

Abgabe: montags (Bürozeiten Altbau)
bis 11h vormittags

Schreibklausur

- 50 % der Punkte auf dem Lösungszettel
- mindestens 1x Vorgehen in der Lösung
- Bekannte Klausur ^{ER}
5.2.2014, ~~270~~ 270, 12-14h
(Mittwoch)

Homepage: www.itp.tu-berlin.de/lehre

Di 12.15-13.00
Sprechstunde
Kopp

Elektrodynamik

Überblick

- Vorbemerkungen, 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. Physik II
 • W. Nolting: Grundkurs der Theor. Physik 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 (1791-1841)
 → Biot-Savart-Gesetz: Zusammenhang zw. elektrischen Strom und magnet. Feldstärke!
 Grundgesetz der Magnetostatik

o 1831 Michael Faraday
→ Faraday'sche Induktionsgesetz: ...
Entstehung elektr. Spannung durch Änderung
des ~~elektr.~~ Fluss magnetisch zeitl.

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

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

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

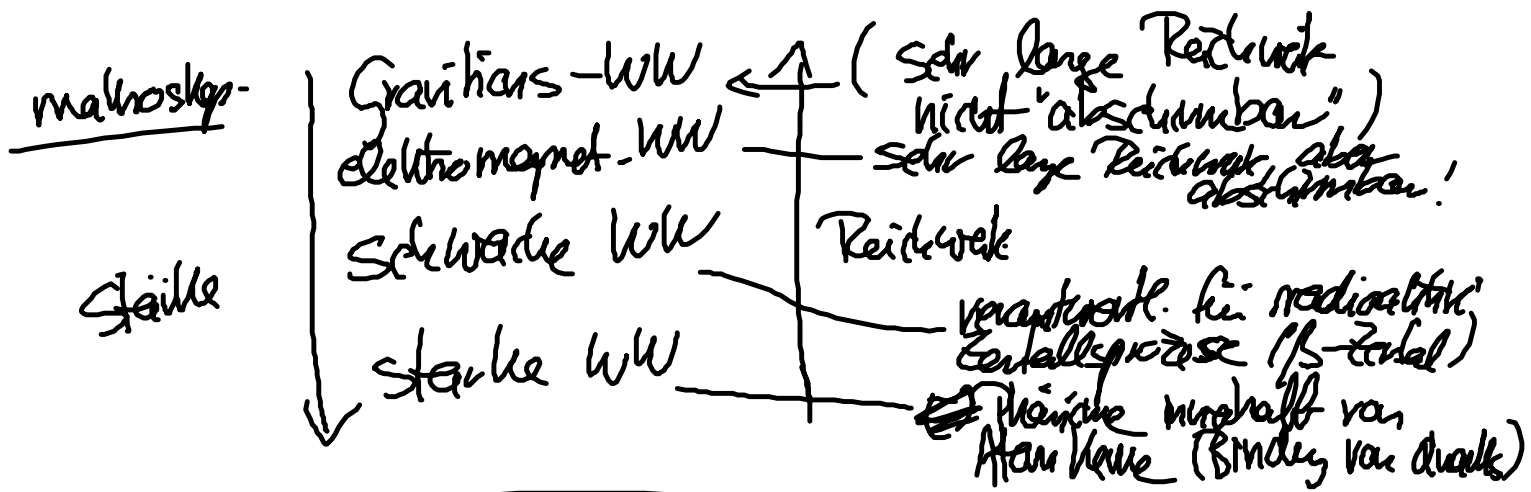
o 1905 A. Einstein
→ Maxwellgleichungen in bewegten
Bezugssystemen

nach
• 1940

Quantenelektrodynamik

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

• 70-er Jahre Vereinheitlichung der elektromagnetisch und "schwache" 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 Massenpunkten) und in der Quantenmechanik (Dynamik quantenmechan. Zustände)

→ Theoret. Beschreibung basiert u.a. auf Vektoranalysis

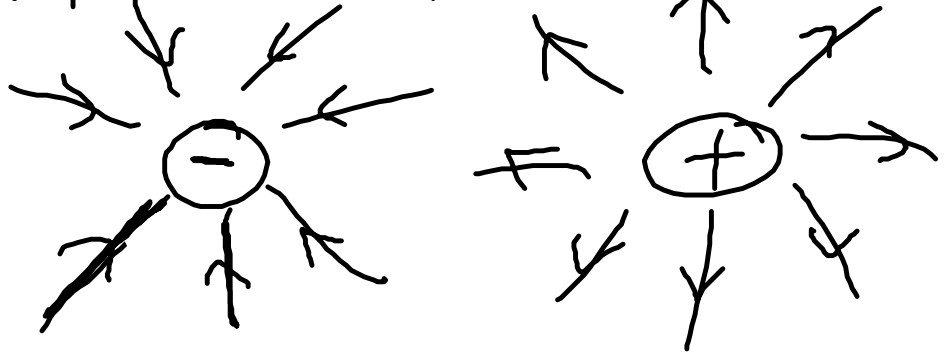
Hier: Sehr kurze Wiederholung der Grundbegriffe

Was ist ein Vektorfeld?

$\underline{A}(\underline{r}, t)$: Zuordnung eines (typischerweise 3-dim.)
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. $\underline{A}(\underline{r}, t) \rightarrow \varphi(\underline{r}, t)$

Wie ändert sich φ mit \underline{x} ?

z.B. elektrost. Potential

Antwort: Gradient (Richtung des stärksten)

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

Nabla-Operater

in Kartes. Koordinaten

Gradient admet einen Skalarenvektor!

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

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

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

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