INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. U. Motschmann
Dipl.-Phys. S. Simon

Klassische Feldtheorie | SoSe 2006

20. Übungsblatt | Abgabe: keine, Besprechung in den Übungen am 05.07.06

Fragen zu den Übungsaufgaben: S. Simon, Raum A317, Tel. 391-5187, sven.simon@tu-bs.de

62. **Relativistische Energie-Impuls-Beziehung**
Beweisen Sie die relativistische Energie-Impuls-Relation

$$E^{\text{kin}} = \sqrt{\underline{p}^2 c^2 + m_0^2 c^4} \quad \text{mit} \quad \underline{p} = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\underline{v} \quad .$$

63. **Zentraler Stoß, relativistische Betrachtung**
Im folgenden bezeichnen wir mit T die Differenz aus der kinetischen Energie E^{kin} und der Ruheenergie $E_0 = m_0 c^2$ der Teilchen, so daß gilt:

$$E^{\text{kin}} = T + m_0 c^2 \quad .$$

Betrachten Sie den zentralen, eindimensionalen Stoß eines Elektrons der Energie T^e_{vor} mit einem Proton. Welche Energie T^e_{vor} muß das Elektron vor dem Stoß haben, damit das Proton nach dem Stoß die Energie $T^p_{\text{nach}} = 0.5\, T^e_{\text{vor}}$ hat? Betrachten Sie den Stoß in dem Inertialsystem, in dem das Proton vor dem Stoß ruht.

64. **Kugelkondensator mit Dielektrikum**
Wir betrachten einen Kugelkondensator mit Innenradius R_i und Außenradius R_a, dessen Mittelpunkt im Ursprung des Koordinatensystems liegt. Die Kugelschalen tragen die Ladungen $(+Q)$ bzw. $(-Q)$. Der Bereich zwischen den Kugelschalen sei mit einem Dielektrikum gefüllt, dessen Dielektrizitätszahl $\epsilon = \epsilon(r)$ eine Funktion des Abstands vom Mittelpunkt ist.

(a) Ermitteln Sie die dielektrische Verschiebung $\underline{D}$ und das elektrische Feld $\underline{E}$ im gesamten Raum. Geben Sie außerdem die Kapazität $C = Q/\delta\Phi$ des Kondensators an. Mit $\delta\Phi$ wird die Potentialdifferenz zwischen den beiden Kugelschalen bezeichnet.

(b) Bestimmen Sie die Energiedichte $u(\underline{r})$ im Inneren des Kondensators. Welche Energie U ist insgesamt im Kondensator gespeichert?

(c) Wir betrachten nun ein konkretes Beispiel:

$$\epsilon(r) = \begin{cases} \epsilon_1 & \text{für } R_i < r < \frac{1}{2}(R_a - R_i) + R_i \\ \epsilon_2 & \text{sonst} \end{cases} \quad .$$

Geben Sie $\underline{D}$, $\underline{E}$, C und U für diesen Spezialfall an.