h
22. Espectroscopia Raman	0h	2h	2h
23. Ressonância Magnética Nuclear – RMN	0h	2h	2h
24. Análise Térmica	0h	2h	2h
25. Espectroscopia na região do Ultravioleta e do Visível – UV/Vis	0h	2h	2h
26. Cromatografia Gasosa – CG	0h	2h	2h
27. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – HPLC – DEQ	0h	2h	2h
28. Atendimento ao estudante- Parte prática	0h	2h	2h
Total	30h	30h	60h

Teórica (T); Prática (P); Total (To);

ENQ 654 - TÉCNICAS AVANÇADAS PARA CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES

Bibliografias básicas	
Descrição	Exemplares
BINNIG, G.; QUATE, C.F.; GERBER, C. Atomic force microscope. Physical Review Letters, v. 56, n. 9, p. 930-933, mar 1986. Disponível em: http://www.qdev.ethz.ch/phys4/studentspresentations/afm/Atomic%20force%20microscope.pdf . Acessado em: 28.02.2016	0
BUTT, H.-J.; CAPPELA, B.; KAPPE, M. Force measurements with atomic force microscope: Technique, interpretation and applications. Surface Science Reports. 59 (2005) p. 1-152	0
HAUGSTAD, G., Atomic Force Microscopy: Understanding Basic Modes and Advanced Applications, John Wiley & Sons, 2012. The table of contents can be found in: http://www.charfac.umn.edu/polymerspm/PubImages/TOC.pdf Acessado em 28.02.2016	0
DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; Machado, G., MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA: Aplicações e preparação de amostras: Materiais Poliméricos, metálicos e semicondutores; Porto Alegre, EDIPUCRS, 2007.	0
MANNHEIMER, W.A., Microscopia dos Materiais: Uma Introdução; Editora E-papers; 2002	0
Williams D. B. and Carter C. B., Transmission Electron Microscopy: A Textbook for MaterialsScience, Springer, 2009	0
BLOSS, F.D. Crystallography and crystal chemistry. Mineralogical Society of America, Washington, D.C. 1994	0
BROWN, G. The X-ray Identification and Crystal Structure of Minerals. Mineralogical Society, London. 1961	0
CULLITY, B.D. Elements of X-Ray Diffraction. 2 ed. Addison-Wesley Publishing Company Inc. 1978	0
EVANS, R.C. An Introduction to Crystal Chemistry. 2nd ed. Cambridge University Press. 1966.	0
KLEIN, C. & HURBULT Jr, C.S. Manual of Mineralogy (after James D. Dana), 21st ed. John Wiley & Sons, New York. 1993	0
KLUG, P.H. & ALEXANDER, L.E. X – Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphoous Materials. John Wiley & Sons, Inc., New York. 1967	0
KLUTE, A. Methodos of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. ASA, SSSA, Madison, WI, Ag. Monograph no 9. 1986	0
MACKENZIE, R.C. (ed). The Differential Thermal Investigation of Clays. Mineralogical Society, London. 1966.	0
MOORE, D.,M. & REYNOLDS Jr, R.C. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay minerals. Oxford University Press. New York. 1989.	0
BERNE, B. J.; PECORA, R. Dynamic Light Scattering: With Applications to Chemistry, Biology,	0

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 5YGQ.B4YR.5S3M

and Physics. John Wiley & Sons. 2000	
BURCHARD, W. Static and dynamic light scattering from branched polymers and biopolymers. 142p. 2005	0
BARBOSA, L.C.A.. Espectroscopia no Infravermelho. Editora UFV. 2012	0
PRETSCH, E.; SIMON, W.; SEIBL, J.; CLERC, T. Tables of spectral data for structure determination of organic compounds. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 420 p	0
ROEGES, N. P. G. Guide to the complete interpretation of infrared spectra of organic structures. 1. ed. New York: John Wiley, 1994. 340 p	0
SALA, O. Fundamentos da espectroscopia Raman e no infravermelho. 2ª Ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 276 p	0
SMITH, A. L. Applied infrared spectroscopy: fundamentals, techniques, and analytical problemsolving. 1. ed. New York: John Wiley, 1979. 322 p	0
SOCRATES, G. Infrared characteristic group frequencies. 2. ed. New York: John Wiley, 1994. 249 p	0
STUART, B.; GEORGE, W. O.; MCINTYRE, P. S. Modern infrared spectroscopy. 1. ed. New York: John Wiley, 1996. 180 p	0
THEOPHANIDES, T. Fourier transform infrared spectroscopy: Industrial chemical and biochemical applications. 1. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 192 p	0
WILLIAMS, D. H.; FLEMING, I. Spectroscopic methods in organic chemistry. 4. ed. London: McGrawHill, 1989. 264 p	0
SALA, O. Fundamentos da espectroscopia Raman e no infravermelho. Editora Unesp, 2ª Edição, 2009. FERRARO, J.R. Introductory Raman Spectroscopy, Academic Press, 2ª Edition, 2002	0
SMITH, E.; DENT, G. Modern Raman Spectroscopy: a practical approach, John Wiley & Sons Ltd, 2005	0
HARRIS, D.C. Análise Química Quantitativa. 8ª Ed. Editora LTC, 2013. Rio de Janeiro	0
SILVERSTEIN, R.M.; WEBSTER, F.X.; KIEMLE, D.J. Spectrometric Identification of Organic Compounds 7th Edition. Ed Wiley. 2005	0
McLAFFERTY, F.W.; TUREEK, F. Interpretation of Mass Spectra. 1993	0
HOFFMANN, E.; STROOBANT, V. Mass Spectrometry. Principles and Applications. Third Edition. Wiley. 502p. 2007. Disponível em: http://www.usp.br/massa/2014/qfl2144/pdf/MassSpectrometry.pdf . Acessado em 28.02.2016	0
FREEMAN, R. Handbook of nuclear magnetic resonance. John Wiley & Sons. 1987	0
HARRIS, R.K. Nuclear magnetic resonance spectroscopy. John Wiley & Sons. 1986	0
HAINES, P.J. Thermal Methods of Analysis: Principles, Applications and Problems. Springer Science & Business Media. 286p. 2012	0
GABBOTT, P. Principles and Applications of Thermal Analysis. John Wiley & Sons, 480p. 2008	0
COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. Fundamentos de cromatografia. 1. Ed. Campinas, SP: Unicamp, 2006. 453p	0
LANÇAS, F. M.; Cromatografia em fase gasosa. Acta, São Carlos, 1993, 254p	0

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 5YQG.B4YR.5S3M

LANÇAS, F. M.; Cromatografia Líquida Moderna: HPLC / CLAE. Editora Átomo, Campinas, 2009, 382p	0
BRAITHWAITE, A.; SMITH, F.J. Chromatographic methods. 15th ed., Blackie academic & Professional, London, 1996 359p	0
PAVIA, D. Introdução a Espectroscopia. Cengage Learning, 2010.	0
HOLLAS, J. M. Modern Spectroscopy. Wiley, 4a Ed., 483p. 2004. Disponível em: http://optdesign.narod.ru/book/Hollas_Modern_spectroscopy.pdf . Acessado em 28.02.2016	0
WARREN, B.E. X-Ray Diffraction. John Wiley & Sons. 1969	0
ZOLOTOYABKO, E. Basic Concepts of X-Ray Diffraction. Ed. Wiley-VCH. 312p. 2014	0

Bibliografias complementares

Não definidas

Syllabus

ENQ 654 - ADVANCED TECHNIQUES FOR MATERIAL CHARACTERIZATION: PRINCIPLES AND APPLICATIONS

Departamento de Química - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

Catalog: 2024

Number of credits: 4

Total hours: 60h

Weekly workload - Theoretical: 2h

Weekly workload - Practical: 2h

Period: I

Content

Introduction and explanations of the subject and preparations – Theoretical.

Scanning Electron Microscopy – SEM.

Atomic Force Microscopy – AFM.

Transmission Electron Microscopy – TEM

Static and Dynamic Light Scattering – SLS and DLS.

- X-ray diffractometry

Spectroscopy in the Infrared Region with Fourier Transform – FTIR

Raman spectroscopy

Nuclear Magnetic Resonance – NMR

Thermal analysis

Spectroscopy in the Ultraviolet and Visible region – UV/Vis

Gas Chromatography – GC

High Performance Liquid Chromatography – HPLC – DEQ

Student support - Theoretical part

Course program

Unit	T	P	To
1. Introduction and explanations of the subject and preparations – Theoretical.	2h	0h	2h
2. Scanning Electron Microscopy – SEM.	2h	0h	2h
3. Atomic Force Microscopy – AFM.	2h	0h	2h
4. Transmission Electron Microscopy – TEM	2h	0h	2h
5. Static and Dynamic Light Scattering – SLS and DLS.	2h	0h	2h
6. - X-ray diffractometry	2h	0h	2h
7. Spectroscopy in the Infrared Region with Fourier Transform – FTIR	4h	0h	4h
8. Raman spectroscopy	2h	0h	2h
9. Nuclear Magnetic Resonance – NMR	2h	0h	2h

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 5YGQ.B4YR.5S3M

10. Thermal analysis	2h	0h	2h
11. Spectroscopy in the Ultraviolet and Visible region – UV/Vis	2h	0h	2h
12. Gas Chromatography – GC	2h	0h	2h
13. High Performance Liquid Chromatography – HPLC – DEQ	2h	0h	2h
14. Student support - Theoretical part	2h	0h	2h
15. Introduction and explanations of the subject and preparations - Practice	0h	2h	2h
16. Scanning Electron Microscopy – SEM	0h	2h	2h
17. Scanning Electron Microscopy – SEM	0h	2h	2h
18. Transmission Electron Microscopy – TEM	0h	2h	2h
19. Static and Dynamic Light Scattering – SLS and DLS	0h	2h	2h
20. X-ray diffractometry	0h	2h	2h
21. Spectroscopy in the Infrared Region with Fourier Transform – FTIR	0h	4h	4h
22. Raman spectroscopy	0h	2h	2h
23. Nuclear Magnetic Resonance – NMR	0h	2h	2h
24. Thermal analysis	0h	2h	2h
25. Spectroscopy in the Ultraviolet and Visible region – UV/Vis	0h	2h	2h
26. Gas Chromatography – GC	0h	2h	2h
27. High Performance Liquid Chromatography – HPLC – DEQ	0h	2h	2h
28. Student support - Practical part	0h	2h	2h
Total	30h	30h	60h

Theoretical (T); Practical (P); Total (To);

ENQ 654 - ADVANCED TECHNIQUES FOR MATERIAL CHARACTERIZATION: PRINCIPLES AND APPLICATIONS

Fundamental references	
Description	Copies
BINNIG, G.; QUATE, C.F.; GERBER, C. Atomic force microscope. Physical Review Letters, v. 56, n. 9, p. 930-933, mar 1986. Disponível em: http://www.qudev.ethz.ch/phys4/studentpresentations/afm/Atomic%20force%20microscope.pdf . Acessado em: 28.02.2016	0
BUTT, H.-J.; CAPPELA, B.; KAPPE, M. Force measurements with atomic force microscope: Technique, interpretation and applications. Surface Science Reports. 59 (2005) p. 1-152	0
HAUGSTAD, G., Atomic Force Microscopy: Understanding Basic Modes and Advanced Applications, John Wiley & Sons, 2012. The table of contents can be found in: http://www.charfac.umn.edu/polymerspm/PubImages/TOC.pdf Acessado em 28.02.2016	0
DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; Machado, G., MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA: Aplicações e preparação de amostras: Materiais Poliméricos, metálicos e semicondutores; Porto Alegre, EDIPUCRS, 2007.	0
MANNHEIMER, W.A., Microscopia dos Materiais: Uma Introdução; Editora E-papers; 2002	0
Williams D. B. and Carter C. B., Transmission Electron Microscopy: A Textbook for MaterialsScience, Springer, 2009	0
BLOSS, F.D. Crystallography and crystal chemistry. Mineralogical Society of America, Washington, D.C. 1994	0
BROWN, G. The X-ray Identification and Crystal Structure of Minerals. Mineralogical Society, London. 1961	0
CULLITY, B.D. Elements of X-Ray Diffraction. 2 ed. Addison-Wesley Publishing Company Inc. 1978	0
EVANS, R.C. An Introduction to Crystal Chemistry. 2nd ed. Cambridge University Press. 1966.	0
KLEIN, C. & HURBULT Jr, C.S. Manual of Mineralogy (after James D. Dana), 21st ed. John Wiley & Sons, New York. 1993	0
KLUG, P.H. & ALEXANDER, L.E. X – Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials. John Wiley & Sons, Inc., New York. 1967	0
KLUTE, A. Methodos of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. ASA, SSSA, Madison, WI, Ag. Monograph no 9. 1986	0
MACKENZIE, R.C. (ed). The Differential Thermal Investigation of Clays. Mineralogical Society, London. 1966.	0
MOORE, D.,M. & REYNOLDS Jr, R.C. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay minerals. Oxford University Press. New York. 1989.	0
BERNE, B. J.; PECORA, R. Dynamic Light Scattering: With Applications to Chemistry, Biology, and Physics. John Wiley & Sons. 2000	0

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 5YQG.B4YR.5S3M

BURCHARD, W. Static and dynamic light scattering from branched polymers and biopolymers. 142p. 2005	0
BARBOSA, L.C.A.. Espectroscopia no Infravermelho. Editora UFRV. 2012	0
PRETSCH, E.; SIMON, W.; SEIBL, J.; CLERC, T. Tables of spectral data for structure determination of organic compounds. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 420 p	0
ROEGES, N. P. G. Guide to the complete interpretation of infrared spectra of organic structures. 1. ed. New York: John Wiley, 1994. 340 p	0
SALA, O. Fundamentos da espectroscopia Raman e no infravermelho. 2ª Ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 276 p	0
SMITH, A. L. Applied infrared spectroscopy: fundamentals, techniques, and analytical problemsolving. 1. ed. New York: John Wiley, 1979. 322 p	0
SOCRATES, G. Infrared characteristic group frequencies. 2. ed. New York: John Wiley, 1994. 249 p	0
STUART, B.; GEORGE, W. O.; MCINTYRE, P. S. Modern infrared spectroscopy. 1. ed. New York: John Wiley, 1996. 180 p	0
THEOPHANIDES, T. Fourier transform infrared spectroscopy: Industrial chemical and biochemical applications. 1. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 192 p	0
WILLIAMS, D. H.; FLEMING, I. Spectroscopic methods in organic chemistry. 4. ed. London: McGrawHill, 1989. 264 p	0
SALA, O. Fundamentos da espectroscopia Raman e no infravermelho. Editora Unesp, 2ª Edição, 2009. FERRARO, J.R. Introductory Raman Spectroscopy, Academic Press, 2ª Edition, 2002	0
SMITH, E.; DENT, G. Modern Raman Spectroscopy: a practical approach, John Wiley & Sons Ltd, 2005	0
HARRIS, D.C. Análise Química Quantitativa. 8ª Ed. Editora LTC, 2013. Rio de Janeiro	0
SILVERSTEIN, R.M.; WEBSTER, F.X.; KIEMLE, D.J. Spectrometric Identification of Organic Compounds 7th Edition. Ed Wiley. 2005	0
McLAFFERTY, F.W.; TUREEK, F. Interpretation of Mass Spectra. 1993	0
HOFFMANN, E.; STROOBANT, V. Mass Spectrometry. Principles and Applications. Third Edition. Wiley. 502p. 2007. Disponível em: http://www.usp.br/massa/2014/qfl2144/pdf/MassSpectrometry.pdf . Acessado em 28.02.2016	0
FREEMAN, R. Handbook of nuclear magnetic resonance. John Wiley & Sons. 1987	0
HARRIS, R.K. Nuclear magnetic resonance spectroscopy. John Wiley & Sons. 1986	0
HAINES, P.J. Thermal Methods of Analysis: Principles, Applications and Problems. Springer Science & Business Media. 286p. 2012	0
GABBOTT, P. Principles and Applications of Thermal Analysis. John Wiley & Sons, 480p. 2008	0
COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. Fundamentos de cromatografia. 1. Ed. Campinas, SP: Unicamp, 2006. 453p	0
LANÇAS, F. M.; Cromatografia em fase gasosa. Acta, São Carlos, 1993, 254p	0
LANÇAS, F. M.; Cromatografia Líquida Moderna: HPLC / CLAE. Editora Átomo, Campinas, 2009,	0

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 5YQG.B4YR.5S3M

382p	
BRAITHWAITE, A.; SMITH, F.J. Chromatographic methods. 15th ed., Blackie academic & Professional, London, 1996 359p	0
PAVIA, D. Introdução a Espectroscopia. Cengage Learning, 2010.	0
HOLLAS, J. M. Modern Spectroscopy. Wiley, 4a Ed., 483p. 2004. Disponível em: http://optdesign.narod.ru/book/Hollas_Modern_spectroscopy.pdf . Acessado em 28.02.2016	0
WARREN, B.E. X-Ray Diffraction. John Wiley & Sons. 1969	0
ZOLOTOYABKO, E. Basic Concepts of X-Ray Diffraction. Ed. Wiley-VCH. 312p. 2014	0

Complementary references
<i>Not defined</i>