

Experimentalphysik 5a

WS 13/14

Prof. Dr. Werner Heil

Blatt 8

<http://www.ag-heil.physik.uni-mainz.de>

Abgabetermin: 06.01.2014, 10:30

Aufgabe 1 Feinstrukturaufspaltung des Wasserstoffatoms (6 Punkte)

- (a) (4P) Berechnen Sie die Auflösung $(\Delta\nu/\nu)$, die zur Vermessung der Feinstrukturaufspaltung des Wasserstoffatoms notwendig ist. Berechnen Sie dazu die relativen Energieunterschiede folgender Übergänge:

$$n = 3, j = 1/2 \rightarrow n = 2, j = 3/2 \quad (1)$$

und

$$n = 3, j = 1/2 \rightarrow n = 2, j = 1/2 \quad (2)$$

- (b) (2P) Vergleichen Sie den in a) erhaltenen Wert mit der relativen Energieverschiebung zwischen den Niveaus der Isotope Wasserstoff (1H) und Deuterium (2H) aufgrund ihrer unterschiedlichen reduzierten Masse.

Aufgabe 2 (g-2)-Wert des Myons (4 Punkte)

Bei der Messung des (g-2)-Wertes des Myons in einem Speicherring werden die Myonen, ähnlich wie in einer Penningfalle, durch ein magnetisches Feld B auf der Strahlachse (axial) und durch ein elektrisches Quadropfeld E radial gespeichert. Nach nicht ganz einfacher Rechnung erhält man als Differenz der Präzessionsfrequenz ω_s des Spins und der Zyklotronfrequenz ω_c des Myons

$$\omega_s - \omega_c = \frac{e}{m_{0,\mu}} \left(\frac{g-2}{2} B + \left(\frac{1}{\gamma^2 - 1} - \frac{g-2}{2} \right) \left| \frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2} \right| \right), \quad (3)$$

wobei $m_{0,\mu} = 105,65839 \text{ MeV}/c^2$ und γ der relativistische Massenzuwachsfaktor sind.

- (a) (1P) Der zweite Term in obiger Gleichung ist unerwünscht, er kann aber durch geschickte Wahl von γ beseitigt werden. Berechnen Sie γ , wenn aus einem Vorexperiment $(g-2)/2 = 0,001166$ bekannt ist.
- (b) (1P) Welchen Impuls hat das Myon bei dem in (a) berechneten γ -Wert?
- (c) (2P) Wie groß ist die im Laborsystem beobachtete Lebensdauer des Myons, für den in (a) berechneten γ -Wert, wenn die Lebensdauer des Myons in Ruhe $\tau = 2,19703 \mu\text{s}$ ist.

Frohe Weihnachten und einen guten Rutsch!