

ÜBUNGEN ZUR ELEKTRODYNAMIK II WS 13/14

Aufgabenblatt 7

22.11.2013

7.1 Teilchen im elektromagnetischen Feld

Untersuche – in Verallgemeinerung von Aufgabe 4.1 – die Bewegung eines (nichtrelativistischen) Teilchens mit Ladung q in einem Magnetfeld $\vec{B} = (0, 0, B)$ und einem elektrischen Feld $\vec{E} = (0, E_y, E_z)$ durch Lösen der Bewegungsgleichung. Zeige insbesondere, dass die “Driftgeschwindigkeit” (= die mittlere Geschwindigkeit des Teilchens senkrecht zu \vec{B} und \vec{E}) durch $\vec{v}_{\text{Drift}} = c \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{B^2}$ gegeben ist. Skizziere die Bahnbewegung des Teilchens in der x - y -Ebene (die Bewegung in z -Richtung ist trivial).

7.2 Lorentz-Transformation von Polarisation und Magnetisierung

Welche Bedingungen müssen Beträge und eingeschlossener Winkel von Magnetisierung \vec{M} und Polarisation \vec{P} (wobei $\vec{P}, \vec{M} \neq 0$) erfüllen, damit es ein Bezugssystem gibt, in dem die Polarisation verschwindet?

7.3 Materialgleichungen im bewegten Medium

Leite aus den aus der kovarianten Formulierung gewonnenen Materialgleichungen

$$\vec{D} + \frac{\vec{v}}{c} \times \vec{H} = \epsilon \left(\vec{E} + \frac{\vec{v}}{c} \times \vec{B} \right), \quad (1)$$

$$\vec{B} - \frac{\vec{v}}{c} \times \vec{E} = \mu \left(\vec{H} - \frac{\vec{v}}{c} \times \vec{D} \right), \quad (2)$$

sowie $\vec{D} \cdot \vec{v} = \epsilon \vec{E} \cdot \vec{v}$, $\vec{B} \cdot \vec{v} = \mu \vec{H} \cdot \vec{v}$ folgende Relationen für die longitudinalen

und transversalen Anteile von \vec{D} und \vec{B} bzgl. \vec{v} her,

$$\vec{D}_{\parallel} = \epsilon \vec{E}_{\parallel},$$

$$\vec{D}_{\perp} = \frac{1}{1 - \mu\epsilon\beta^2} \left[-(1 - \epsilon\mu) \frac{\vec{v}}{c} \times \vec{H}_{\perp} + \epsilon(1 - \beta^2) \vec{E}_{\perp} \right],$$

$$\vec{B}_{\parallel} = \mu \vec{H}_{\parallel},$$

$$\vec{B}_{\perp} = \frac{1}{1 - \mu\epsilon\beta^2} \left[(1 - \epsilon\mu) \frac{\vec{v}}{c} \times \vec{E}_{\perp} + \mu(1 - \beta^2) \vec{H}_{\perp} \right],$$

wobei $\vec{D}_{\parallel} = \hat{v} \hat{v} \cdot \vec{D}$, $\vec{D}_{\perp} = \vec{D} - \vec{D}_{\parallel}$ mit $\hat{v} = \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|}$ (und analog für \vec{B} , \vec{E} , \vec{H}).

Anleitung: Die in der Vorlesung (kommender Montag) angegebenen Relationen für \vec{D} und \vec{B} sind zunächst herzuleiten durch Auflösen von Gln. (1) und (2) nach \vec{D} und \vec{B} . Diskutiere dann die longitudinalen und transversalen Anteile.