

Prof. Dr. Tobias Brandes
Dipl.-Phys. Arash Azhand, Dipl.-Phys. Valentin Flunkert, Dipl.-Phys. Philipp Zedler
Benjamin Regler, Jan Techter

13. Übungsblatt zur Theoretischen Physik III: Elektrodynamik

Abgabe: Montag 7.02. bis 10:00 in den Briefkasten im Ernst-Ruska Gebäude (Physik Altbau).
Die Abgabe erfolgt in **3er Gruppen**.

Aufgabe 36 (10 Punkte): *Linearbeschleuniger*

Ein Elektron wird in einem Linearbeschleuniger mit Länge $L = 3\text{km}$ (z.B. SLAC in Californien) durch eine elektrische Potentialdifferenz U zwischen Anfangs- und Endpunkt beschleunigt. Nehmen Sie an, dass Teilchen startet zum Zeitpunkt $t = 0$ am Anfangspunkt.

1. Berechnen Sie die Trajektorie $\mathbf{x}(t)$ im Beschleuniger und überprüfen Sie, ob sich für kleine kinetische Energien (z.B. am Anfang der Beschleunigung) der richtige klassische Grenzfall ergibt.
2. Berechnen Sie die Gesamtzeit, die das Teilchen benötigt um durch den Beschleuniger zu fliegen.
3. Berechnen Sie die Energie des Teilchens als Funktion der Zeit.

Tip: Wählen Sie das Koordinatensystem geeignet und geben Sie zunächst das elektrische Feld im Beschleuniger an. Verwenden Sie die relativistische Verallgemeinerung der Newton'schen Gleichung.

Aufgabe 37 (10 Punkte): *Lagrangeformalismus für Felder*

Leiten Sie ausgehend von der Lagrangedichte

$$\mathcal{L}(\mathbf{r}, t) = \frac{\epsilon_0}{2} (\nabla\phi + \partial_t\mathbf{A})^2 - \frac{1}{2\mu_0} (\nabla \times \mathbf{A})^2 - \rho\phi + \mathbf{j} \cdot \mathbf{A}$$

die inhomogenen Maxwellgleichungen her. Verwenden Sie dazu die Euler-Lagrange-Gleichungen für die Felder ϕ und \mathbf{A} :

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \phi} = \frac{d}{dt} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial (\partial_t \phi)} + \sum_{i=1}^3 \left\{ \frac{\partial}{\partial x_i} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial (\partial_{x_i} \phi)} \right\}$$
$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial A_j} = \frac{d}{dt} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial (\partial_t A_j)} + \sum_{i=1}^3 \left\{ \frac{\partial}{\partial x_i} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial (\partial_{x_i} A_j)} \right\}$$

Bitte Rückseite beachten! →

13. Übung TPIII WS2010/11

Vorlesung:	Mittwoch 12:00 Uhr – 14:00 Uhr im EW 203 Freitag 08:00 Uhr – 10:00 Uhr im EW 203
Klausur:	Mittwoch, 16. Februar 2011, von 12:00 – 14:00 Uhr im ER 270
Tutorien:	Mo 10–12 Uhr in EW 731 bei Arash Azhand Mo 12–14 Uhr in EW 731 bei Benjamin Regler Di 08–10 Uhr in EW 731 bei Jan Techter Di 10–12 Uhr in EW 731 bei Jan Techter Di 12–14 Uhr in EW 731 bei Valentin Flunkert Do 08–10 Uhr in EW 731 bei Philipp Zedler Do 10–12 Uhr in EW 731 bei Benjamin Regler
Sprechzeiten:	Di 13–14 Uhr in EW 744 bei Tobias Brandes Mi 11–12 Uhr in EW 217 bei Philipp Zedler Do 11–12 Uhr in EW 217 bei Arash Azhand Do 13–14 Uhr in EW 217 bei Valentin Flunkert Do 15:30–16:30 Uhr in EW 60 bei Benjamin Regler Fr 13–14 Uhr in EW 217 bei Jan Techter
Scheinkriterien:	Mindestens 50% der Übungspunkte Regelmäßige und aktive Teilnahme am Tutorium Bestandene Klausur