

# Vorlesungsversuche

## **1. Einführende Versuche**

- 1.1.1 Mach'sche Räder (opt. Täuschung)
- 1.1.2 Powers of 10 (**Film**)

## **2. Mechanik**

### **2.1 Aggregatzustände und Materialeigenschaften**

- 2.1.1 Gestresstes Glas
- 2.1.2 Querkontraktion gedehnter Körper (Gummiband)
- 2.1.3 Kristallgitter
- 2.1.4 Spannungsdoppelbrechung

### **2.2 Ausbreitung von Wellen**

- 2.2.1 Chladnische Klangfiguren a,b
- 2.2.2 Flammenrohr nach Rubens
- 2.2.3 Kundt'sche Röhre
- 2.2.4 Longitudinalwellen
- 2.2.5 Wasserwellen
- 2.2.6 Wellenmaschine (mechanische Pendelkette)

### **2.3 Drehbewegungen**

- 2.3.1 Beschleunigte Drehbewegung
- 2.3.2 Drehschemel mit Scheibe
- 2.3.3 Drehschwingung mit CASSY
- 2.3.4 Drillpendel (Drehschwingung)
- 2.3.5 Folgsame Rolle
- 2.3.6 Foucault Pendel
- 2.3.7 Hauptträgheitsachse
- 2.3.8 Holzschneiden mit Papier
- 2.3.9 Kreisel (Präzession eines schweren Kreisels)
- 2.3.10 Kreiselkompass
- 2.3.11 Rotierendes Wasserglas
- 2.3.12 Schiefe Ebene (Zylinder mit unterschiedlichem Trägheitsmoment)
- 2.3.13 Torsionspendel
- 2.3.14 Zentrifugalkraft I, II

### **2.4 Kinematik**

- 2.4.1 Addition von Kräften
- 2.4.2 Affenschuss (Waagerechter Wurf und freier Fall)
- 2.4.3 Fallröhre
- 2.4.4 Federkonstante (Federauslenkung)
- 2.4.5 Flaschenzug
- 2.4.6 Freier Fall (g-Bestimmung)
- 2.4.7 Gewichtekette
- 2.4.8 Gleit- und Haftreibung (mit einem Holzklötzchen)
- 2.4.9 Gravitations-Drehwaage

- 2.4.10 Hooke'sches Gesetz (Dehnung von Drähten)
- 2.4.11 Impulserhaltung I+II (Magische Bälle, zwei Rollwagen)
- 2.4.12 Kreis-Fadenpendel (g-Bestimmung)
- 2.4.13 Luftkissenbahn (LKB)
  - 2.4.12.1 2. Newtonsches Axiom auf der LKB
  - 2.4.12.2 2. Newtonsches Gesetz auf der LKB
  - 2.4.12.3 3. Newtonsches Axiom auf der LKB
  - 2.4.12.4 Elastischer, inelastischer und superelastischer Stoß
  - 2.4.12.5 Energieumwandlung bei Bewegung auf schiefer Ebene
  - 2.4.12.6 Gleichförmige Bewegung auf der LKB
  - 2.4.12.7 Impulserhaltung III (bei Schuss auf Wagen)
  - 2.4.12.8 Knautschzone/Kraftstoß
- 2.4.14 Maxwell'sches Rad (Energieerhaltung)
- 2.4.15 Pendel (ballistisch)
- 2.4.16 Raketenmodell
- 2.4.17 Schwerpunkt (Massen-Schwerpunkt)
- 2.4.18 Tanzende Stahlkugel
- 2.4.19 Wurfparabel

## 2.5 Schwingungen

- 2.5.1 Erzwungene Schwingung (Drehpendel mit Wirbelstrombremse, Pohlsches Rad)
- 2.5.2 Erzwungene Schwingungen (ungedämpft mit Federpendel)
- 2.5.3 Fadenpendel (Äquivalenz schwerer und träger Massen)
- 2.5.4 Gekoppelte Pendel
- 2.5.5 Harmonische Schwingung (Federschwingung und Fahrradreifen)
- 2.5.6 Harmonische Schwingung mit CASSY (Federpendel gedämpft)
- 2.5.7 Harmonische Schwingung mit CASSY (Federpendel ungedämpft)
- 2.5.8 Resonanzauto (Mechanisches Resonanzmodell)
- 2.5.9 Resonanzschwingung (Helmholtz-Resonator)
- 2.5.10 Resonanzschwingung (**Film**: Tacoma Narrows Bridge)
- 2.5.11 Schwingende Luftsäule
- 2.5.12 Schwingungserzeugung (durch Gleit- und Haftreibung)
- 2.5.13 Singende Röhre (Akustisches Wärmerohr)
- 2.5.14 Zungenfrequenzmesser

## 2.6 Strömungsmechanik

### 2.6.1 Aerodynamik

- 2.6.1.1 Aerodynamisches Paradoxon
- 2.6.1.2 Luftwiderstand
- 2.6.1.3 Magnuseffekt
- 2.6.1.4 Windkanal (Prandtl'sches Staurohr, Widerstandskörper, Schwebender Ball)

### 2.6.2 Aerostatik

- 2.6.2.1 Auftriebswaage
- 2.6.2.2 Dichte von Luft
- 2.6.2.3 Magdeburger Halbkugel

### 2.6.3 Hydrodynamik

- 2.6.3.1 Ausströmen von Flüssigkeiten
- 2.6.3.2 Bernoulli Strömungsapparat

- 2.6.3.3 Hagen-Poiseuille-Gesetz
- 2.6.3.4 Pohl'scher Strömungsapparat
- 2.6.3.5 Stokes'sches Gesetz (Reibungswiderstand)
- 2.6.3.6 Wasserstrahlpumpe

#### **2.6.4 Hydrostatik**

- 2.6.4.1 Auftrieb (Flaschenteufel)
- 2.6.4.2 Auftrieb (Testkörper)
- 2.6.4.3 Dampfdruckkurve von Wasser
- 2.6.4.4 Druck in Flüssigkeiten
- 2.6.4.5 Hydrostatisches Paradoxon (Bodendruckapparat)
- 2.6.4.6 Kapillaren
- 2.6.4.7 Kommunizierende Röhren
- 2.6.4.8 Oberflächenspannung (Metallringmethode, Kapillarität, Minimalflächen)
- 2.6.4.9 Osmose

#### **2.7 Thermodynamik**

- 2.7.1 Adiabatenexponent nach Clement-Desormes
- 2.7.2 Adiabatenexponent nach Rüchardt (Mariotte'sche Flasche mit Schwingungsröhre)
- 2.7.3 Behn'sche Röhre
- 2.7.4 Bimetalle
- 2.7.5 Bolzensprenger
- 2.7.6 Boyle-Mariotte Gesetz a,b
- 2.7.7 Diffusion
- 2.7.8 Dilatometer (Längenausdehnungsapparat)
- 2.7.9 Gasthermometer (Druck in Gasen)
- 2.7.10 Gasverflüssigung (Reales Gas, Kritischer Punkt)
- 2.7.11 Ideales Gas I,II (Gay-Lussac-Gesetz, isochore Zustandsänderung)
- 2.7.12 Joule-Thomson-Effekt
- 2.7.13 Kontraktion eines erwärmten Gummis
- 2.7.14 Kugelausdehnung
- 2.7.15 Maxwell Geschwindigkeitsverteilung (Modellgas, Kin. Gastheorie)
- 2.7.16 Pyrometer
- 2.7.17 Schmelzkurve von Wasser (Eisblock-Versuch)
- 2.7.18 Siedepunkt von Wasser
- 2.7.19 Spezifische Wärme von Metallen
- 2.7.20 Stirlingmotor (Heißluftmotor)
- 2.7.21 Strahlungswürfel
- 2.7.22 Trockeneis
- 2.7.23 Unterkühlte Schmelze
- 2.7.24 Volumenausdehnung von Flüssigkeiten (Wasserthermometer)
- 2.7.25 Wärmeäquivalent mechanisch (Joule'sches Gerät)
- 2.7.26 Wärmekapazität von Wasser (elektrisches Wärmeäquivalent)
- 2.7.27 Wärmekonvektion von Wasser I, II
- 2.7.28 Wärmeleitung von Metallen (zeitlicher Ablauf)
- 2.7.29 Wärmeleitung von Metallen I, II, III
- 2.7.30 Wärmepumpe (Kompressionsprinzip)

#### **2.8 Zeitmessungen**

- 2.8.1 Luftpistole

## 2.8.2 Sekundenpendel

# 3. Elektrizität und Magnetismus

## 3.1 Elektrodynamik

- 3.1.1 Analyse elektr. Schwingungen I, II, III (Fourier-Spektrum, Signalform)
- 3.1.2 Hertzscher Dipol (Dezimeterwellen, Lecher-Leitung)
- 3.1.3 Induktion (Grundversuche)
  - a) Grundversuch
  - b) Erzeugung periodischer Spannungsverläufe
  - c) Zeitlicher Verlauf der induzierten Spannung (Handspule)
- 3.1.4 Induktion (Handgenerator)
- 3.1.5 Induktion (Spule Ein- und Ausschaltvorgang a, b, c; Selbstinduktion)
- 3.1.6 Induktion (Thomson'scher Ringversuch; Lenzsche Regel)
- 3.1.7 Induktion (Wirbelstrombremse, Waltenhofensches Pendel; Lenzsche Regel)
- 3.1.8 Mikrowellen
- 3.1.9 Oszilloskop
- 3.1.10 Phasenverschiebung bei L und C
- 3.1.11 Piezo-Effekt
- 3.1.12 Schwingkreis (gedämpft, erzwungen, aperiodischer Grenzfall, Kriechfall)
- 3.1.13 Schwingkreis (mit offener Funkenstrecke)
- 3.1.14 Schwingkreis (Resonanzkurve)
- 3.1.15 Stromwärme I, II (Joulesche Wärme\_Elektrisches Wärmeäquivalent)
- 3.1.16 Thermoelektrizität I, II, III (magnet\_Thermoelement\_Peltier-Effekt)
- 3.1.17 Transformator I, II, III (Hochspannung\_Schweißen\_Tesla)
- 3.1.18 Wechselstromwiderstand I, II, III (Sperrkreis; Hochpass-Tiefpass-Bandpass)

## 3.2 Elektrostatik

- 3.2.1 Äquipotentiallinien
- 3.2.2 Bildladung
- 3.2.3 Elektrische Felder (Grißversuch)
- 3.2.4 Faraday Becher und Käfig (Ladungsöffeln)
- 3.2.5 Influenzmaschine von Wimshurst
- 3.2.6 Kelvingenerator (Wasser-Influenz-Maschine)
- 3.2.7 Kondensator (Auf- und Entladung a, b)
- 3.2.8 Kondensator (Dielektrikum I, II)
- 3.2.9 Kondensator (Energie im el. Feld)
- 3.2.10 Kondensator (Ladungsmessung)
- 3.2.11 Kondensator (Ladungstransport mit Ball)
- 3.2.12 Kondensator (Ladungstrennung, Influenz)
- 3.2.13 Kondensator  $U=U(d)$
- 3.2.14 Kondensatorgesetze
- 3.2.15 Reibungselektrizität
- 3.2.16 Spannungswaage
- 3.2.17 Torsionsdrehwaage nach Schürholz (Coulombgesetz)
- 3.2.18 Van de Graaff Generator (Bandgenerator)
- 3.2.19 Wasserstrahl (Ablenkung)

## 3.3 Leitungsmechanismen

- 3.3.1 Bleibaum
- 3.3.2 Diode (Halbleiter) Kennlinie einer Diode

- 3.3.3 Einschalten einer Glühlampe
- 3.3.4 Elektrolyse von Wasser
- 3.3.5 Hitzdraht-Amperemeter
- 3.3.6 Ionenwanderung (Wanderung von  $\text{KMnO}_4$ -Ionen)
- 3.3.7 Ohmsches Gesetz
- 3.3.8 Signalverzögerung und Zeitmessung (bei unterschiedlich langen Kabeln)
- 3.3.9 Supraleiter
- 3.3.10 Transistor als Schalter
- 3.3.11 Widerstand (Temperaturabhängigkeit I, II, III)

### **3.4 Magnetostatik**

- 3.4.1 Curie Temperatur von Nickeldraht
- 3.4.2 Dia und Para Magnetismus im inhomogenen Feld
- 3.4.3 Drehmoment auf Leiterschleife im B-Feld
- 3.4.4 Eisenfeilspäne (Magnetfeldversuch)
- 3.4.5 Halleffekt
- 3.4.6 Hysterese eines Ferromagneten
- 3.4.7 Lorentzkraft I, II, III, IV (Grundversuch, Stromschaukel, L-Motor, L-Karussell)
- 3.4.8 Magnetfeldmessung mit Hallsonde
- 3.4.9 Stromanziehung (zweier stromdurchflossener Leiter)
- 3.4.10 Stromwaage
- 3.4.11 Versuch nach Oerstedt (Magnetnadel-Fertigmodell)
- 3.4.12 Weißsche Bezirke I, II (Barkhauseneffekt, Magnetnadel, Feld)

## **4. Optik**

### **4.1 Geometrische Optik**

- 4.1.1 Abbildung durch Linsen
- 4.1.2 Augenfunktionsmodell
- 4.1.3 Chromatische Aberration
- 4.1.4 Endoskop
- 4.1.5 Geometrische Optik (Elementarversuche: Strahlengang; Linsenfehler)
- 4.1.6 Holographie
- 4.1.7 Mikroskop
- 4.1.8 Parabolspiegel (Hohlspiegel) a, b, c
- 4.1.9 Teleskop (Astronomisches Fernrohr, Galileisches Fernrohr)
- 4.1.10 Totalreflexion I, II, III

### **4.2 Wellenoptik**

- 4.2.1 Beugung von Laserlicht an einem Doppelspalt
- 4.2.2 Beugung von Laserlicht an einem Gitter (a, b)
- 4.2.3 Beugung von Laserlicht an einer Lochblende
- 4.2.4 Fresnelsche Zonenplatte (Beugungserscheinungen von Mikrowellen)
- 4.2.5 Interferenz an dünnen Schichten (a, b, c)
- 4.2.6 Lichtgeschwindigkeit
- 4.2.7 Michelson Interferometer
- 4.2.8 Polarisation I (polarisiertes Licht durch Absorption)
- 4.2.9 Polarisation II (polarisiertes Licht durch Reflexion unter Brewsterwinkel)
- 4.2.10 Polarisation III (polarisiertes Licht durch Streuung)
- 4.2.11 Polarisation IV (Optische Aktivität einer Zuckerlösung)

- 4.2.12 Polarisation V (Doppelbrechung am Kalkspatkristall)
- 4.2.13 Polarisation VI (Doppelbrechung an Wellenplatten, Folien)
- 4.2.14 Polarisation VII (Doppelbrechung elektrisch induziert – Pockels/Kerr-Zelle)
- 4.2.15 Polarisation VIII (Doppelbrechung mechanisch induziert – Spannungsdoppelbrechung)
- 4.2.16 Polarisation IX (Doppelbrechung magnetisch induziert - Faraday-Effekt)
- 4.2.17 Spektrallinien (Absorptionsspektren)
  - 4.2.16.1 Natriumlinie (Absorption)
  - 4.2.16.2 Spektralfotometer (Absorptionsfotometrie)
- 4.2.17 Spektrallinien (Emissionsspektren)
  - 4.2.17.1 Balmerreihe des Wasserstoffs (Wasserstoff - Linienspektrum)
  - 4.2.17.2 Gitterspektralapparat I, II (Beugung von Weißlicht, H, He, Hg, Na, Ne)
  - 4.2.17.3 Prismenspektralapparat I, II (Brechung von Weißlicht, Xe, Hg)
- 4.2.18 Streuung an Schwebeteilchen

## **5. Atom- und Kernphysik**

- 5.1 Balmerreihe des Wasserstoffs (Wasserstoff - Linienspektrum)
- 5.2 Braunsche Röhre
- 5.3 Brownsche Molekularbewegung
- 5.4 Diode (Vakuum) U – I Kennlinie einer Elektronenröhre
- 5.5 Einstein-de-Haas-Demoexperiment
- 5.6 Elektronenbeugung I, II (Beugungsringe\_Optische Analogie)
- 5.7 Elektronen-Spin-Resonanz\_ESR I, II (Modellversuch)
- 5.8 Elektronenstrahl-Ablenkröhre
- 5.9 Fadenstrahlröhre
- 5.10 Feldemissions-Mikroskop (FEM)
- 5.11 Franck-Hertz-Versuch
- 5.12 Gasentladungsröhre
- 5.13 Glühemission
- 5.14 Kathodenstrahlröhre mit Spalt
- 5.15 Kernspinresonanz\_NMR
- 5.16 Koinzidenzmethoden
- 5.17 Lebensdauer von aktiviertem Vanadium
- 5.18 Millikan-Versuch
- 5.19 Natriumlinie (Absorption)
- 5.20 Nebelkammer
- 5.21 Ölfleckversuch
- 5.22 Photoeffekt I, II (Quantennatur des Lichts, Planck'sche Konstante, Lichtelektr. Effekt)
- 5.23 Röntgenröhre I, II, III
- 5.24 Schwarzer Strahler I, II, III
- 5.25 Stern-Gerlach-Experiment
- 5.26 Strahlenmonitor
- 5.27 Zeeman-Effekt

## **6. Relativistik**

- 6.1 Relativistische Phänomene (**Filme**)