

Prof. Dr. Tobias Brandes

Dipl.-Phys. Arash Azhand, Andrea Vüllings M.Sc., Dipl.-Phys. Ken Lichtner

Emely Wiegand B.Sc., Christian Frässdorf B.Sc.

**12. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik****Abgabe: Mo. 28.01.2013 bis 11:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude***Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.***Aufgabe 33 (10 Punkte): Linearbeschleuniger**

Ein Elektron wird in einem Linearbeschleuniger mit der Länge  $L = 3\text{km}$  (z.B. SLAC in Kalifornien) 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 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.

*Tipp:* 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 34 (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 Felder  $\Phi$  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! →**

## 12. Übung TPIII WS12/13

<b>Vorlesung:</b>	Mittwoch 12:15 Uhr – 13:45 Uhr im EW 203 Freitag 08:15 Uhr – 09:45 Uhr im EW 203
<b>Klausur:</b>	Freitag, 8. Februar 2013, von 08:00 – 10:00 Uhr im EW 203
<b>Tutorien:</b>	Mo 10–12 Uhr in ER 164 bei Christian Di 10–12 Uhr in EB 417 bei Emely Di 12–14 Uhr in EW 731 bei Emely Mi 10–12 Uhr in EW 731 bei Arash/Andrea/Ken Mi 10–12 Uhr in EW 182 bei Christian Do 08–10 Uhr in EW 731 bei Arash/Andrea/Ken Do 10–12 Uhr in EW 731 bei Arash/Andrea/Ken
<b>Sprechzeiten:</b>	Mo 15–16 Uhr in EW 060 bei Emely Mi 15–16 Uhr in EW 632 bei Andrea Do 15–16 Uhr in EW 627 bei Arash Fr 11–12 Uhr in EW 266 bei Ken
<b>Scheinkriterien:</b>	Mindestens 50% der Übungspunkte Regelmäßige und aktive Teilnahme am Tutorium Bestandene Klausur