

Abgabe der Lösungen:

24.11.2010

Aufgabe 9: Retardierte Green'sche Funktion (6 Punkte)

Bestimmen Sie mit Hilfe der retardierten Green'schen Funktion eine spezielle Lösung der Wellengleichung

$$\left[\Delta - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] \psi(\vec{r}, t) = -s(\vec{r}, t)$$

wobei

$$s(\vec{r}, t) = \exp(-\lambda t^2) \delta^{(3)}(\vec{r}).$$

Verifizieren Sie die Lösung durch explizites Differenzieren!

Aufgabe 10: Dipolstrahlung (6 Punkte)

- a) Bestimmen Sie \vec{E} - und \vec{B} -Feld für die elektrische Dipolstrahlung in der Nahzone ($kr \ll 1$) und interpretieren Sie das Resultat für das \vec{E} -Feld. (3 Punkte)
- b) Der Sendedipol einer Mondfähre erzeuge im Abstand $r_1 = 500$ m (senkrecht zur Dipolachse) eine harmonische Welle mit der maximalen elektrischen Feldstärke $\hat{E}_1 = 0,4$ V/m. Der Empfänger benötigt als Mindestfeldstärke $\hat{E}_2 = 0,4$ μ V/m. Können damit auf der Erde Signale vom Mond empfangen werden (Entfernung Mond-Erde $r_2 = 384400$ km)? Welche Werte haben auf der Erde \hat{E}_2 , \hat{H}_2 , die zeitlich gemittelte Energiedichte $\langle w_2 \rangle$ und die zeitlich gemittelte Intensität $\langle S_2 \rangle$? (3 Punkte)

Übungen zu den Theoretischen Ergänzungen zur Physik III

Aufgabe E5: Der Zwillings-Effekt (8 Punkte)

Die Astronautin Alice reist zum 4 Lichtjahre entfernten Stern Bierius, um auf dessen Planeten einen wichtigen Rohstoff zu gewinnen. Ihre Rakete fliegt mit 80 % der Lichtgeschwindigkeit. Bei ihrer Ankunft bemerkt Alice, dass sie die Flaschen zum Abfüllen des Rohstoffs vergessen hat, und macht sich unverzüglich auf die Rückreise.

- a) Welche Zeit ist für Alice und welche Zeit für ihren auf der Erde verbliebenen Zwillingsbruder Bob während der gesamten Reise verstrichen?

Hinweis: Vernachlässigen Sie in Ihrer Rechnung die kurzen Beschleunigungs- und Bremsphasen und betrachten Sie die Rakete während des Hinflugs und während des Rückflugs als Inertialsystem.

(2 Punkte)

- b) Zeichnen Sie ein Raum-Zeit-Diagramm der Reise in den Koordinaten x und ct des Sonnensystems. Verwenden Sie den Maßstab $1 \text{ Lichtjahr} \cong 2 \text{ cm}$.

(1 Punkt)

- c) Zeichnen Sie die Koordinatenachsen für x' und ct' des Inertialsystems, in dem sich die Rakete auf dem Hinflug befindet, ebenfalls ein.

(1 Punkt)

- d) Berechnen Sie die Einheitspunkte (1 Lichtjahr) auf der x' -Achse und auf der ct' -Achse und zeichnen Sie auf allen Achsen die Markierungen bei n Lichtjahren für $n = 1, 2, \dots$

(2 Punkte)

- e) Alice sendet während ihrer Reise nach jedem Jahr ihrer Borduhr eine Nachricht per Funk an Bob. Zeichnen Sie die Weltlinien der Funksignale und berechnen Sie die Zeitpunkte, zu denen die Nachrichten bei Bob eintreffen.

(2 Punkte)

