

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ</b><br/> <b>PROREITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO</b><br/> <b>DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS</b><br/> <b>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA</b></p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

| CÓDIGO      |          | DISCIPLINA                                                 |
|-------------|----------|------------------------------------------------------------|
| DEX101461   |          | Princípios de termodinâmica aplicados às análises térmicas |
| C/HORÁRIA   | CRÉDITOS |                                                            |
| Teórica: 60 | 4        |                                                            |
| Prática:    |          |                                                            |
| Total: 60   | 4        |                                                            |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EMENTA</b> | <p>Conceitos termodinâmicos(funções de estado, energia, calor, trabalho, entalpia, entropia...) e calorimetria;1ª,2ª e 3ª leis da termodinâmica; Relações de Maxwell, noções de termodinâmica estatística. Origem e desenvolvimento dos métodos termoanalíticos. Principais métodos termoanalíticos. Origens e fundamentos das Técnicas: Termogravimetria (TG); Análise Térmica Diferencial (DTA); Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC).Aplicações a materiais orgânicos, inorgânicos, poliméricos, híbridos e compósitos, Técnicas termoanalíticas combinadas.</p> |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OBJETIVOS</b> | <p>Apresentar de forma espositiva e através das atividades acadêmicas de classe os princípios teóricos da termodinâmica e as bases experimentais da análise termogravimétrica, da análise térmica diferencial e a calorimetria diferencial de varredura e as análises associadas, aplicadas à caracterização dos mais diferentes materiais orgânicos, inorgânicos, poliméricos, híbridos e aos nanomateriais.</p> |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                    |                                                                                                                                                                                |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>METODOLOGIA</b> | <p>Aulas espositivas com recursos audiovisuais explorando o entendimento teórico e a realização de aulas experimentais demonstrando as bases técnicas das várias análises.</p> |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                  |                                                                                                                                                                 |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AVALIAÇÃO</b> | <p>Avaliação de aprendizado de conteúdo através de provas e atividades de exercícios, de seminários, realização de projetos didáticos, produção de artigos.</p> |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>CONTEÚDO<br/>PROGRAMÁTICO</b> |  |
|----------------------------------|--|

0 Fundamentos de termodinâmica

0.1 As propriedades dos gases

0.2 A Primeira Lei

0.3 A Segunda e Terceira Leis

0.4 Transformações físicas de substâncias puras

0.5 Misturas simples

0.6 Equilíbrio químico

0.7 Termodinâmica estatística

1 Técnicas termoanalíticas

1.1 Introdução e Desenvolvimento Histórico

1.2. Evolução histórica

1.3. Terminologia

1.4. Referências do exercício de candidaturas

2. Efeitos térmicos

2.1. Introdução

2.2. Condutividade térmica

2.3. Difusividade térmica

2.4. Resistividade térmica

2.5. Capacidade térmica

2.6. Capacidade Térmica

2.7. Calor latente

2.8. Efusividade térmica

2.9. Inércia térmica

2.10. Termocromismo

2.11. Propriedades Termoelétricas

3. Análise Termogravimétrica (TGA)

3.1. Introdução

3.2. Instrumentação

3.3. Fontes de erros na TGA

3.4. Fatores que afetam a curva TG

3.5. Interpretação das curvas TG

3.6. Aplicações da Análise Termogravimétrica

3.7. Calibração

#### 4. Análise Térmica Diferencial (DTA), Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) e Seção de Titulações Termométricas

##### Parte A: Análise Térmica Diferencial (DTA)

- 4.1. Introdução
- 4.2. Evolução histórica
- 4.3. Instrumentação
- 4.4. Fatores que afetam as curvas DTA
- 4.5. Fontes de erros e sua minimização
- 4.6. Parâmetros avaliados
- 4.7. Aplicações

##### Parte B: Calorimetria Exploratória Diferencial

- 4.1. Introdução
- 4.2. Instrumentação
- 4.3. Fatores que afetam a curva
- 4.4. Fontes de erro
- 4.5. Parâmetros avaliados
- 4.6. Aplicações
- 4.7. Nanocalorímetro
- 4.8. Estudos cinéticos
- 4.9. Seção de calibração

##### Parte C: Titulações Termométricas

- 4.1. Introdução
- 4.2. Princípio
- 4.3. Instrumentação
- 4.4. Da Teoria para Experimentar
- 4.5. Cálculos Analíticos
- 4.6. Aplicações da Titulação Termométrica

#### 5. Tempo/Temperatura de Indução de Oxidação e Técnicas Raramente Utilizadas

- 5.1. Tempo/temperatura de indução de oxidação (OIT)
- 5.2. Técnicas raramente usadas

#### 6. Mecanômetria Térmica

- 6.1. Introdução
- 6.2. Termodilatômetro
- 6.3. Análise Termomecânica (TMA)
- 6.4. Analisador Dinâmico-Mecânico (DMA)

## 7. Termo-Optometria

### 7.1. Introdução

### 7.2. Termomicroscopia

### 7.3. Termofotometria

### 7.4. Termoluminescência

### 7.5. Termomicroscópio Combinado com Outras Técnicas

### 7.6. Análise Microtérmica

## 8. Técnicas Complementares

### 8.1. Introdução

### 8.2. Unidade TG-DTA simultânea

### 8.3. Limitações e Vantagens da Unidade G-DTA Simultânea

### 8.4. Análise de Gases Evoluídos e Técnicas Analíticas Associadas

### 8.5. Espectrometria de massas

### 8.6. TG-Espectroscopia no Infravermelho (TG-IR)

### 8.7. Cromatografia Gasosa TG (TG-G)

## 9. Experimentos Baseados em Análise Térmica

1. Investigação da decomposição térmica do oxalato de cálcio por meio da análise de TG.

2. O estudo do TG (termogravimetria), DTG (termogravimetria diferencial), DTA (análise térmica diferencial), Curva TGT (termo-gás-titrimetria), DTGT (termo-titulometria diferencial) e T (temperatura) do sulfato cúprico tetraamina com titulímetro termogás.

3. Investigação de uma transição líquida cristalina (mesomorfo) (DSC).

4. Avaliação da pureza e determinação do ponto de fusão (DSC).

5. Determinação do cloro ativo em materiais clorantes.

6. Avaliar a transição termoquímica de um reagente químico.

7. Determinação dos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{SiO}_2$  do concreto.

8. Determinação da cristalinidade em amostra de polímero (DSC).

9. Determinação da temperatura de transição ( $T_g$ ) e do calor de transição.

10. Calibração e determinação da temperatura de transição vítrea por analisador termomecânico (TMA).

11. Estimativa do teor de negro de fumo em uma amostra de polímero.

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>REFERÊNCIA<br/>BIBLIOGRÁFICA</b> |  |
|-------------------------------------|--|

***Principles of Thermal Analysis and Calorimetry (English Edition) 2nd Edição***, eBook Kindle, Editora: Royal Society of Chemistry; 2º edição (15 março 2019), por Simon Gaisford (Editor, Contribuinte), Vicky Kett (Editor, Contribuinte), Peter Haines (Editor), Edward Charsley (Contribuinte), Duncan Price (Contribuinte), Nicole Hunter (Contribuinte), Paul Gabbott (Contribuinte), Ian Priestley (Contribuinte), John Duncan (Contribuinte), Paul Royall (Contribuinte), Ian Scowen (Contribuinte), Gareth Parkes (Contribuinte).

***Thermal Analysis Techniques and Applications (English Edition)***, eBook Kindle, Editora: I K International Pvt. Ltd.; Edição:31 outubro 2022, por N.K. Kaushik & S.K. Shukla

***Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications (English Edition) 1ª Edição***, eBook Kindle, Editora: Wiley; 1ª edição (9 julho 2014) por Joseph D. Menczel e R. Bruce Prime.

***Análises Térmicas: O que são e como são utilizadas na Indústria***, eBook Kindle (30 agosto 2023) por Nicolás Koutroularis.

***Curso básico de análisis térmico (Spanish Edition)***, eBook Kindle Juan Antonio Conesa Ferrero; publicação 29 maio 2017

***Análise Térmica Diferencia (DTA) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC): Conceitos, Definições, Interferências e Aplicações em diversas áreas do conhecimento***. Edição eKindle, Marco Antonio Logli Publicado em 25 ago. 2020

***Físico-química, volume 1*** / Peter Atkins, Julio de Paula ; tradução e revisão técnica Edilson Clemente da Silva, Márcio José Estillac de Mello Cardoso, Oswaldo Esteves Barcia. – 10. ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2018.