

Vorbemerkung

Dies ist ein korrigierter Übungszettel aus dem Modul physik511.

Dieser Übungszettel wurde von einem Tutor korrigiert. *Dies bedeutet jedoch nicht, dass es sich um eine Musterlösung handelt. Weder ich, noch der Tutor implizieren, dass dieses Dokument keine Fehler enthält.*

Alle Übungszettel zu diesem Modul können auf http://martin-ueding.de/de/university/bsc_physics/physik511/ gefunden werden.

Sofern im Dokuments nichts anderes angegeben ist: Dieses Werk von Martin Ueding ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

[disclaimer]

12.5.15

Physik 511 Zettel 7

Martin Ueding

Tutor: Alexander Peisinger

Übung 1

Fall a

Ein Teilchen mit Spin s kann Magnetquantenzahlen $m_s = -s, -s+1, \dots, s-1, s$ annehmen. muss nicht unbedingt die Magnetquantenzahl sein.

Somit gibt es für m_s $2s+1$ Möglichkeiten.

Jetzt können die m_s beliebig kombiniert werden.

Also $(2s_1+1) \cdot (2s_2+1)$ Möglichkeiten.

Man kann jetzt noch andere Quantenzahlen wie das J bei L-S-Kopplung einführen und mit Dreh-Gordon-Koeffizienten transformieren.

Jedenfalls ergibt sich mit $s_1 = 3$ und $s_2 = 4$:

	3									
	2									
m_{s_1}	1									
	0									
	-1									
	-2									
	-3									
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4

Man kann jetzt die Zustände zählen und erhält $(2 \cdot 3 + 1) \cdot (2 \cdot 4 + 1) = 7 \cdot 9 = 63$.

Fall b

s_2	$1/2$					
	$-1/2$					
		-2	1	0	1	2

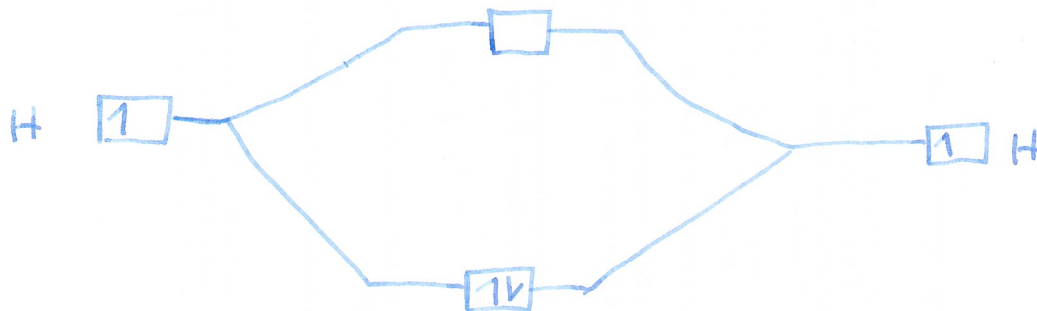
10 Zustände.
Allgemeine Formel gilt also auch für die Spezialfälle.

(11)

Übung 2

Teil a: Elektronen

Molekülorbitale für die Elektronen



Im Grundzustand, den wir ja aufgrund der Kälte haben, ist nur das eine σ -Molekülorbital (MO) besetzt. Das σ^* ist unbesetzt. Die Spins der Elektronen müssen antiparallel sein.

Also fragen sie keinen Bei. ✓

Teil b: Mögliche Zustände

Bei para-Wasserstoff ist $S=0$ und $L=0$. Es gibt nur einen Zustand.

Bei ortho-Wasserstoff ist $S=1$ und $L=0$, damit gilt $m_S = -1, 0, 1$ und es gibt 3 Zustände. Wenn $L > 0$ ist, ~~es~~ vervielfachen sich die Zustände um Faktor $2L+1$.

\Rightarrow 3 Zustände

(1/2)

Teil c

1 Zustand für para-Wasserstoff
3 Zustände für ortho-Wasserstoff

Daraus folgt:

25% para, 75% ortho-H₂. (1.5/2)

Übung 3

Ansatz: Lorentzkraft wirkt als Zentripetal-
kraft.

$$e v B = m r \omega^2 \quad \Leftrightarrow$$

$$e r \omega B = m r \omega^2 \quad \Leftrightarrow$$

$$\frac{B}{\omega} = \frac{m}{e} \quad \Leftrightarrow$$

$$\frac{\omega}{B} = \frac{e}{m}$$

(2/2)

Übung 4

Teil a: Umschreiben und Einsetzen

$$\frac{E'}{E} = \left(1 + \frac{E}{M c^2} \cos \alpha\right)^{-1}$$

Für M setze ich wohl die Masse des Ziels ein. Bei Kohlenstoff ist dies vielleicht genau $12u$, also $\approx 178 \text{ MeV}/c^2$.

$$1 + \frac{100}{1178} \cdot \underbrace{\cos(45^\circ)}_{1/\sqrt{2}}$$

$$= 1,00633$$

$$\Rightarrow \frac{E'}{E} = 0,993714$$

Bei 10 GeV erhalte ich $\frac{E'}{E} = 0,612524$.

3/3

Teil b: Nochmals einsetzen

Jetzt setze ich das errechnete E'/E in den Mott-Wirkungsquerschnitt ein. Dann noch Z, α, \hbar, c und E sowie ν .

~~Für 30° erhalte ich $4,55 \cdot 10^{44} \frac{s^4}{\text{kg}^2 \text{m}^2}$. Das ist aber ein Problem, da die Einheit m^2/sr sein sollte (oder m^2).~~

$$30^\circ: 3,9 \cdot 10^{-31} \text{ m}^2/\text{sr} \quad \checkmark$$

$$60^\circ: 2,2 \cdot 10^{-32} \text{ m}^2/\text{sr} \quad \checkmark$$

$$90^\circ: 3,8 \cdot 10^{-33} \text{ m}^2/\text{sr} \quad \checkmark$$

Die Dichte N_{sc} in $\frac{1}{\text{cm}^2}$ mit $n = \frac{1 \mu\text{A}}{e}$, der Teilchenanzahl pro Zeiteinheit und $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ ergibt die Gesuchte Streurate.

$$1 \mu\text{A} / e \text{ ist } 6,24 \cdot 10^{12} \frac{1}{\text{s}}. \text{ Mal } N_{sc} \text{ ergibt sich } 1,87 \cdot 10^{41} \frac{1}{\text{m}^2 \text{s}}. \quad \checkmark$$

Multipliziert mit den Wirkungsquerschnitten
erhalte ich:

$$90^\circ: 7,03 \cdot 10^8 \frac{1}{s} = 21,58 \cdot 10^{10} / \text{Ae}$$

$$60^\circ: 4,22 \cdot 10^9 \frac{1}{s} = 0,4165 \cdot 10^{10} / \text{Ae}$$

$$30^\circ: 7,31 \cdot 10^{10} \frac{1}{s} = 0,0697 \cdot 10^{10} / \text{Ae}$$

Jgendoo versteckt
sich noch ein Fehler.

Wert von $\left(\frac{Z a k c}{2 E} \right)^2 ?$

(3,4)