

### 1. Vorlesung

- Organisatorisches und grober Überblick

#### 1. ELEKTROSTATIK

- Elektrizität - Historische Einführung
- Coulombkraft, Coulombgesetz

### 2. Vorlesung

- Def. Elektrische Feldstärke  $E$
- Elektrischer Feldlinien im Raum und auf Metalloberflächen
- Gaußscher Satz => Coulombgesetz, feldfreier Raum innerhalb einer Metallkugel

### 3. Vorlesung

- Coulomb-WW-Energie => Coulombpotential => Äquipotentiallinien
- E-Feld und Potentiallinien einer Punktladung
- Def. Elektrisches Potential und Spannung
- Spitzeneffekt
- Def. Kapazität
- Kapazität, E-Feldverlauf von Kugel- und Plattenkondensator (über Gaußschen Satz)

### 4. Vorlesung

- Kondensator mit Materie (relative Dielektrizitätskonstante)
- Parallel- und Serienschaltung von Kondensatoren
- Energie eines aufgeladenen Kondensators
- Elektrischer Dipol, Def. Dipolmoment
- Energie und Drehmoment des Dipols im E-Feld
- Permanente und induzierte Dipole  $\Leftrightarrow$  Polarisierung
- Atomare Ebene: Verschiebungs- und Orientierungspolarisation
- Influenz

### 5. Vorlesung

- Makroskopische Kontinuumsbeschreibung  $\Leftrightarrow$  Dielektrikum
- Dielektrische Verschiebungsdichte  $D$ , Polarisierung  $P$ , Suszeptibilität  $\chi_e$
- Energiedichte im Dielektrikum

#### 2. ELEKTRISCHE STRÖME

- Def. Elektrischer Strom
- Def. Ohmscher Widerstand, Ohmsches Gesetz, spezifische Leitfähigkeit
- Kirchhoffsche Regeln
- Parallel- und Serienschaltung von Widerständen
- Kondensatorentladung: Diff.-Gleichung und Lösung, Zeitkonstante des RC-Glieds

## 6. Vorlesung

- Einteilung Leiter (Metalle), Nichtleiter (Isolatoren) und Halbleiter
- Ladungsträgertransport und Leitfähigkeit in Flüssigkeiten
- Abhängigkeit der spez. Leitfähigkeit von der Ionenkonzentration
- Konstante Driftgeschwindigkeit der Ionen bzw. Ladungsträger
- Im Gegensatz: Beschleunigung von Elektronen im Vakuum
- Leitfähigkeit  $\Leftrightarrow$  Ionenbeweglichkeit
- Faradaykonstante, molare Konzentration
- Doppelschichtkapazität, Helmholtzsche Doppelschicht
- Elektrodenprozesse, Daniellelement, Volta-Säule, Redoxpotential
- Erwähnt: Wasserelektrolyse zur H<sub>2</sub>-Bildung, Li-Ionen-Akkus

## 7. Vorlesung

- Ladungsträger: schnelle stochastische Bewegungen, geringe ‚Driftgeschwindigkeit‘
- Wasserstrom: Ausbreitung der Druckwelle mit Schallgeschwindigkeit;  
Elektrischer Strom: Ausbreitung des E-Felds mit Lichtgeschwindigkeit

## 3. MAGNETISMUS

- Amperesches Gesetz, Magnetische Kraftflussdicht B, Magnetische Feldstärke H
- Erdmagnetfeld (nur kurz)
- Magnetfeld einer Spule ohne und mit Eisenkern,  $\mu_R$

## 8. Vorlesung

- Lorentzkraft
- Kreisbahn von Elektron oder Ion im Magnetfeld (im Vakuum), Massenspektrometer
- Elektronenstrahlröhre, elektrische und magnetische Strahlablenkung
- Kraftwirkung zwischen parallelen Drähten, Def. der SI-Einheit Ampere

## 9. Vorlesung

- Hall-Effekt
- Biot-Savart-Gesetz
- Magnetisches Dipolmoment: Kreisströme, Drehmoment und Energie im B-Feld

## 10. Vorlesung

- Faradaysches Induktionsgesetz
- Wechselfeldgenerator (kurz)
- Lenzsche Regel
- Wirbelströme
- Def. Magnetischer Induktivität L, Selbstinduktion
- Induktivität der langen Spule
- Schaltverhalten der Spule; Diff.-Gleichung und Lösung
- Energiespeicherung im Magnetfeld der Spule

## 4. WECHSELSTRÖME & EM-SCHWINGUNGEN

### 11. Vorlesung

- Vergleich Schaltverhalten von Induktivität und Kapazität
- Von den Diff.-Gleichungen zu Real- und Imaginärteil des Wechselstromwiderstands
- Beispiel Serienschaltung von Spule und Widerstand
- Wechselstromwiderstand der Spule
- Wechselstromwiderstand des Kondensators

### 12. Vorlesung

- Parallel- und Serienschaltung von Wechselstromwiderständen
- Zeigerdiagramme
- Komplexe Zahlenebenen der Impedanz (oder Admittanz)
- Ortskurven (Nyquist) von Impedanz & Admittanz für einfache RC-Schaltungen
- Impedanzspektroskopie (Elektrode mit Doppelschichtkap. und Charge transfer)
- Vom Zweipol (Impedanz) zum Vierpol (Übertragungsfunktion  $H(\omega)$ )
- Übertragungsfunktion Tiefpass und Hochpass

### 13. Vorlesung

- Bode-Diagramme für Amplituden- und Phasengang
- Tiefpässe höherer Ordnung, Satz von Bode
- $H(\omega)$  des Allpass
- Multiplizierbarkeit von Übertragungsfunktionen,  $H(\omega) = H_1(\omega) H_2(\omega) \dots$
- LC(R)-Schwingkreise im Experiment

### 14. Vorlesung

- Zeigerdiagramm des LCR-Serienkreises => Thomsonsche Schwingkreisformel
- LCR-Serienkreis: Phasengang, Amplitudengang, Breite der Resonanzkurve
- LCR-Parallelschwingkreises, Bandbreite, Schwingkreisgüte
- LCR-Schwingkreise im Zeitbereich: gedämpfte Schwingung und Grenzfälle
- Herleitung des LCR-Ausschaltverhaltens aus Diff.-Gleichungen

### 15. Vorlesung

- Diskussion des LCR-Schwingkreises im Zeitbereich
- Breite der Resonanzkurve  $\leftrightarrow$  Dämpfung im Zeitbereich (Ausblick Unschärferelation)
- Schwingkreise zur Frequenzselektion in Radioempfängern (nur kurz behandelt)
- Oszillatorschaltung, Rückkopplungsbedingung

### 16. Vorlesung (Prof. Fumagalli, Magnetische Suszeptibilität auf atomarer Ebene)

- *Materie im Magnetfeld: magn. Suszeptibilität, Dia-, Para- und Ferro-Magnetismus*
- *Curie-Gesetz, Curie Temperatur, Curie-Weiss-Gesetz*
- *Magnetisierung, Weiss'sche Bezirke*

### 17. Vorlesung

- Nachrichtentechnik: Informationsübertragung durch Amplitudenmodulation
- Frequenzspektrum der Amplitudenmodulation, Seitenbänder
- Frequenzmodulation (kurz)

- Multiplikation, Frequenzmischung und -vervielfachung an nichtlinearen Kennlinien
- Bezug zur nichtlinearen Optik kurz diskutiert
- Unbelasteter Transformator

### 18. Vorlesung

- Wirk-, Blind- und Scheinleistung
- Belasteter Transformator
- Magnetische Hysterese

## 5. EM-WELLEN & OPTIK

### 19. Vorlesung

- Maxwell-Gleichung in Integral und Differentialform
- Maxwell-Gleichg. => Wellengleichung für E und B (nur kurz besprochen)
- Eigenschaften der EM-Wellen, Energieausbreitung, Poynting Vektor
- Polarisierbarkeit der EM-Wellen (im Mikrowellenbereich)
- Spektrum Elektromagnetischer Wellen im Überblick

### 20. Vorlesung

- Aussenden von EM-Wellen  $\Leftrightarrow$  Hertzscher-Dipol (Animationen ohne math. Herleitung)
- Strahlenoptik, Reflektionsgesetz
- Snelliussches Brechungsgesetz
- Brechungsindex  $\Leftrightarrow$  Lichtgeschwindigkeit, Wellenlänge
- Totalreflexion, Lichtleiter
- Spektrale Aufspaltung beim Prisma, Dispersion

### 21. Vorlesung

- Linearität der Wellengleichung => Additivität der EM-Wellen, Interferenz
- Konstruktive und destruktive Interferenz, Zeigerdiagramme dazu
- Huygens'sche Elementarwellen
- Beugung am Youngschen Doppelspalt
- Beugung am Gitter, Herleitung mit Zeigermethode

### 22. Vorlesung

- Gitter: Hauptmaxima, Nebenmaxima, Breite des Hauptmaximums
- Spektrale Auflösung eines Gittermonochromators
- Konstruktionsprinzip Gitterspektrometer, Transmissions- und Reflexionsgitter
- Beugung am Einfachspalt, "Spaltfunktion"
- Fresnelbeugung (Nahfeld) versus Fraunhoferbeugung (Fernfeld) (nur kurz erwähnt)
- Beugungsbild als 2D-Fouriertransformierte (nur kurz erwähnt)
- Michelson-Interferometer, Prinzip der Fourier-Transformations-Spektroskopie

### 23. Vorlesung

- Im Schnelldurchgang durch die technischen Optik  
Reelles und virtuelles Bild, Abbildungsgleichung der Konvexlinse, Addition der Brechkräfte, Fotoapparat, Aperturblende, Lochkamera inkl. Beugungsunschärfe, Augenlinse und Pupillenblende, Funktions des Mikroskops
- Abbesche Abbildungstheorie  
Beugungsbild im Mikroskopstrahlengang, Numerische Apertur (NA), Auflösungsgrenze, Linse als Fouriertransformator & Beziehung zur Röntgenbeugung (nur kurz angedeutet)

### 24. Vorlesung

- Doppelbrechung, Nicol-Prisma als Polarisator
- Circular/elliptisch polarisiertes Licht,  $\lambda/4$ -Plättchen
- Magnet. Feld: Faraday Effekt, Anwendung Lichtmodulation und Faraday-Isolator
- Elektr. Feld: Kerr-Effekt/Pockelszelle (nur ganz kurz erwähnt)
  
- Messung der Strahlungsfelds (Lichtintensität I), physikal. und physiolog. Größen
- I-Messung: Bolometer, Photomultiplier, Halbleiterphotodiode
- Strahlengang Zweistrahl-Spektralphotometer
- Lambert-Beer Gesetz, Absorptions- und Extinktionskoeffizient

### 25. Vorlesung

- Zusammenfassender Überblick über die Themen der Vorlesung