

Übungen zur Vorlesung „Theoretische Physik 3“

Blatt 7 1.12.2010 WS 10/11

18. Permanente Magnetisierung

Ein magnetostatisches Feld rühre ausschließlich von einer lokalisierten Verteilung permanenter Magnetisierung her.

- a) Man zeige, dass dann

1 Punkt

$$\int_{\mathbb{R}^3} d^3x \vec{B} \cdot \vec{H} = 0$$

- b) Man gebe eine qualitative anschauliche Erklärung für dieses Resultat, z.B. am Beispiel einer homogen magnetisierten Kugel.

1 Punkt

Hinweis: das magnetische Feld ist ähnlich wie das elektrische in Aufgabe 15, geht jedoch gegen null für $r \rightarrow \infty$ (siehe Jackson §5.10).

19. Energiesatz für elektromagnetische Wellen

- a) Man diskutiere den Energiesatz für eine ebene harmonische Welle im Vakuum. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Energietransports? **2 Punkte**

Anleitung: Die Energiedichte ist gegeben durch $w = \frac{1}{2} (\epsilon_0 \vec{E}^2 + \mu_0 \vec{H}^2)$ und die Energiestromdichte durch den Poyntingvektor $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$. Man bestimme w und \vec{S} für eine elektromagnetische ebene Welle $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)$ mit $\vec{B} = \frac{1}{\omega} \vec{k} \times \vec{E}$ und zeige $\dot{w} + \vec{\nabla} \cdot \vec{S} = 0$. Man bestimme die Geschwindigkeit \vec{v} des Energietransports mit $\vec{S} = w\vec{v}$.

- b) Die Energiestromdichte der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche hat etwa den Wert von $2.2 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ ($1 \text{ cal} = 4.19 \text{ J}$); diese Größe wird Solarkonstante genannt. Wie groß ist ihr Wert in W m^{-2} ? Wie groß sind hierbei die Mittelwerte der elektrischen und der magnetischen Feldstärke? Welche Leistung müßte eine Glühlampe ausstrahlen, um in 1 m Entfernung die Helligkeit der Sonnenstrahlung zu erreichen? **1 Punkt**

20. Energietransport für Leiter

2 Punkte

Man diskutiere den Energiesatz für einen stromdurchflossenen geraden ∞ -langen Leiter. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Energietransports als Funktion des Ortes? Wie groß ist diese Geschwindigkeit im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit an der Oberfläche eines 1 mm dicken Kupferdrahts? (Leitfähigkeit: $\sigma = 6,45 \cdot 10^7 \text{ } \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$)

Zusatzaufgabe: Auf welchem Weg gelangt die Energie vom Kraftwerk in die Glühlampe? **1 Punkt**

Abgabetermin: Mi den 8.12. 2010 in der Vorlesung

Siehe auch: <http://users.physik.fu-berlin.de/~kamecke/lehre.html>