

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

## Blatt 5

### 22. Aufgabe: Parallelogramm der Geschwindigkeiten

Es ist für einige Werte der Geschwindigkeiten  $u_1 = u_2 = v$  mit  $v = 0,1 c$ ,  $v = 0,25 c$ ,  $v = 0,5 c$  und  $v = c$  die relativistische Abweichung vom klassischen Parallelogramm der Geschwindigkeiten zu zeigen. Die betreffenden Geschwindigkeitsvektoren sollen den Winkel  $\varphi = 45^\circ$  einschließen. Geben Sie in einer Tabelle die klassisch und relativistisch berechneten Geschwindigkeiten an. Stellen Sie das Ergebnis für  $v = 0,5 c$  und  $c$  graphisch dar.

### 23. Aufgabe: Spezifische Ladung $e/m_0$ des Elektrons

In einem evakuierten Rohr werden Elektronen glühelektrisch freigesetzt; sie beschreiben, wenn das Magnetfeld senkrecht zur Richtung der Geschwindigkeit orientiert ist, eine Kreisbahn. Zwischen Katode und Anode werden die (gebündelten) Elektronen durch eine Spannung beschleunigt; die Elektronen, die die Anode durch eine Öffnung passiert haben, bewegen sich dann mit der Geschwindigkeit  $v$ . Nach klassischer Rechnung folgt aus  $eU = mv^2/2$  und  $mv^2/r = evB$  die Beziehung  $2U/B^2r^2$ . Da sich aber die Masse mit der Geschwindigkeit ändert, gibt man für spezifische Ladungen den Wert  $e/m_0$  an. Wie lautet die exakte relativistische Gleichung für  $e/m_0$ ?

### 24. Aufgabe: Geladenes Teilchen im homogenen elektrischen Feld

Es ist die relativistische Bewegungsgleichung eines geladenen Teilchens aufzustellen, das sich in einem statischen homogenen elektrischen Feld bewegt, und zu zeigen, dass sich im klassischen Fall  $v \ll c$  die Gleichung einer quadratischen Parabel ergibt. Im allgemeinen Fall ergibt sich als Bahnkurve die Catenaria.

### 25. Aufgabe: Geschwindigkeit und Impuls

a) Es ist der Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit eines freien Teilchens und seinem Impuls anzugeben.

b) Das Radionuklid  $^{226}\text{Ra}$  emittiert Alphateilchen mit der kinetischen Energie  $E_{\text{kin}} = 4,78 \text{ MeV}$ . Man vergleiche die nach der klassischen und nach der relativistischen Gleichung berechneten Geschwindigkeiten. Ruhmasse des Alphateilchens  $m_\alpha = 6,643 \times 10^{-27} \text{ kg} = 4,0015064 \text{ amu}$  ( $1 \text{ amu} = 1,660 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ist die atomare Masseneinheit).

### 26. Aufgabe: Emission und Absorption von Photonen

a) Es soll gezeigt werden, dass die Beziehung  $h\nu = \Delta E$  für die Emission eines Photons durch ein angeregtes (ruhend) Atom nur für den Grenzfall einer großen Atommasse  $M_0$  gilt.

b) Man berechne die Rückstoßenergie der  $^{191}\text{Ir}$ -Kerne, die beim  $\gamma$ -Zerfall von  $^{191}\text{Os}$  entsteht. Zerfallsenergie:  $129 \text{ keV}$ .