

Aufgabe 34: Relativistische Kinematik

Die Lorentzinvariante Schwerpunktsenergie eines Zweiteilchensystems ist durch $E_{\text{CMS}} = c\sqrt{(p_1 + p_2)^2}$ gegeben, wobei p_1 und p_2 die Viererimpulse der beiden Teilchen sind. Berechnen Sie E_{CMS} als Funktion von E_1 für zwei Teilchen gleicher Masse m in einem System,

- (a) in dem die Teilchen einen entgegengesetzt gleich großen (Dreier-)Impuls haben, $\vec{p}_1 = -\vec{p}_2$.
- (b) in dem das zweite Teilchen ruht, $\vec{p}_2 = 0$.

Aufgabe 35: Ladungsverteilungen

Geben Sie die Ladungsdichte $\rho(\vec{x})$ für folgende Objekte mit Gesamtladung Q an:

- (a) eine homogen geladene Vollkugel mit Radius R .
- (b) einen unendlich dünnen, homogen geladenen Draht, der zu einem Kreis mit Radius R gebogen ist.
- (c) eine unendlich dünne Kreisscheibe mit Radius R .
- (d) einen homogen geladenen Hohlzylinder mit Innenradius R_1 , Außenradius R_2 und Höhe H .

Aufgabe 36: Oberflächenintegral

Berechnen Sie explizit das Oberflächenintegral $\int_{\partial V} d\vec{f} \cdot \vec{E}$ für das Vektorfeld $\vec{E}(\vec{x}) = \vec{x}$. Die Fläche ∂V sei die Halbkugel $\vec{x}^2 = 1, z > 0$ zusammen mit der Basisfläche $x^2 + y^2 \leq 1, z = 0$. Verwenden Sie sowohl kartesische als auch Kugelkoordinaten. Verifizieren Sie den Gaußschen Integralsatz.

Aufgabe 37: Elektrisches Feld

Für Ladungen, die auf einer unendlich dünnen Fläche verteilt sind, definiert man die Flächenladungsdichte als Ladung pro Fläche.

- (a) Benutzen Sie das Gesetz von Gauß, $\int_{\partial V} d\vec{f} \cdot \vec{E} = 4\pi Q_V$ (folgt aus der Integration der ersten Maxwell-Gleichung), um das elektrische Feld von zwei geladenen coaxialen Hohlzylindern unendlicher Länge und verschwindender Dicke zu bestimmen. Der äußere Zylinder (Radius b) trägt die konstante Flächenladungsdichte $-\sigma$, der innere Zylinder (Radius a) die konstante Flächenladungsdichte σ .

Hinweis: Benutzen Sie als Integrationsgebiet Zylinder-Oberflächen der Länge L .

- (b) Berechnen Sie das elektrische Feld im Raum zwischen zwei solchen Doppelzylindern, die im Abstand d parallel zueinander verlaufen.