

## Übungen zur Modernen Physik (Atome, Kerne Teilchen) – SS2007 Blatt 4

### 16. Aufgabe: Grenzeschwindigkeit

- a) Es soll gezeigt werden, dass keine noch so große Kraft bzw. Beschleunigung ein Teilchen endlicher Ruhmasse auf die Geschwindigkeit  $v = c$  zu bringen vermag. Hinweis: Betrachten Sie ein Teilchen in einem homogenen elektrischen Feld.
- b) Es soll die Strecke  $x$  berechnet werden, die ein im homogenen elektrischen Feld beschleunigtes Teilchen in der Zeit  $t$  zurücklegt.

### 17. Aufgabe: Energie und Impuls

Man berechne Impuls und Energie der Elektronen, die die Erde längs des Äquators umkreisen. Erdfeld:  $H = 60 \text{ A/m}$ . Radius der Kreisbahn  $R = 6400 \text{ km}$ .

### 18. Aufgabe: Freier Fall in relativistischer Form

Die Gleichungen für den freien Fall in einem homogenen Gravitationsfeld ( $g = \text{const.}$ ) sollen in relativistischer Form angegeben werden. Hinweis: Die mathematischen Beziehungen für den freien Fall lauten in der klassischen Mechanik  $v = (2gh)^{1/2}$ ,  $h = gt^2/2$  und  $v = gt$ .

### 19. Aufgabe: Doppler-Effekt

- a) Wie schnell muss sich ein Beobachter auf eine rote Lichtquelle ( $\lambda = 650 \text{ nm}$ ) zubewegen, damit sie für ihn grün ( $\lambda = 525 \text{ nm}$ ) erscheint?
- b) Eine entfernte Galaxie bewege sich mit Geschwindigkeit  $1,85 \times 10^7 \text{ m/s}$  von uns fort. Berechnen Sie die relative Rotverschiebung  $(\lambda - \lambda_0)/\lambda_0$  für das Licht der Galaxie.

### 20. Aufgabe: Massenverlust der Sonne

Die Sonne strahlt mit einer Leistung von etwa  $4 \times 10^{26} \text{ W}$ . Nehmen Sie an, dass die Energie in einer Reaktion erzeugt wird, deren Nettoeffekt die Verschmelzung von vier Wasserstoffkernen zu einem Heliumkern ist, wobei pro erzeugtem Heliumkern 25 MeV frei werden. Berechnen Sie den Massenverlust der Sonne pro Tag.

### 21. Aufgabe: Frequenzänderung der Uhren in Satelliten

Ein Satellit der Masse  $m$  bewege sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit  $v \ll c$  auf einer geozentrischen Kreisbahn (Radius  $r$ ) um die Erde der Masse  $M$ . Aufgrund der Zeitdilatation der SRT ist die Frequenz  $\nu_s$  der Uhren im Satelliten geringer als diejenige der Vergleichsuhren auf der Erde  $\nu_0$ . Außer diesem Effekt der SRT hat man noch den Gravitationseffekt der ART zu berücksichtigen, so dass sich die gesamte Frequenzänderung  $\Delta\nu$  aus  $\Delta\nu_s + \Delta\nu_a$  zusammensetzt. Berechnen Sie die gesamte Frequenzänderung  $\Delta\nu$ .