

**Themenschwerpunkt B****Kern- und Teilchenphysik****Aufgabe 1: Exotische Atome (20 Punkte)**

1. Vor der Annihilation von Elektronen und Positronen sehr geringer Energie (gasförmige Phase) bilden diese zunächst ein gebundenes System, ein so genanntes Positronium. Dabei unterscheidet man Orthopositronium, bei dem sich die Spins von Elektron und Positron parallel einstellen, und Parapositronium mit antiparalleler Spineinstellung. Im zweiten Schritt erfolgt dann die Annihilation in Gamma-Quanten, wobei angenommen werden kann, dass sich das Positronium vor der Zerstrahlung in Ruhe befindet.
  - a) Berechnen Sie Bindungsenergie und Bahnradius des Positroniums im Grundzustand unter Verwendung der entsprechenden Größen des Wasserstoffatoms, d.h.  $W_H = 13,6 \text{ eV}$  bzw.  $r_H = 0,0529 \text{ nm}$ . (4 Punkte)
  - b) Welche Spins besitzen Elektron, Positron und Gamma-Quant? (3 Punkte)
  - c) Welche Erhaltungssätze müssen bei der „Zerstrahlung“ des Positroniums in Gamma-Quanten gelten? (3 Punkte)
  - d) Wie groß ist bei der Zerstrahlung von Parapositronium die *minimale* Zahl der entstehenden Gamma-Quanten? Begründung! Welche Richtungskorrelation besitzen bei diesem Prozess die beteiligten Gamma-Quanten? Begründung! Bestimmen Sie die Energien der Gamma-Quanten. (4 Punkte)
  - e) Warum ist der in d) definierte Zerfallsprozess bei Orthopositronium nicht möglich? (2 Punkte)
2. Im Jahr 1995 ist es erstmalig gelungen, Antiwasserstoffatome herzustellen und nachzuweisen.
  - a) Vergleichen Sie die Energieniveaus von Wasserstoff und Antiwasserstoff auf Grundlage des heutigen Kenntnisstands! Geben Sie eine kurze Begründung! (2 Punkte)
  - b) Welche Lebensdauer besitzt ein isoliertes Antiwasserstoffatom im Grundzustand? (2 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!