

29. **Kraft auf Dielektrikum**

Ein Plattenkondensator (Abmessungen $a \times b$ und Dicke d) sei zum Teil mit einem Dielektrikum gefüllt. ($0 < x < b$) Berechne die Kraft auf das Dielektrikum bei konstanter Spannung bzw. konstanter Ladung.

30. **Drehmoment**

Die Kraftdichte $\mathbf{k}(\mathbf{r})$, die eine Stromdichte $\mathbf{j}(\mathbf{r})$ (mit magnetischem Dipolmoment $\boldsymbol{\mu}$) in einem Magnetfeld $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ erfährt, ist $\mathbf{k}(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \mathbf{j}(\mathbf{r}) \times \mathbf{B}(\mathbf{r})$. Die Dichte des Drehmoments ist durch $\mathbf{r} \times \mathbf{k}(\mathbf{r})$ definiert. Zeigen Sie, dass das integrierte Drehmoment \mathbf{M} die Beziehung

$$\mathbf{M} = \boldsymbol{\mu} \times \mathbf{B} \quad (1)$$

erfüllt, wenn \mathbf{B} räumlich konstant ist.

31. **Induktivität**

Eine Doppelleitung bestehe aus einem Paar nichtmagnetischer, zueinander paralleler Drähte, die den Abstand $d > a + b$ haben, wenn a und b ihre Radien bedeuten. Durch den einen Draht fließe ein Strom hin und durch den anderen wieder zurück. Ist dieser Strom jeweils gleichmäßig über die Querschnittsfläche der beiden Drähte verteilt, so zeige man, dass sich die Selbstinduktivität pro Längeneinheit zu

$$L = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(1 + 2 \ln \frac{d^2}{ab} \right) \quad (2)$$

berechnet.

32. **Suszeptibilität des Wasserstoff Atoms**

Ein Wasserstoff Atom befinde sich im 1s Zustand und die Elektronspin Zustände sind gemäß dem Boltzmann Gesetz besetzt

$$\frac{P_{-1/2}}{P_{+1/2}} = e^{-\frac{\Delta E}{k_B T}} \quad (3)$$

wobei ΔE die Energie Differenz im externen Feld $\mathbf{B} = B\mathbf{e}_z$ ist. Berechne den Erwartungswert des Spins in der z -Richtung $\langle S_z \rangle$. Bestimme daraus die paramagnetische Suszeptibilität. Berechne ebenso die diamagnetische Suszeptibilität des Grundzustandes:

$$\chi_{dia} = -N \frac{e^2}{6mc^2} \langle r^2 \rangle \quad (4)$$