

Übungen zur Physik für Chemiker II

Sommersemester 2010

Aufgaben zur 11. Übung am 29.06.10

Elektromagnetische Wellen

29. Harmonische Wellen

Die eindimensionale Wellengleichung sei durch $\frac{\partial^2}{\partial t^2} \xi(x, t) - c^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \xi(x, t) = 0$ gegeben.

- Leiten Sie die Dispersionsrelation $\omega^2 = c^2 k^2$ her, indem Sie zeigen, dass eine ebene harmonische Welle $\xi(x, t) = A \cdot \sin(\omega t - kx)$ eine Lösung der Wellengleichung ist!
- Welche Bedeutungen haben ω und k ? Wie hängen diese Größen mit Periodendauer T und Wellenlänge λ zusammen?
- Auch die Cosinus-Funktion ist eine Lösung der Wellengleichung. Somit ist auch die Linearkombination beider Lösungen eine Lösung. Formulieren Sie diese!
- Stellen Sie eine Lösungsfunktion auf, die die komplexe Exponentialfunktion beinhaltet und zeigen Sie, dass auch dieser Ausdruck eine Lösung der Wellengleichung ist!

30. Römer'sche Messung der Lichtgeschwindigkeit

Die periodischen Verdunkelungen des Jupitermondes Io werden von der Erde aus beobachtet. Befindet sich die Erde am nächsten zum Jupiter, so wird eine Finsternisperiode (Zeitdifferenz zwischen dem Eintreten von zwei Verdunkelungen) von $T_0 = 42\text{h}27\text{ min.}$ gemessen.

- Wie würde sich die auf der Erde beobachtete Finsternisperiode ändern, wenn sich die Erde mit einer konstanten Geschwindigkeit gradlinig vom Jupiter entfernte? Drücken Sie das Ergebnis als Funktion dieser Geschwindigkeit als auch der Lichtgeschwindigkeit c aus.
- Nach einem halben Jahr verzögert sich das Eintreten der Verfinsterung des Jupitermondes um 17^* min. Wie groß ist die Lichtgeschwindigkeit?

Hinweis: Schätzen Sie die über ein halbes Jahr gemittelte Geschwindigkeit ab, mit der sich die Erde vom Jupiter entfernt. Vernachlässigen Sie dabei die Bewegung des Jupiters; die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne: $R = 150$ Mio. km

*die in 1676 von Römer abgeschätzte Verzögerung betrug 22 min.

31. Impuls/ Druck einer EM-Welle

Ein Kügelchen aus Plastik mit einem Durchmesser von $15\ \mu\text{m}$ (Dichte ca. $1\ \text{g/cm}^3$) soll mit Hilfe eines Laserstrahls gegen die Schwerkraft angehoben werden. Wie groß müssen die Intensität des Laserstrahls und die Strahlleistung sein?

Das Licht des Lasers wird vollständig vom Kügelchen absorbiert.

Zusatzaufgabe für die Übung (nicht abzugeben)

Sei $\vec{E}(x, y, z)$ ein Vektorfeld. Zeigen Sie, dass $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = \vec{\nabla}(\nabla \cdot \vec{E}) - \Delta \vec{E}$!