

# Theoretische Physik II: Elektrodynamik

Georg Wolschin

Universität Heidelberg

Institut für Theoretische Physik

<http://wolschin.uni-hd.de>

# Themen

## **1. Einführung:**

Geschichte der Elektrodynamik; Grundgleichungen; Einheiten

## **2. Elektrostatik; skalares Potential**

## **3. Magnetostatik; Vektorpotential**

## **4. Induktionsgesetz**

## **5. Maxwell-Gleichungen**

## **6. Elektromagnetische Wellen**

## **7. Elektrodynamische Potentiale**

## **8. Felder bewegter Ladungen**

## **9. Hertzscher Dipol, Larmor-Formel**

## **10. Lorentz-Invarianz der Elektrodynamik**

# Termine

**Vorlesung** Dienstags und Freitags 11.15 - 13.00 INF 308 HS 1  
Di 17.04.07 bis Fr 27.07.07

**Übungen** Mittwochs vormittags und nachmittags ab 25.04.07  
Die Übungen leitet Dr. Jan-Markus Schwindt, ITP, die Gruppen werden bis Di 24.04. eingeteilt. Hausaufgaben (max. 2 TeilnehmerInnen pro Blatt) werden in den Übungsstunden abgegeben.

Es gibt zwei Testklausuren im Semester, Termine vorauss.  
Do 14.06. und Do 12.07. im Chemie-Hörsaal, jew. 16:30-18:30.  
Das Formelblatt und eine in normaler Schriftgröße selbst geschriebene Seite sind erlaubt. Bitte eigenes Papier und einen Lichtbildausweis mitbringen.

Den Schein mit 12 ECTS-Punkten erhält, wer mindestens 60% der Gesamtpunktzahl aus den Übungen und 30% aus beiden Klausuren - in jeder einzelnen jedoch mindestens 20% - erreicht.

# Literatur

- J.D. Jackson, Klassische Elektrodynamik
- L.D. Landau, E.Lifschitz, Klassische Feldtheorie
- T. Fließbach, Elektrodynamik
- W. Nolting Grundkurs theoretische Physik. Bd.3 : Elektrodynamik
- Sommerfeld. Elektrodynamik
- W. Greiner, Classical Electrodynamics

# Zur Geschichte der Elektrodynamik

- ≈900 vChr Entdeckung des Magnetismus in Griechenland (Magnesia)
- ≈600 vChr **Thales** von Milet entdeckt die statische Elektrizität (Bernsteinstab)
- 1269 Petrus **Peregrinus** (Picardi, Italien) entdeckt, dass Metallnadeln im Magnetfeld ausgerichtet werden
- ca. 1600 William **Gilbert** (Leibarzt von Königin Elisabeth) entdeckt den Erdmagnetismus und untersucht die statische Elektrizität
- ca. 1620 Niccolo **Cabeo** entdeckt, dass statische Elektrizität attraktiv und repulsiv sein kann.
- 1638 **Galileo** versucht die Lichtgeschwindigkeit zu messen.  
**Descartes** interpretiert Licht als Druckwelle im Äther
- 1657 Pierre de **Fermat** erklärt Brechung und Reflexion von Licht
- 1671 Isaac **Newton** zeigt die Spektralzerlegung des Lichtes
- 1675 Olaf **Römer** misst die Lichtgeschwindigkeit mit Hilfe der Jupitermonde:  $c=2.3 \cdot 10^8$  m/s.

# A Demonstration concerning the Motion of Light, communicated from Paris

by Olaf (Ole) Roemer  
Philosophical Transactions of the Royal Society  
No. 136; June 25, 1677

Original:

Demonstration touchant le mouvement de la lumiere trouvé  
par M. Römer de l' Academie Royale des Sciences

December 7, 1676

## ED Geschichte 2

- 1747 Benjamin **Franklin** schlägt das Prinzip der Ladungserhaltung vor.  
1752 zeigt er, dass Blitze Entladungen von Elektrizität sind
- 1764 Joseph **Lagrange** entdeckt das später nach Gauss benannte Theorem („Gausscher Satz“). 1777 erfindet er das Konzept des skalaren Potentials (für das Gravitationsfeld)
- 1782 Pierre Simon **Laplace** zeigt, dass Lagranges Potential (im ladungsfreien Raum)  $\Delta\phi=0$  („Laplace-Gleichung“) erfüllt
- 1780 Luigi **Galvani** experimentiert mit Fröschen („Galvanismus“)
- 1785 Charles **Coulomb** verifiziert sein Gesetz mit einer Drehwaage
- 1792 Alessandro **Volta** widerlegt Galvani, erfindet 1800 die erste Batterie und lässt Strom durch Leiter fließen. 1807 zeigt Davy die chemische Ursache der Elektrizität in Voltas Element.
- 1801 Thomas **Young** erklärt Newtonsche Ringe durch die Interferenz von Wellen

## ED Geschichte 3

- 1808 **Laplace** erklärt die Doppelbrechung mit der Teilchentheorie des Lichts und löst einen Disput mit Young aus
- 1820 André Marie **Ampère** zeigt, dass sich parallele Ströme anziehen.  
Hans Christian **Oersted** entdeckt, dass eine Kompassnadel sich senkrecht zu einem stromdurchflossenen Draht einstellt
- 1824 Simeon **Poisson** ( $\Delta\phi=4\pi\rho$ ) berechnet das Magnetfeld in einer Hohlkugel
- 1825 **Ampère** veröffentlicht gesammelte Resultate zum Magnetismus
- 1826 Georg Simon **Ohm** (Lehrer in Köln) findet sein Gesetz
- 1827 Augustin **Fresnel** publiziert seine Wellentheorie des Lichts
- 1831 Michael **Faraday** findet das Induktionsgesetz zur Erzeugung von Elektrizität durch Änderung des magnetischen Flusses und macht anschliessend hunderte von Experimenten dazu.

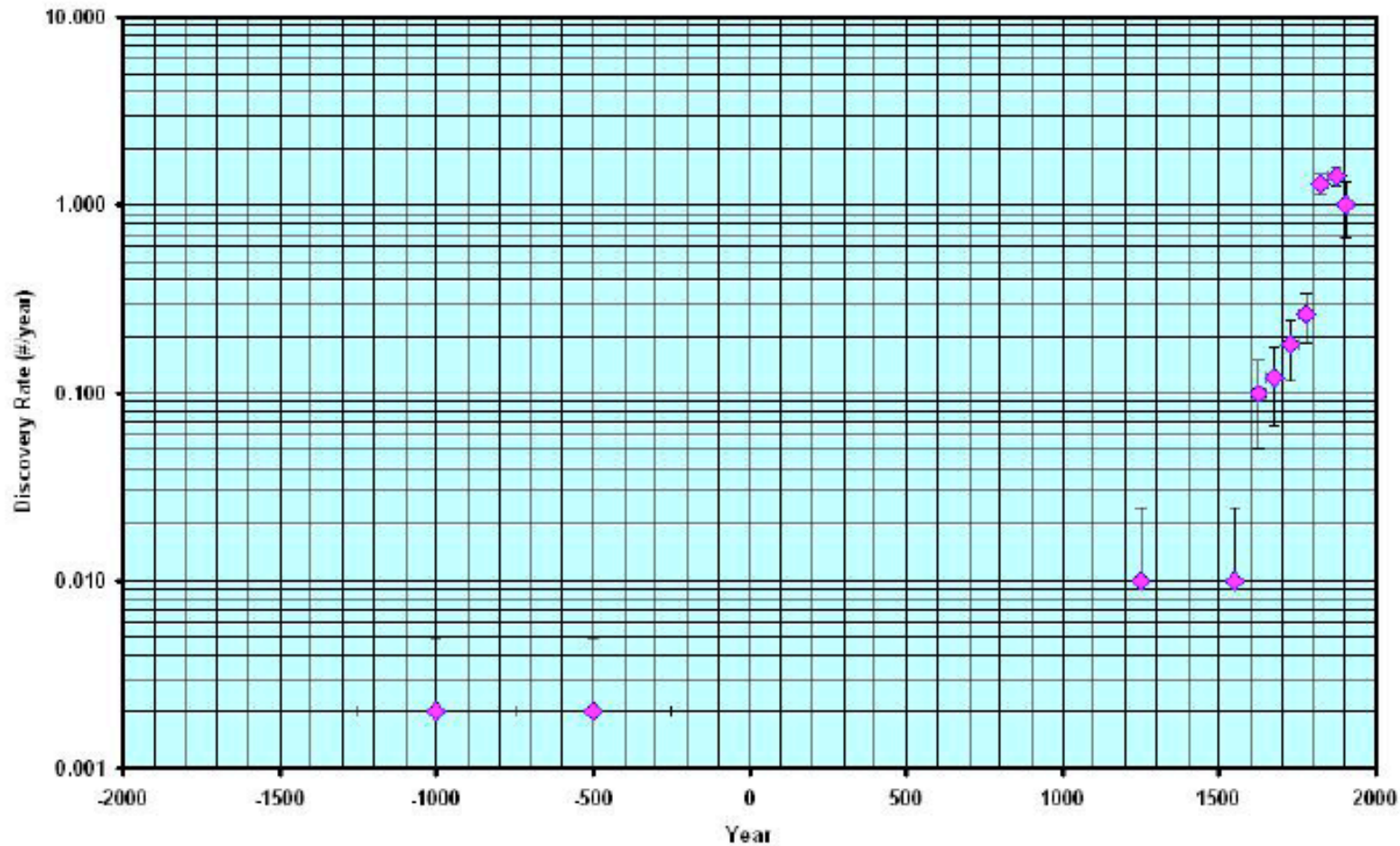


# ED Geschichte 4

- 1848/9 Gustav **Kirchhoff** entdeckt seine Verzweigungsgesetze
- 1864/65 James Clerk **Maxwell** formuliert die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes
- 1870 Thomas Alva **Edison** baut den ersten Gleichstromgenerator
- 1881 Albert **Michelson** und Edwin **Morley** messen interferometrisch die Bewegung der Erde durch den „Äther“. Sie finden keine Relativgeschwindigkeit.
- 1884 John **Poynting** zeigt, dass Maxwells Gleichungen Energiefluss durch den leeren Raum ermöglichen
- 1892 Hendrik Anton **Lorentz** präsentiert sein Kraftgesetz und kombiniert es mit Maxwells Gleichungen. 1895 formuliert er die Lorentz-Transformation in erster Ordnung  $v/c$ , 1903 allgemein
- 1900 Marie und Pierre **Curie** zeigen, dass Betastrahlen und Kathodenstrahlen identisch sind
- 1905 Albert **Einstein** formuliert die Spezielle Relativitätstheorie, und die Theorie des photoelektrischen Effekts.

# ED-Entdeckungen vs. Zeit

Classical E&M Discovery Rate vs. Time



# James Clerk Maxwell

18. Juni 1831 - 5. Nov. 1879

1865 Maxwell-Gleichungen



- James Clerk Maxwell was born 175 years ago, in recognition of which 2006 has been dubbed Maxwell Year
- A child prodigy, he studied at Edinburgh and Cambridge universities and was appointed professor at Marischal College, Aberdeen, 150 years ago, aged just 25
- In 1865 Maxwell wrote down his famous equations, which related – or "unified" – electricity, magnetism and light for the first time
- He played a key role in the development of statistical mechanics, paving the way for the development of quantum mechanics
- Maxwell was a cultivated man who could speak on almost any intellectual topic, yet he also took a keen interest in the local affairs of his Scottish estate

