

Physik IV – Atome und Moleküle

Sommer 2005, Prof. Wim de Boer, Universität Karlsruhe

Aufgabenblatt 5; Übung am 17. Mai (Dienstag)

1. Spektroskopische Vorbemerkungen:

- (a) Warum werden Wellenlängenangaben λ generell auf das Vakuum bezogen?
- (b) Warum ist die Frequenzangabe eindeutiger als die Wellenlängenangabe?
- (c) Wie ist die Wellenzahl definiert? Ist sie mediumunabhängig? Ist sie proportional zur Energie?

2. Termschema, Lichtemission, Stöße bei einem hypothetischem Einelektronenatom (nicht Wasserstoff)

n	1	2	3	4	5	∞
$E_n(eV)$	-15.6	-5.3	-3.1	-1.4	-0.8	0

Bei c) und d) befindet sich das Atom im Grundzustand!

- (a) Wie groß ist die Ionisierungsenergie des Atoms?
 - (b) Welche Wellenlänge hat ein Photon, das beim Übergang von $n = 3$ nach $n = 1$ emittiert wird?
 - (c) Welche kinetische Energie E_{kin} hat ein freies Elektron mit der Anfangsenergie von $6eV$ nach einem Stoß mit diesem Atom?
 - (d) Wie groß sind die möglichen Werte von E_{kin} bei einer Anfangsenergie von $12eV$ des freien Elektrons?
3. Isolierte Atome können nur ganz scharfe Spektrallinien absorbieren! Warum wird aber ein Photon mit etwas höherer Energie nicht auch absorbiert, wobei das Atom den Energieüberschuss als kinetische Energie aufnimmt?
4. Absorptions-Balmerlinien sind ziemlich schwer zu erzeugen. Warum? Unter welchen Bedingungen gelingt das doch?

5. Man normiere das Wellenpaket

$$\psi(x, t) = N \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{k^2}{2(\Delta k)^2}} e^{i(kx - \omega(k)t)} dk$$

für $t=0$. Berechnen sie $\psi(x, t)$ für ein freies Teilchen der Masse m für $t > 0$. (Als Zwischenergebnis gilt: $\Psi(x, t = 0) = N\sqrt{2\pi}\Delta k e^{-x^2/2\Delta k^2}$. Bleibt die Normierung für $t > 0$ erhalten? Untersuchen Sie an Hand der Aufenthaltswahrscheinlichkeit, ob das Wellenpaket auseinanderfließt. Welche Bedeutung hat $e^{-k^2/2(\Delta k)^2}$?

Hinweis: Verwenden Sie die Relation

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a\xi^2 - b\xi} d\xi = e^{b^2/(4a)} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a(\xi + b/(2a))^2} d\xi \quad (\text{quadratische Ergänzung!}).$$

Matrix: $1/2a + b/2c + d/3/4/5$ (5 zählt doppelt)