

Instrumentelle Analytik

1 Einleitung

- 1.1 Analysensystem und Überblick über die Grundverfahren
- 1.2 Signal und Rauschen
- 1.3 Genauigkeit, Empfindlichkeit und Auflösungsvermögen
- 1.4 Kalibrierung und Nachweisgrenze

2 Optische Analysenverfahren

2.1 Allgemeines

2.2 Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung und Materie

- 2.2.1 Atomspektren
- 2.2.2 Molekülspektren
 - 2.2.2.1 Rotationen
 - 2.2.2.2 Schwingungen und Raman-Effekt
 - 2.2.2.3 Elektronenübergänge, Fluoreszenz und Phosphoreszenz

2.3 Optische Instrumentierung

- 2.3.1 Einteilung der optischen Analysenverfahren
- 2.3.2 Optische Materialien
- 2.3.3 Wellenlängenzerlegung
 - 2.3.3.1 Absorptionsfilter
 - 2.3.3.2 Interferenzfilter
 - 2.3.3.3 Gittermonochromatoren
 - 2.3.3.4 Fourier-Transform-Spektrometer
- 2.3.4 Strahlungsdetektoren
 - 2.3.4.1 Einkanal-detektoren
 - 2.3.4.2 Mehrkanal-detektoren

2.4 Klassische Absorptionsspektrometrie

- 2.4.1 Lambert-Beersches Gesetz
- 2.4.2 Konsequenzen aus dem Lambert-Beerschen Gesetz
 - 2.4.2.1 Differenzmessung
 - 2.4.2.2 Streulichteffekte
 - 2.4.2.3 Relativer Konzentrationsfehler
- 2.4.3 Aufbau eines Absorptionsspektrometers
- 2.4.4 Strahlungsquellen
 - 2.4.4.1 Kontinuumstrahler
 - 2.4.4.2 Linienstrahler
- 2.4.5 Bauarten von Absorptionsspektrometern für UV/VIS
 - 2.4.5.1 Filterphotometer
 - 2.4.5.2 Gitterspektrometer
 - 2.4.5.3 Zweiwellenlängen-Prinzip

- 2.4.6 Anwendungen der UV/VIS-Spektrometrie
 - 2.4.6.1 Übersicht
 - 2.4.6.2 Einflüsse von Lösungsmitteln und pH-Wert
 - 2.4.6.3 Einflüsse der Streuung
 - 2.4.6.4 Einflüsse der Geräteparameter
 - 2.4.6.5 Multikomponentenanalyse
- 2.4.7 Anwendungen der IR-Spektrometrie
 - 2.4.7.1 Probenvorbereitung
 - 2.4.7.2 Übersicht
- 2.4.8 Spezielle Techniken
 - 2.4.8.1 Gerichtete Reflexion
 - 2.4.8.2 Ulbricht-Kugel: Streuende Proben und diffuse Reflexion
 - 2.4.8.3 Photoakustische Spektrometrie
 - 2.4.8.4 Abgeschwächte Totalreflexion
 - 2.4.8.5 Nichtdispersive IR-Spektrometrie (NDIR-Technik)
- 2.5 Atomabsorptionsspektrometrie
 - 2.5.1 Prinzip
 - 2.5.2 Atomisierungstechniken
 - 2.5.2.1 Flammentechnik
 - 2.5.2.2 Elektrothermische Atomisierung (Graphitrohrtechnik)
 - 2.5.2.3 Kaltdampf- und Hydridtechnik
 - 2.5.3 Strahlungsquelle
 - 2.5.4 Störeffekte
 - 2.5.4.1 Flammenemission
 - 2.5.4.2 Chemische Interferenzen
 - 2.5.4.3 Physikalische Interferenzen
 - 2.5.4.4 Unspezifische Untergrundstreuung und –absorption
 - 2.5.5 Optische Schemata von AAS-Geräten
 - 2.5.6 Nachweisgrenzen
- 2.6 Emissionsspektrometrie
 - 2.6.1 Vorgänge bei der Flammenemission
 - 2.6.2 Plasmabrenner
 - 2.6.2.1 Axiales und radiales Plasma
 - 2.6.2.2 Zerstäubersysteme
 - 2.6.2.3 Sequentielle und Simultan-Spektrometer
 - 2.6.2.4 Vergleich zwischen AES und AAS
 - 2.6.3 Bogen- und Funkenanregung
 - 2.6.4 Glimmanregung
- 2.7 Fluorimetrie und Phosphorimetrie
 - 2.7.1 Gerätetechnik
 - 2.7.2 Anwendungen und Nachweisgrenzen
- 2.8 Lasertechnik
 - 2.8.1 Grundlagen der Laseremission
 - 2.8.1.1 Laserresonator und Schwellenbedingung
 - 2.8.1.2 Strahlprofil, Longitudinale und transversale Moden
 - 2.8.1.3 Linien- und Modenselektion
 - 2.8.1.4 Frequenz- und Intensitätsstabilisierung
 - 2.8.1.5 Charakteristika der Laseremission

- 2.8.2 Laser für analytische Anwendungen
 - 2.8.2.1 Lasertypen
 - 2.8.2.2 Frequenzwandlung
- 2.8.3 Lineare Laserspektrometrie
 - 2.8.3.1 Laserabsorptionsspektrometrie
 - 2.8.3.2 Laserinduzierte Fluoreszenz
 - 2.8.3.3 Vergleich der Verfahren der linearen Laserspektrometrie
- 2.8.4 Laser-Raman-Spektrometrie
- 2.8.5 LIDAR-Systeme
- 2.8.6 Laser-Mikrosonden

3 Röntgenfluoreszenzanalyse

3.1 Grundlagen

- 3.1.1 Charakteristische Röntgenstrahlung und Auger-Effekt
 - 3.1.1.1 Moseleysches Gesetz
 - 3.1.1.2 Nomenklatur
- 3.1.2 Bremsstrahlung
- 3.1.3 Absorption von Röntgenstrahlung

3.2 Röntgenspektrometer

- 3.2.1 Primärstrahlerzeuger
 - 3.2.1.1 Röntgenröhre
 - 3.2.1.2 Elektronenquelle
 - 3.2.1.3 Elektronensynchrotron
 - 3.2.1.4 Radionuklid-Quellen
- 3.2.2 Probe
- 3.2.3 Winkeldispersive Röntgenspektrometrie
 - 3.2.3.1 Soller-Spalt
 - 3.2.3.2 Braggsche Bedingung und Analysator-Kristalle
 - 3.2.3.3 Detektoren
 - 3.2.3.4 Auflösungsvermögen
 - 3.2.3.5 Sequentielle und Simultan-Spektrometer
- 3.2.4 Energiedispersive Röntgenspektrometrie
 - 3.2.4.1 Si(Li)-Detektor
 - 3.2.4.2 ED-Spektrometer und Pulshöhenanalysator
 - 3.2.4.3 Vergleich der Auflösung von WDRFA und EDRFA

3.3 Anwendungen der Röntgenfluoreszenzanalyse

- 3.3.1 Fluoreszenzausbeute und Fluoreszenzintensität
- 3.3.2 Qualitative Analytik
- 3.3.3 Quantitative Analytik und Nachweisgrenzen

3.4 Röntgen-Mikrosonden

- 3.4.1 Elektronenstrahl-Mikrosonde
- 3.4.2 Protoneninduzierte Röntgenstrahlung

3.5 Röntgenbeugungsmethoden: Pulverdiffraktometrie

4 Massenspektrometrie

4.1 Grundlagen

4.2 Gerätetechnik

4.2.1 Trennsystem

- 4.2.1.1 Einfache magnetische Trennung
- 4.2.1.2 Doppelt-fokussierende Trennung
- 4.2.1.3 Quadrupol-Massenfilter
- 4.2.1.4 Ionenfallen
- 4.2.1.5 Flugzeit-Massentrennung
- 4.2.1.6 Auflösungsvermögen

4.2.2 Direkt-Einlass-System

4.2.3 Ionenquelle

- 4.2.3.1 Elektronenstoßionisation
- 4.2.3.2 Chemische Ionisation
- 4.2.3.3 FAB-Ionenquelle

4.2.4 GC/MS- und LC/MS-Kopplung

- 4.2.4.1 Atmospheric Pressure Ionization
- 4.2.4.2 Thermo- und Elektrospray-Ionenquellen

4.2.5 ICP/MS-Kopplung

4.2.6 MS/MS-Kopplung

4.2.7 Detektoren

4.3 Anwendungen

5 Kernresonanzspektrometrie

5.1 Grundlagen

- 5.1.1 Magnetisches Kernmoment und Richtungsquantelung
- 5.1.2 Energieniveaus und Übergänge
- 5.1.3 Relaxationsprozesse

5.2 Chemische Verschiebung

5.3 Gerätetechnik

- 5.3.1 Eigenschaften wichtiger Isotope für die NMR-Spektrometrie
- 5.3.2 Continuous-Wave-Spektrometer (CW-NMR-Spektrometer)
- 5.3.3 Puls-Fourier-Transform-Spektrometer (PFT-NMR-Spektrometer)

5.4 Anwendungen

5.5 Grundlagen der Kernspin-Tomographie