

Übungsblatt 11

für das Tutorium am 16.06.2017

1. Kraft zwischen zwei Linienströmen

Gegeben sei ein unendlich langer dünner Leiter L_1 , der im Abstand $x = d$ parallel zur z -Achse verläuft und von einem zeitlich konstanten Strom I_1 durchflossen wird. Weiters sei ein dünner Leiter L_2 gegeben, welcher einen Kreis mit Radius $a < d$ und Mittelpunkt im Ursprung bildet und ebenfalls in der x - z -Ebene liegt. Dieser werde von einem konstanten Strom I_2 durchflossen. Berechnen Sie die auf den Leiter L_2 wirkende Kraft \vec{F} .

Hinweis: $\int_0^{2\pi} \frac{\cos(\varphi)d\varphi}{1-\alpha \cos(\varphi)} = \frac{2\pi}{\sqrt{1-\alpha^2}} \frac{1-\sqrt{1-\alpha^2}}{\alpha}$ für $|\alpha| < 1$.

2. Geladenes Teilchen in einer zirkulär polarisierten EM-Welle

Untersuchen Sie die Bewegung eines geladenen Teilchens in einer zirkulär polarisierten, monochromatischen, elektromagnetischen Welle. Die Welle ist durch das elektrische Feld

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = E (\cos(kz - \omega t), \sin(kz - \omega t), 0) \quad (1)$$

gegeben. Außerdem treffe man die Annahme, das geladene Teilchen habe konstante kinetische Energie.

- Zeigen Sie für beliebiges elektrisches und magnetisches Feld, dass die Annahme konstanter kinetischer Energie die Bewegungsrichtung des Teilchens einschränkt.
- Berechnen Sie den magnetischen Anteil der Welle.
- Bestimmen Sie die Teilchenbahn unter den Anfangsbedingungen $\vec{x}_0 = 0$ und unter der Zwangsbedingung $E_{\text{kin}} = \text{const.}$ Die Geschwindigkeitskomponente zum Zeitpunkt $t = 0$ in z -Richtung sei beliebig.

3. Metallischer Spiegel

Der Halbraum $z < 0$ sei ladungsfreies Vakuum, der Halbraum $z \geq 0$ sei von einer ideal leitenden Substanz erfüllt. Aus dem Vakuum falle eine monochromatische ebene elektromagnetische Welle auf die Grenzfläche $z = 0$ ein, deren elektrische Feldstärke durch

$$\vec{E}^+(z, t) = E_0^+ \cos(kz - \omega t) \vec{e}_x, \quad E_0^+ \in \mathbb{R}, \quad k = \frac{\omega}{c}$$

gegeben ist.

- Berechnen Sie das elektromagnetische Gesamt-Wellenfeld, das sich im Halbraum $z < 0$ ausbildet. Zeigen Sie über Additionstheoreme, dass sich eine stehende Welle bildet. (Hinweis: Im Inneren eines sogenannten „idealen Leiters“ ist das elektro-magnetische Feld stets null.)
- Berechnen Sie die Flächenladungsdichte und die Flächenstromdichte auf der Oberfläche $z = 0$ des idealen Leiters.
- Berechnen Sie die Energiedichte und die Energiestromdichte im Halbraum $z < 0$ sowie deren zeitliche Mittelwerte über eine Periode $T = \frac{2\pi}{\omega}$ des Wellenfeldes.