

Abgabe: montags (Briefkasten Aufbau)
bis 11h vormittags

Schreibleitung

- 50 % der Punkte auf dem Übungszeiter / ^{Angabe} 30er / ^{Gruppe} 5er
- mindestens 1x Vorrechnen in der Übung
- Beständige Klausur ^{ER}
5.2.2014, ~~270~~ 270, 12-14h
(Mittwoch)

Homepage: www.itp.tu-berlin.de/lehre | Di 12:15-13:00
Spielstunde
Kapp

Elektrodynamik

Überblick

- Vorlesungen, Historisches, ^{wh.} Feldbegriff
- Elektrostatik: ruhende elektr. Ladungen, statische Felder

- Magnetostatik
- Zeitabhängige elektr. und magnet. Phänomene
Maxwellgleichung
→ elektromagnet. Wellen
- Elektrodynamik in Materie
(Wechselwirkung von Materie mit elektrodyn. Feldern)
- Spezielle Relativitätstheorie:
Kovariante Formulierung der Elektrodynamik

Literatur: Jackson: Klassische Elektrodynamik (Standardwerk)
 • J.D. Jackson: Grundkurs der Theor. Phys. II
 • W. Nolting: Grundkurs der Theor. Phys. II

I. Vorbemerkungen

Definition:
 Elektrodynamik ist das Teilgebiet der Physik, das sich mit (bewegten) elektrischen Ladungen und mit (zeitlich veränderlichen) elektr. und magnetisch. Feldern beschäftigt

I.1. Wichtige historische Stationen:

- 1785 C.A. Coulomb
 → Coulomb'sches Gesetz
 Kraft zwischen zwei elektr. Ladungen
 Basis der Elektrostatik
- (1774-1822)
 • J.B. Biot, F. Savart (1791-1851)
 → Biot-Savart-Gesetz: Zusammenhang zw. elektrischen Strom und magnet. Feldstärke!
 Grundgesetz der Magnetostatik

• 1831 Michael Faraday
→ Faraday'sche Induktionsgesetz: ...
Entstehung elektr. Spannung durch Änderung
des ~~elektr.~~-Flusses
magnetisch zeitl.

• 1861-1864 J.C. Maxwell
→ Maxwell'sche Gleichungen
Grundgleichungen der E-Dynamik
(Bewegungsgleichung für Felder)

• 1880 H.A. Lorentz
• Lorentzkraft: Kraft, die ein elektromagnet. Feld auf eine Ladung ausübt
• Lorentz-Transformation
Wechsel zw. sich bewegenden Bezugssystemen
→ spezielle Relativitätstheorie

• 1886 H. Hertz
→ Hertz'sche Dipol
→ Erzeugung und Nachweis
elektromagnet. Wellen

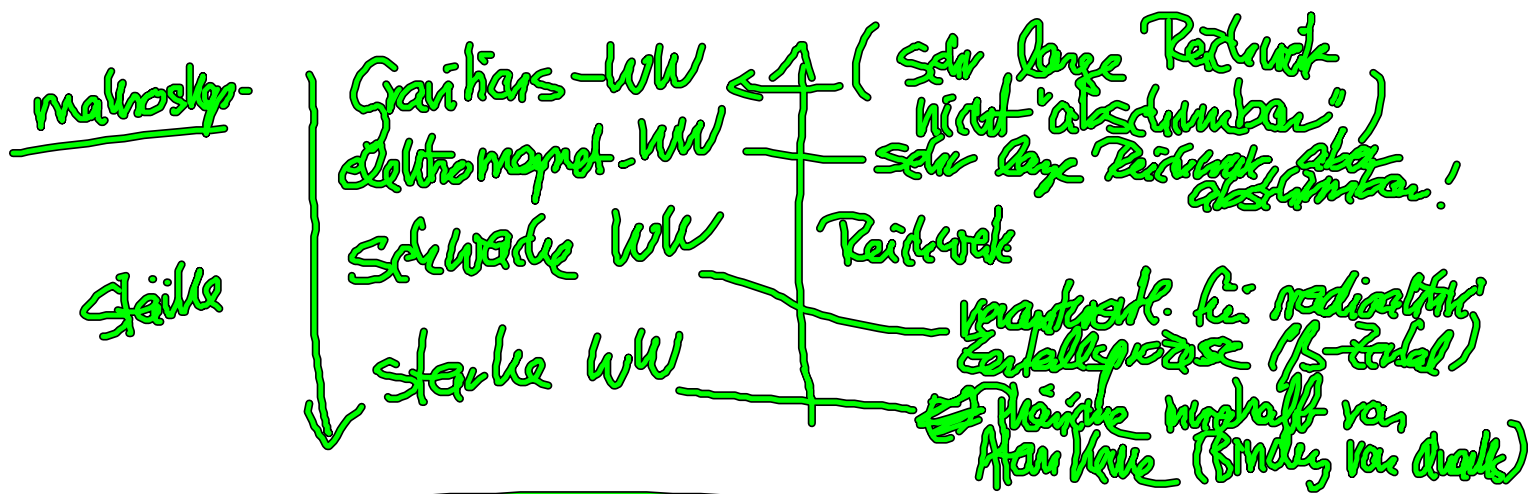
• 1905 A. Einstein
→ Maxwellgleichungen in bewegten
Bezugssystemen

• nach
1940

Quantenelektrodynamik

- Quantenfeldtheoret. Beschreibung des Elektromagnetismus
- Erzeugung von Teilchen durch elektromagn. Felder
- Quantisierung von Ladungsträgern und Feldern

• 70-er Jahre Vereinheitlichung der elektromagnetischen und "schwachen" Wechselwirkung!



I.2. Elektrodynamische Feldtheorie

Elektrodynamik ist Feldtheorie, die zentralen Größen sind $\underline{E}(\underline{r}, t)$ und $\underline{B}(\underline{r}, t)$

Dies ist anders als in der klass. Mechanik (Bewegung von Massepunkten) und in der Quantenmechanik (Dynamik quantenmechan. Zustände)

→ Theoret. Beschreibung basiert u.a. auf Vektoranalysis

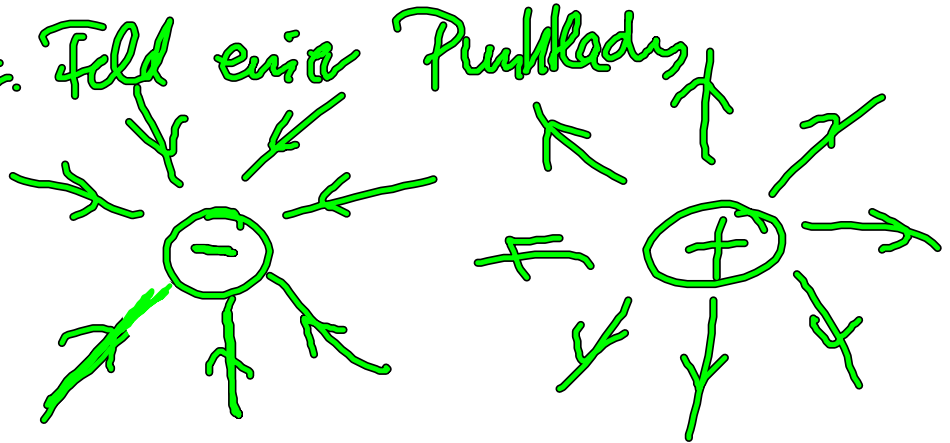
Hier: Sehr kurze Wiederholung der Grundbegriffe

Was ist ein Vektorfeld?

$A(\underline{r}, t)$: Zuordnung eines (typischerweise 3-dimensionalen) Vektors zu einem Punkt \underline{r} im Raum und zu einer Zeit t

Darstellung zu einer best. Zeit t („Schnappschuss“)
durch Feldlinien (lokale Richtung des Feldes)

z.B. elektr. Feld einer Punktladung



Ableitungen

Sei speziell \underline{A} ein Skalar, d.h. $A(\underline{r}, t) \rightarrow \phi(\underline{r}, t)$

Wie ändert sich φ mit \underline{x} ?

z.B. Elektrostatik
Potenzial

Antwort: Gradient (Richtung der Maximaländerung)

$(\text{grad } \varphi)$ \nearrow $\nabla \varphi$ \equiv $\begin{pmatrix} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial y} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial z} \end{pmatrix}$

Nabla-Operator

in Kartes. Koordinaten

Gradient admet
einen Skalarerzeugnis
Vektor zu!

• Sei nun \underline{A} ein 3-dim. Vektor

Frage: Quellen oder Senken aus dem Punkt \underline{x}
heraus oder versinken sie in diesem Punkt

Antwort: berechne die
Quellstärke von \underline{A} am Punkt \underline{x}

$$\Leftrightarrow \text{Divergenz} \quad \nabla \cdot \underline{A}$$