

Elektrodynamik II (136.018)

Daniel Grumiller (VO), Timm Wrase (UE)

Institut für Theoretische Physik (FH, 10. Stock)
TU Wien

http://www.itp.tuwien.ac.at/index.php/Elektrodynamik_II

Wintersemester 2015/2016



grumil@hep.itp.tuwien.ac.at

THERE'S A CERTAIN TYPE OF
BRAIN THAT'S EASILY DISABLED.



IF YOU SHOW IT AN
INTERESTING PROBLEM,
IT INVOLUNTARILY DROPS
EVERYTHING ELSE
TO WORK ON IT.



THIS HAS LED ME TO INVENT A
NEW SPORT: NERD SNIPING.

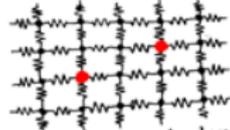
SEE THAT PHYSICIST
CROSSING THE ROAD?



HEY!



On this infinite grid of
ideal one-ohm resistors,

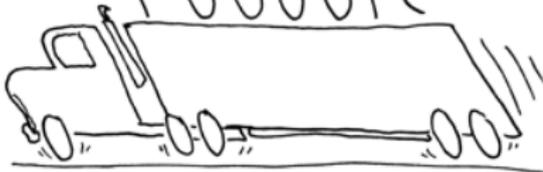


what's the equivalent
resistance between the
two marked nodes?

IT'S... HMM. INTERESTING.
MAYBE IF YOU START WITH ...
NO, WAIT. HMM... YOU COULD—

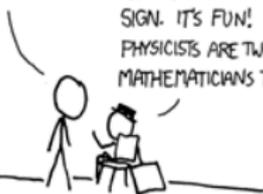


FOOOOM



I WILL HAVE NO
PART IN THIS.

CMON, MAKE A
SIGN. IT'S FUN!
PHYSICISTS ARE TWO POINTS,
MATHEMATICIANS THREE.



Übersicht

Administratives

Modus und Personen

Termine und Daten

Beurteilung und Notenschlüssel

Erste Tutoriumsbeispiele

Stoff der Vorlesung Elektrodynamik II

Elektrodynamik I und II

Vorlesungsüberblick

Literatur

Übersicht

Administratives

Modus und Personen

Termine und Daten

Beurteilung und Notenschlüssel

Erste Tutoriumsbeispiele

Stoff der Vorlesung Elektrodynamik II

Elektrodynamik I und II

Vorlesungsüberblick

Literatur

Modus und Personen

Vorlesung (Pflicht) und Übung (Wahlpflichtfach)

- ▶ Vorlesung (2h, Daniel Grumiller)
- ▶ Übung (2h, Timm Wrase + Josef Leutgeb, Iva Lovrekovic, Lukas Walzek)

Modus und Personen

Vorlesung (Pflicht) und Übung (Wahlpflichtfach)

- ▶ Vorlesung (2h, Daniel Grumiller)
- ▶ Übung (2h, Timm Wrase + Josef Leutgeb, Iva Lovrekovic, Lukas Walzek)

Anmeldung zur Übung: <http://tiss.tuwien.ac.at>

Anmeldung möglich seit 28.9., bis 9.10. (übermorgen)

Link zur Vorlesungs- und Übungsseite:

http://www.itp.tuwien.ac.at/index.php/Elektrodynamik_II

Voraussetzungen: Elektrodynamik I

Übung Wahlpflichtfach für Kataloge A und B (LVA 136.047)

Termine und Daten

Stundenplan (gültig ab 7.10.2015):

- ▶ Mi, 10:15-11:45, FH HS 5, Vorlesung (Daniel Grumiller)
- ▶ Do, 12:15-13:45, Übung (Timm Wrase + TutorInnen)
diverse HS, siehe TISS; eine Gruppe von 10:15-11:45

Termine und Daten

Stundenplan (gültig ab 7.10.2015):

- ▶ Mi, 10:15-11:45, FH HS 5, Vorlesung (Daniel Grumiller)
- ▶ Do, 12:15-13:45, Übung (Timm Wrase + TutorInnen)
diverse HS, siehe TISS; eine Gruppe von 10:15-11:45

Testtermine:

- ▶ Termin I: 27.1.2016, 10:00-12:00, FH HS 5
- ▶ Termin II: 11.3.2016, 14:00-16:00, FH HS 5
- ▶ Termin III: 27.4.2016, 16:00-18:00, FH HS 5

Keine Unterlagen oder elektronischen Geräte bei Tests

Beurteilung und Notenschlüssel

Beiträge zur Note (VO):

- ▶ 100% Schriftlicher Test (2-stündig)
- ▶ evtl. Bonuspunkte möglich

Notenschlüssel:

1 [88,100]

2 [75,88)

3 [62,75)

Beiträge zur Note (UE):

4 [50,62)

- ▶ 100% Rechenbeispiele

5 [0,50)

Kommentare zu Übungen:

- ▶ derselbe Notenschlüssel wie oben für Übung
- ▶ bei < 50 Punkten: kein Zeugnis
- ▶ Übung freiwillig und ergänzend zur Vorlesung
- ▶ nützlich für Verarbeitung des Lehrstoffs und Prüfungsvorbereitung

Erste Tutoriumsbeispiele

- ▶ Kreuzerlliste unmittelbar vor Tutorium eintragen (pünktlich!)
- ▶ Tutorien beginnen nächste Woche (15.10.)
- ▶ erste Beispiele ab morgen verfügbar
- ▶ Aktuelle Beispiele: [siehe TISS](#) (→ Kommunikation → Unterlagen)

Erste Tutoriumsbeispiele

- ▶ Kreuzerlliste unmittelbar vor Tutorium eintragen (pünktlich!)
- ▶ Tutorien beginnen nächste Woche (15.10.)
- ▶ erste Beispiele ab morgen verfügbar
- ▶ Aktuelle Beispiele: [siehe TISS](#) (→ Kommunikation → Unterlagen)

Administrative Fragen?

Übersicht

Administratives

Modus und Personen

Termine und Daten

Beurteilung und Notenschlüssel

Erste Tutoriumsbeispiele

Stoff der Vorlesung Elektrodynamik II

Elektrodynamik I und II

Vorlesungsüberblick

Literatur

Stoff von Elektrodynamik I

Leitmotiv:

Symmetrien + Vereinheitlichung

Stoff von Elektrodynamik I

Leitmotiv:

Symmetrien + Vereinheitlichung

- ▶ Spezielle Relativitätstheorie
- ▶ Relativistische Kinematik
- ▶ Maxwellgleichungen
- ▶ Elektrostatik
- ▶ Multipolentwicklung
- ▶ Elektrische Felder in Materie
- ▶ Magnetismus und elektrische Ströme
- ▶ Elektromagnetische Wellen
- ▶ Optik

Stoff von Elektrodynamik II

Leitmotiv:

Symmetrien + Vereinheitlichung

- ▶ Spezielle Relativitätstheorie
- ▶ Relativistische Kinematik
- ▶ Maxwellgleichungen
- ▶ Elektrostatik
- ▶ Multipolentwicklung
- ▶ Elektrische Felder in Materie
- ▶ Magnetismus und elektrische Ströme
- ▶ Elektromagnetische Wellen
- ▶ Optik

Unterschiede zwischen Elektrodynamik I und II

E-Dyn I: Maxwellgleichungen!

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 4\pi\rho$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \frac{\partial}{c\partial t} \vec{B} = \vec{0}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} - \frac{\partial}{c\partial t} \vec{E} = \frac{4\pi}{c} \vec{j}$$

Unterschiede zwischen Elektrodynamik I und II

E-Dyn I: Maxwellgleichungen!

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 4\pi\rho$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \frac{\partial}{c\partial t} \vec{B} = \vec{0}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} - \frac{\partial}{c\partial t} \vec{E} = \frac{4\pi}{c} \vec{j}$$

E-Dyn II: Maxwellgleichungen!

$$\partial_\mu F^{\mu\nu} = 4\pi j^\nu$$

$$\partial_{[\mu} F_{\nu\lambda]} = 0$$

Unterschiede zwischen Elektrodynamik I und II

E-Dyn I: Lorentz-Transformationen!

$$\Lambda = \begin{pmatrix} 1 & \vec{0} \\ \vec{0}^T & D_{ij}(\alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \gamma & -\beta\gamma & 0 & 0 \\ -\beta\gamma & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \vec{0} \\ \vec{0}^T & D_{ij}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) \end{pmatrix}$$

Unterschiede zwischen Elektrodynamik I und II

E-Dyn I: Lorentz-Transformationen!

$$\Lambda = \begin{pmatrix} 1 & \vec{0} \\ \vec{0}^T & D_{ij}(\alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \gamma & -\beta\gamma & 0 & 0 \\ -\beta\gamma & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \vec{0} \\ \vec{0}^T & D_{ij}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) \end{pmatrix}$$

E-Dyn II: Lorentz-Transformationen!

$$\Lambda \in SO(1, 3)$$

- ▶ Wiederholung: Spezielle Relativitätstheorie

Vorlesungsüberblick

- ▶ Wiederholung: Spezielle Relativitätstheorie
- ▶ Wiederholung: Mechanik

Vorlesungsüberblick

- ▶ Wiederholung: Spezielle Relativitätstheorie
- ▶ Wiederholung: Mechanik
- ▶ Wirkungsprinzip und Maxwelltheorie

Vorlesungsüberblick

- ▶ Wiederholung: Spezielle Relativitätstheorie
- ▶ Wiederholung: Mechanik
- ▶ Wirkungsprinzip und Maxwelltheorie
- ▶ Relativistische Elektrodynamik in Materie

Vorlesungsüberblick

- ▶ Wiederholung: Spezielle Relativitätstheorie
- ▶ Wiederholung: Mechanik
- ▶ Wirkungsprinzip und Maxwelltheorie
- ▶ Relativistische Elektrodynamik in Materie
- ▶ Strahlung

Vorlesungsüberblick

- ▶ Wiederholung: Spezielle Relativitätstheorie
- ▶ Wiederholung: Mechanik
- ▶ Wirkungsprinzip und Maxwelltheorie
- ▶ Relativistische Elektrodynamik in Materie
- ▶ Strahlung

Verständnisfragen zur speziellen Relativitätstheorie liegen vorne am Pult (keine Bewertung)

Hinweis: Grundkenntnisse von spezieller Relativitätstheorie und Elektrodynamik sind Voraussetzung für diese Vorlesung!
(Stoff von Elektrodynamik I)

Rest der Stunde: Fragestunde zu spezieller Relativitätstheorie

Übersicht

Administratives

Modus und Personen

Termine und Daten

Beurteilung und Notenschlüssel

Erste Tutoriumsbeispiele

Stoff der Vorlesung Elektrodynamik II

Elektrodynamik I und II

Vorlesungsüberblick

Literatur

Vorlesungsrelevante Literatur:

- ▶ Testrelevanter Stoff definiert durch Vorlesungsvortrag und Skriptum
- ▶ Skriptum entweder online oder in Bibliothek, basierend auf dem Buch M. Bartelmann, B. Feuerbacher, T. Krüger, D. Lüst, A. Rebhan, und A. Wipf, *Theoretische Physik*, (2015) Springer.

Weiterführende Literatur:

- ▶ W. Greiner, *Klassische Elektrodynamik*, Verlag Harri Deutsch.
- ▶ J.D. Jackson, *Classical Electrodynamics*, John Wiley & Sons.
- ▶ H. Römer und M. Forger, *Elementare Feldtheorie. Elektrodynamik, Hydrodynamik, Spezielle Relativitätstheorie*, Wiley.

Literatur

Vorlesungsrelevante Literatur:

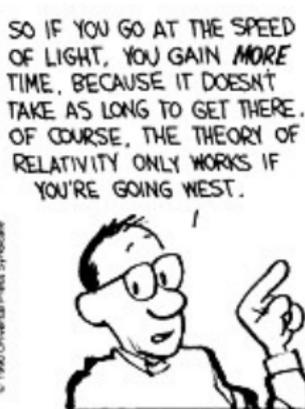
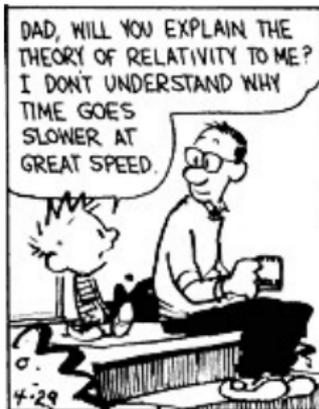
- ▶ Testrelevanter Stoff definiert durch Vorlesungsvortrag und Skriptum
- ▶ Skriptum entweder online oder in Bibliothek, basierend auf dem Buch M. Bartelmann, B. Feuerbacher, T. Krüger, D. Lüst, A. Rebhan, und A. Wipf, *Theoretische Physik*, (2015) Springer.

Weiterführende Literatur:

- ▶ W. Greiner, *Klassische Elektrodynamik*, Verlag Harri Deutsch.
- ▶ J.D. Jackson, *Classical Electrodynamics*, John Wiley & Sons.
- ▶ H. Römer und M. Forger, *Elementare Feldtheorie. Elektrodynamik, Hydrodynamik, Spezielle Relativitätstheorie*, Wiley.

Zur Erinnerung, die nächsten Schritte:

- ▶ Anmeldung zur Übung (optional): seit 28.9., bis 9.10.
- ▶ Nächste Vorlesung: Mi, 14.7., 10:15-11:45
- ▶ Erste Übungsbeispiele ab morgen
- ▶ Erste Kreuzerl für Übungsbeispiele: bis Do, 15.10., vor Tutorium
- ▶ Erste Übung: Do, 15.10., 12:15-13:45 bzw. 10:15-11:45



Calvin & Hobbes

Bis zum nächsten Mal!

Ich stehe jetzt für Fragen zu spezieller Relativitätstheorie zur Verfügung.

Physlet link mit online Illustrationen zur speziellen Relativitätstheorie:
http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/special_relativity/default.html