

Angewandte Physik III (Labor- und Messtechnik)

WS 2007/08

Prof. Dr. Bert Hecht

Inhaltsangabe der Vorlesung:

1. Vakuumtechnik

1.1 Grundlagen

- 1.1.1 Gasgesetze
- 1.1.2 Statistik
- 1.1.3 Strömungsverhalten
- 1.1.4 Transporteigenschaften
- 1.1.5 Gase und Oberflächen

1.2 Vakuumerzeugung: Pumpen

- 1.2.1 Gastransferpumpen
 - 1.2.1.1 Verdrängerpumpen
 - 1.2.1.2 kinetische Pumpen
- 1.2.2 gasbindende Pumpen
 - 1.2.2.1 Getterpumpen
 - 1.2.2.2 Adsorptionspumpen

1.3 Vakuummessung

- 1.3.1 Mechanische Vakuummeter
- 1.3.2 Elektrische Vakuummeter
 - 1.3.2.1 Wärmeleitungs-Vakuummeter
 - 1.3.2.2 Ionisations-Vakuummeter
- 1.3.3 Massenspektrometer
 - 1.3.3.1 180°- Massenspektrometer
 - 1.3.3.2 Quadrupol – Massenspektrometer

2. Kryotechnik

2.1 Thermodynamik

- 2.1.1 Grundbegriffe
- 2.1.2 Reale Gase, Van-der-Waals-Zustandsgleichung und Phasenübergänge
- 2.1.3 Joule-Thomson-Effekt
- 2.1.4 Kreisprozesse, Erzeugung tiefer $T > 4.2$ K, Gasverflüssigung

2.2 Erzeugung von $T < 4.2$ K

- 2.2.1 Abpumpen v. ^3He , ^4He
- 2.2.2 ^3He - ^4He -Mischkühlung
- 2.2.3 Adiabatische Entmagnetisierung
- 2.2.4 Tiefste Temperaturen: nK-Bereich, Kalte Atome

2.3 Kryostate

- 2.3.1 Wärme-Isolation
- 2.3.2 Badkryostate
- 2.3.3 Verdampferkryostate
- 2.3.4 Temperaturmessung

3. Magnetfelder

3.1 Magnettypen

- 3.1.1 Permanentmagnete
- 3.1.2 Elektromagnete

3.2 Supraleitende Magnete

- 3.2.1 Phänomene, Grundlagen
- 3.2.2 kritische Größen B_c , I_c
- 3.2.3 Realisierung

3.3 Anwendungen

4. Lichtquellen

4.1 Strahlungsgesetze

- 4.1.1 Elektromagnetisches Spektrum
- 4.1.2 Stefan-Boltzmann-Gesetz
- 4.1.3 Plancksches Strahlungsgesetz
- 4.1.4 Wiensches Verschiebungsgesetz
- 4.1.5 Emissionsvermögen
- 4.1.6 Stimulierte Emission
- 4.1.7 Strahlungsgrößen

4.2 Thermische Lichtquellen

- 4.2.1 Glühlampen, Halogenlampen
- 4.2.2 Si-Carbid-Stäbe

4.3 Gasentladungslampen

- 4.3.1 Grundlagen der Gasentladung
- 4.3.2 Spektrale Linienbreite
- 4.3.3 Realisierungen

4.4 Lichtemittierende Dioden (LEDs)

- 4.4.1 pn-Übergang
- 4.4.2 Realisierungsformen

4.5 Laser

4.5.1 Resonatoreigenschaften

- 4.5.1.1 Güte
- 4.5.1.2 Longitudinalmoden
- 4.5.1.3 Transversalmoden
- 4.5.1.4 Strahleigenschaften

4.5.2 Laserbauformen

- 4.5.2.1 Gaslaser
- 4.5.2.2 Festkörperlaser
- 4.5.2.3 Halbleiterlaser
- 4.5.2.4 Durchstimmbare Laser
- 4.5.2.5 Gepulste Laser
 - 4.5.2.5.1 Allgemeine Eigenschaften
 - 4.5.2.5.2 Gepulste Anregung
 - 4.5.2.5.3 Q-Switch
 - 4.5.2.5.4 Modenkopplung
 - 4.5.2.5.5 Pulskompression

4.6 Röntgenquellen

4.7 Synchrotronstrahlung

- 4.7.1 Grundlagen
- 4.7.2 Strahleigenschaften
- 4.7.3 Wiggler, Undulator
- 4.7.4 Freie-Elektronen-Laser

4.8 Sender für Hochfrequenz und Mikrowellen

5. Detektoren

5.1 Allgemeine Kriterien

5.2 Thermische Detektoren

- 5.2.1 Thermoelemente
- 5.2.2 Bolometer
- 5.2.3 Pyroelektrische Detektoren

5.3 Vakuumphotodetektoren

- 5.3.1 Vakuumdiode
- 5.3.2 Photomultiplier
- 5.3.3 Szintillator + PM
- 5.3.4 Kanalröhren
- 5.3.5 Mikrokanalplatten - SEV:
- 5.3.6 Bildwandler
- 5.3.7 Streak-Kamera

5.4 Halbleiterdetektoren

- 5.4.1 Photowiderstand
- 5.4.2 Photodiode
- 5.4.3 CCD
- 5.4.4 Bildaufnahmeröhre

5.5 fs-Detektoren

- 5.5.1 Prinzip
- 5.5.2 Nichtlineare Optik
- 5.5.3 Beispiele zeitaufgelöster Detektionsverfahren

6. Abbildungen

6.1 Optische Bauteile

- 6.1.1 Metallspiegel
- 6.1.2 Filter, Dielektrische Spiegel
- 6.1.3 Linsen
- 6.1.4 Prismen
- 6.1.5 Röntgenoptik

6.2 Optische Auflösung

- 6.2.1 Bildentstehung
- 6.2.2 Quantitative Erfassung

6.3 Kontrastbeeinflussung

6.4 Optische Nahfeldmikroskopie

6.5 Elektronenabbildungen

- 6.5.1 Elektronenlinsen
- 6.5.2 Elektronenquellen

6.6 Rastertunnelmikroskopie

- 6.6.1 Prinzip
- 6.6.2 Meßmoden

6.6.3 Informationsgehalt

6.7 Atomare Kraftmikroskopie

6.7.1 Prinzip

6.7.2 Meßmoden

6.7.3 Informationsgehalt

7. Spektrometer

7.1 Spektroskopische Methoden

7.2 Nutzungskriterien für Spektrometer

7.3 Prismenspektrometer

7.4 Gitterspektrometer

7.4.1 Arbeitsbereich

7.4.2 Auflösungsvermögen

7.4.3 Lichtdurchsatz

7.4.4 Unterdrückung Untergrund

7.4.5 Mehrfachmonochromatoren

7.5 Fourierspektrometer

7.5.1 Meßprinzip

7.5.2 Auflösungsvermögen

7.5.3 Frequenzbegrenzung

7.6 Fabry-Perot-Spektrometer

7.6.1 Prinzip

7.6.2 Realisierung

7.7 Röntgenmonochromator

7.8 Elektronenspektrometer

7.8.1 Gegenfeld-Analysator

7.8.2 Zylinder-Spiegel-Analysator

7.8.3 Halbkugelanalysator

8. Signalverarbeitung

8.1 Rauscheinflüsse

8.1.1 Grundlagen

8.1.2 Korrelationen

8.1.3 Physikalische Ursachen des Rauschens: Thermisches, Schrot-, Gen.-Rekomb.-, Quanten-, Funkel-Rauschen

8.2 Schmalbandige Zählkette

8.3 Lock-In-Verstärker

8.4 Boxcar

8.5 Speicheroszilloskop

8.6 Regelkreise

9. Probenpräparation

9.1 Herstellung von epitaktischen Halbleiterstrukturen

9.1.1 Volumenkristalle, Homoepitaxie

9.1.2 Heteroepitaxie: Molekularstrahlepitaxie etc.

9.1.3 Selbstorganisierte Bildung von Nanostrukturen

9.2 Mikro/Nanostrukturierung

9.2.1 Optische Lithographie

9.2.2 Elektronenstrahl-Lithographie

9.2.3 Ätztechniken: chem. , Reaktivionen-, selektives Ätzen, Lift-off