

ÜBUNGEN ZUR THEORETISCHEN PHYSIK 2 - ELEKTRODYNAMIK

WS 2011/12

9. Übungsblatt

(Wolfram Weise, Antonio Vairo)

Besprechung ab 20. Dezember 2011

Aufgabe 22

- a) Eine zirkular polarisierte monochromatische elektromagnetische Welle werde durch das Feld

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = (E_x, E_y, E_z) = E_0(\cos(kz - \omega t), \sin(kz - \omega t), 0)$$

beschrieben. Unter Verwendung der Maxwellgleichungen im Vakuum bestimme man das dazugehörige Magnetfeld $\vec{B}(\vec{r}, t)$.

- b) Man zeige, daß die zeitliche Änderung der Energie W eines (punktförmig gedachten) Teilchens der Ladung q und Geschwindigkeit \vec{v} in einem äußeren elektromagnetischen Feld gegeben ist durch $dW/dt = q\vec{v} \cdot \vec{E}$.

Aufgabe 23

Eine zirkular polarisierte monochromatische elektromagnetische ebene Welle werde durch das Feld

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = (E_x, E_y, E_z) = E_0(\cos(kz - \omega t), \sin(kz - \omega t), 0)$$

beschrieben. In diesem elektrischen und dem zugehörigen magnetischen Feld bewege sich ein Teilchen der Ladung e und der Masse m .

- a) Stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf.
- b) Bestimmen Sie diejenigen Lösungen der Bewegungsgleichung, welche der Anfangsbedingung $\dot{z}(t=0) = 0$ genügen, und deren Energie W im äußeren Feld konstant bleibt.
- c) Zeigen Sie, daß die Richtung des Teilchen-Impulses \vec{p} zu jedem Zeitpunkt mit der von \vec{B} zusammenfällt, und daß $|\vec{p}| = eE_0/\omega$.

Aufgabe 24 (*Elektronenmodell von Drude*)

Im Festkörper stoßen die Elektronen (Dichte n) fortwährend mit Gitterfehlern, Phononen und anderen Elektronen zusammen. Diese Effekte hat Drude in der Bewegungsgleichung für die Elektronen durch einen phänomenologischen Dämpfungsfaktor γ berücksichtigt:

$$m\dot{\vec{v}} + m\gamma\vec{v} = e\vec{E}$$

($\gamma \simeq 3 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$ für Kupfer).

a) Lösen Sie für ein periodisches elektrisches Feld

$$\vec{E} = \vec{E}_0 e^{-i\omega t}$$

die Differentialgleichung und diskutieren Sie das Ergebnis.

b) Die Leitfähigkeit σ ist gemäß dem Ohmschen Gesetz definiert durch $\vec{j} = \rho \vec{v} = \sigma \vec{E}$. Berechnen Sie die Leitfähigkeit σ . In welchen Frequenzbereichen kann sie bei Kupfer als reell und konstant angesehen werden?