Abgabe: 1./2. Juli 2015

Übung 10 zur Vorlesung Physik 2

P. Schleper, Sommer 2015

Aufgabe 61: Isotrope Ausstrahlung 5

1 Berechnen Sie die mittlere elektrische und magnetische Feldstärke in 100 km Entfernung von einem Sender, der mit 100 kW Leistung sendet. Es soll eine isotrope Ausstrahlung angenommen werden.

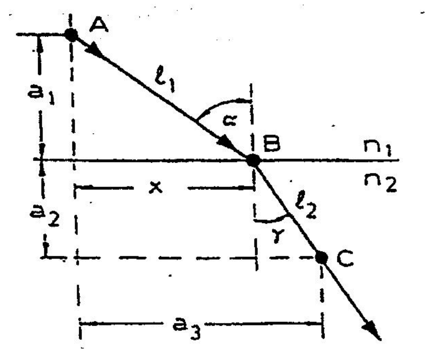
2 Die Sonne strahlt der Erde rund 1.39 kW/m^2 zu (Solarkonstante). Wie groß ist demnach a) der Effektivwert der elektrischen Feldstärke in der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche und b) die Strahlungsleistung (Leuchtkraft) der Sonne?

Aufgabe 62: Katzenauge 4

Ein Katzenauge besteht aus Elementen, bei denen jeweils 3 Spiegel in rechtem Winkel zueinander eine Würfelecke bilden. Zeigen sie, dass Licht von diesem Katzenauge immer genau unter 180^0 Grad reflektiert wird, egal unter welchem Winkel es (von innen) auftrifft.

Aufgabe 63: Lichtbrechung und FERMATsches Prinzip 5

Ein Lichtstrahl verlaufe von der Quelle A im Medium 1 (Brechungsindex n_1) zum Nachweisort C im Medium 2 (Brechungsindex n_2); dabei wird die plane Mediengrenze an dem Ort B durchquert, für den die Laufzeit T minimal wird.



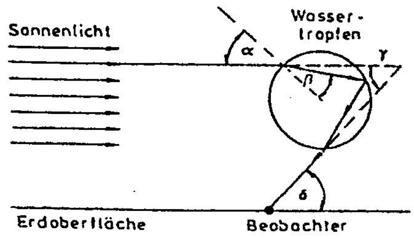
a) Berechnen Sie die gesamte Laufzeit $T(x)$.

b) Bestimmen Sie daraus die Koordinate x für den Weg minimaler Laufzeit.

c) Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Winkeln α und γ?

Aufgabe 64: Regenbogen **5**

Sonnenlicht falle parallel zur Erdoberfläche auf eine Gischt aus kugelförmigen Wassertröpfchen. Ein Beobachter sieht einen Regenbogen unter dem Winkel δ_{rot} resp. δ_{viol}. Dessen Intensität ist maximal dort wo $\gamma(\alpha)$ ein Maximum besitzt, weil dort ein großer Winkelbereich $\Delta\alpha$ in einen kleinen Bereich $\Delta\gamma$ abgebildet wird.



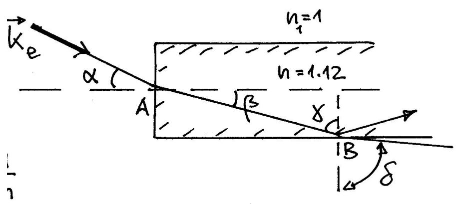
a) Berechnen Sie $\delta(\alpha)$ resp. $\gamma(\alpha)$.

b) Bestimmen Sie das Maximum δ_{max} in allgemeiner Form.

c) Bestimmen Sie daraus δ_{rot} und δ_{viol} mit $n_{rot} = 1.33$ und $n_{viol} = 1.34$. Welche Winkelbreite hat also der Regenbogen?

Aufgabe 65: Totalreflexion **5**

Licht aus einer entfernten Lichtquelle falle unter dem Winkel α auf die Eintrittsfläche eines Lichtleiters (Brechungsindex n = 1.12).



a) Wie groß darf der Eintrittswinkel α höchstens sein, damit das Licht im Innern des Leiters unter Totalreflexion weitergeführt wird?

b) Wie groß muss n sein, damit Licht unter jedem Winkel eintreten kann?

 martin.eckstein@mpsd.cfel.de

Aufgabe 64: Retardierte Potentiale in einer Dimension *(2+2+2 Punkte)*

Betrachten Sie eine unendlich ausgedehnte Metallplatte in der x-y Ebene, die eine homogenen Flächenstromdichte $K(t)$ trägt, d.h., $\vec{j}(\vec{r},t) = \hat{e}_x \delta(z) K(t)$.

a. Berechnen Sie aus der allgemeinen Lösung der Wellengleichung

$$\vec{A}(\vec{r},t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int d^3r' \frac{\vec{j}(\vec{r}',t - \frac{|\vec{r}-\vec{r}'|}{c})}{|\vec{r}-\vec{r}'|},$$

für eine harmonische Zeitabhängigkeit $K(t) = K_0 e^{-i\omega t}$ das Vektorpotential $\vec{A}(z,t)$. (Aus Symmetriegründen hängt $\vec{A}$ nur von z ab.) Nehmen Sie an, dass der Strom bei $t = -\infty$ langsam angeschaltet wird, d.h. $K(-\infty) = 0$. (Setze z.B. $K(t) = K_0 e^{-i\omega t} e^{|\eta| t}$ mit $\eta \to 0$).

b. Berechnen Sie das elektrische und magnetische Feld sowie die pro Fläche abgestrahlte Energie.

c. Zeigen Sie durch Einsetzten, dass die Fundamentallösung der inhomogenen Wellengleichung

$$\Big[\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\Big] y(t,x) = \delta(x)\delta(t)$$

mit der Randbedingung $G(x,t) = 0$ für $t < 0$ durch $G(x,t) = \frac{c}{2}\Theta(t - |x|/c)$ gegeben ist. (Beachte: $\frac{d}{dx}\Theta(x) = \delta(x)$). Skizzieren Sie die Lösung $y(x,t)$ für verschiedene Zeiten. Verwenden Sie $G(x,t)$ um die Lösung aus Teilaufgabe a) zu verifizieren.