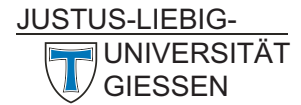




Übungen zur Experimentalphysik III  
Wintersemester 2010/2011



Institut für Atom- und Molekülphysik  
Leihgesterner Weg 217, 35392 Gießen

## Hausaufgabenblatt 6: 01.12.2010

### Aufgabe H6.1 (5 Punkte)

Berechnen Sie die Radien und Energien für die ersten beiden Bohrschen Bahnen im Positronium. Wie groß ist die Wellenlänge des Photons, das bei einem Übergang von  $n = 2$  nach  $n = 1$  emittiert wird?

*Hinweise:*

Positronium ist ein gebundenes System aus einem Elektron und einem Positron. Beide haben dieselbe Masse aber entgegengesetzte Ladung. Positronium ist also vergleichbar mit dem Wasserstoffatom, nur dass das schwere Proton durch das leichtere Positron ersetzt ist.

### Aufgabe H6.2 (5 Punkte)

Zeigen Sie, dass die Matrizen

$$\sigma_1 = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \sigma_2 = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \text{ und } \sigma_3 = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

die Vertauschungsrelationen  $[\sigma_j, \sigma_k] = i\hbar\epsilon_{jkl}\sigma_l$  und  $[\sigma^2, \sigma_j] = 0$  mit  $j, k, l = 1, 2, 3$  für den Drehimpuls erfüllen. Dabei ist

$$\epsilon_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{für eine gerade Permutation von } j, k, l \\ -1 & \text{für eine ungerade Permutation von } j, k, l \\ 0 & \text{für } j = k \end{cases}$$