

Elektrodynamik

Wintersemester 2016/17

Hausübung 6

Abgabe am 08.12.2017 in der Vorlesung

Aufgabe 18: Teilchen in \mathbf{E} und \mathbf{B} - Felder

Wir betrachten ein nicht-relativistisches Punktteilchen in einem homogenen, konstanten Magnetfeld, welches entlang der z -Achse ausgerichtet sei. Lösen Sie die Bewegungsgleichungen.

Nun ist zusätzlich ein konstantes, homogenes elektrisches Feld vorhanden. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit liege das \mathbf{E} -Feld in der (y, z) -Ebene. Lösen Sie wiederum die Bewegungsgleichung und zeichnen Sie die Trajektorie des Punktteilchens für Spezialfälle.

(5+5 Punkte)

Hinweis: Auf ein Teilchen am Ort \mathbf{r} in äußeren \mathbf{E} und \mathbf{B} - Felder wirkt die Kraft

$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = q \left(\mathbf{E}(\mathbf{r}) + \frac{1}{c} \mathbf{v} \times \mathbf{B}(\mathbf{r}) \right)$$

Aufgabe 19: Penning-Falle

Ein Elektron mit Ladung $q = -e$ (mit $e > 0$) bewege sich nicht-relativistisch in einem statischen homogenen Magnetfeld $\mathbf{B} = B \mathbf{e}_z$ und einem ebenfalls statischen, aber inhomogenen elektrischen Feld \mathbf{E} , welches durch ein elektrostatisches Potential $\phi(x, y, z)$ der Form

$$\phi(x, y, z) = \frac{U_0}{2\rho_0^2} (x^2 + y^2 - 2z^2) \quad \text{mit } U_0 > 0$$

gegeben ist. U_0 und ρ_0 sind Konstanten.

- (i) Lösen Sie die nicht-relativistische Bewegungsgleichung für die Geschwindigkeit des Elektrons zunächst für $U_0 = 0$ und einer Bewegung in der (x, y) -Ebene. Bestimmen Sie die zugehörige Frequenz ω_c .
- (ii) Berechnen Sie das zu ϕ gehörende elektrische Feld und verifizieren Sie, dass das elektrische Feld quellenfrei ist.
- (iii) Betrachten Sie zuerst eine Bewegung entlang der z -Achse. Zeigen Sie, dass es sich im Fall $U_0 > 0$ um eine harmonische Schwingung handelt. Bestimmen Sie deren Frequenz ω_z .
- (iv) Lösen Sie im Fall $U_0 > 0$ die vollständigen Bewegungsgleichungen in der (x, y) -Ebene durch den Ansatz $x(t) = A \cos(\omega_m t)$ bzw. $y(t) = A \sin(\omega_m t)$. Wie lauten die zwei möglichen Frequenzen ω_m ? Interpretieren Sie diese!

(3+2+2+3 Punkte)