

Übungsblatt 8 zur Vorlesung 'Elektrodynamik und Wellenoptik'

Humboldt-Universität zu Berlin, WS 2008/2009,
Prof. Dr. T. Lohse, Prof. Dr. M. Müller-Preußker

Ausgabe: Montag, den 1. Dezember 2008, in der Vorlesung

Rückgabe: Donnerstag, den 11. Dezember 2008, in der Vorlesung

Aufgabe 1: (30 %)

Formulieren Sie das Fermatsche Prinzip als Variationsprinzip zur Bestimmung der Bahnkurven für Lichtstrahlen. Die Bahnkurven mögen dabei mit einem beliebig gewählten Parameter α parametrisiert sein: $\vec{x}(\alpha)$. Gewinnen Sie aus den dieser Variationsaufgabe entsprechenden Euler-Lagrange-Gleichungen die Differentialgleichungen für die Bahnkurven. Zeigen Sie, dass

$$n(\vec{x}) \frac{d^2 \vec{x}}{dl^2} = \frac{d\vec{x}}{dl} \times (\nabla n \times \frac{d\vec{x}}{dl})$$

gilt, wenn α mit der Bogenlänge l identifiziert wird.

Aufgabe 2: (30 %)

Zur Näherung der geometrischen Optik wurde in der Vorlesung ein Ansatz der Form

$$\vec{E} = \vec{e}(\vec{x}) e^{ik(S(\vec{x}) - ct)}$$

verwendet. Setzen Sie nun

$$\vec{e}(\vec{x}) = \vec{e}^{(0)}(\vec{x}) + i \frac{1}{k} \vec{e}^{(1)}(\vec{x}) + O(1/k^2)$$

und demonstrieren Sie, dass sich aus den Maxwell-Gleichungen für $\mu = 1$ und in führender Ordnung für große k die Eikonalgleichung für S ergibt. Stellen Sie die Gleichungen auf, die aus dem Vergleich der nächst kleineren Terme im obigen Limes folgen.

Bitte wenden

Aufgabe 3: Michelson-Stellarinterferometer(40 %)

Der Stern α Sco (Entfernung $r = 130 \text{ pc} = 4 \cdot 10^{18} \text{ m}$) wird durch das unten abgebildete Michelson-Stellarinterferometer im grünen Licht ($\lambda = 600 \text{ nm}$) beobachtet. Das Interferenzbild auf dem Schirm verschwindet ab einem Spiegelabstand von $l = 1,5 \text{ m}$. Schätzen Sie den Sterndurchmesser d ab und vergleichen Sie ihn mit dem Durchmesser $d_{\odot} = 1,4 \cdot 10^9 \text{ m}$ unserer Sonne.

Hinweis: Alle Formeln sind herzuleiten. Schlichtes Einsetzen in Formeln aus der Vorlesung reicht nicht.

