

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Vorbetrachtung	3
2	Beschreibung der physikalisch-chemischen Modelle	3
2.1	Modelle der Quantenmechanik	3
2.1.1	Das Elektron	3
2.1.2	Das Proton	4
2.1.3	Das Neutron	4
2.1.4	Das Photon	4
2.2	Orbitalmodell und erweitertes Orbitalmodell	4
2.2.1	Orbitalmodell	4
2.2.2	Erweitertes Orbitalmodell	4
2.3	Photon-Elektron-Reaktion(Photoeffekt)	5
2.4	Compton-Effekt	6
2.5	Paarbildung	6
3	Mathematischer Beweis	6
4	Schlussbetrachtung	6

1 Einleitung und Vorbetrachtung

Glas also SiO_2 ist einer der wenigen Feststoffe die für sichtbares Licht durchlässig sind. Diese Facharbeit möchte rechnerisch aufzeigen, warum Glas das sichtbare Licht durchlässt. Stoffe sind undurchlässig für Licht und andere elektromagnetische Wellen, wenn sie Elektronen haben, die mit diesen reagieren könnten. Zur Betrachtung dieses Umstandes müssen drei Effekte betrachtet werden[3].

2 Beschreibung der physikalisch-chemischen Modelle

Im folgenden sollen die Modelle beschrieben werden die zur Erklärung des in der Einleitung beschriebenen Effekts notwendig sind.

2.1 Modelle der Quantenmechanik

In der Quantenmechanik wird angenommen, dass alle Elementarteilchen sowohl Teilchen- als auch Wellencharakter haben. Außerdem haben auch die bis dahin nur als Feld beschriebenen Effekte Teilchencharakter zum Beispiel das elektromagnetische Feld das durch Photonen übertragen wird. Für diese Arbeit ist allerdings nur ein Teil der Quanten relevant dies sind:

Teilchen	Eigenschaften
Elektron(e^-)	Masse: $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
	Ladung: $-e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Proton(p^+)	Masse: $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	Ladung: $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ kg}$
Neutron(N)	Masse: $m_N = 1,674 \cdot 10^{-27} \text{ C}$
	Ladung: 0
Photon(λ)	Masse: 0
	Ladung: 0

Tabelle 2.1: Die zur Betrachtung notwendigen Teilchen[4, S. 433]

2.1.1 Das Elektron

Das Elektron ist das kleinste und leichteste der Elementarteilchen. Es ist negativ mit einer Elementarladung(e) geladen und besitzt die Masse(m_e). In den meisten Fällen wird ein elektrischer Strom durch Elektronen übertragen. Elektronen bilden zusammen mit den Protonen und den Neutronen Atome. Wobei die Elektronen die Atomschale bilden.

2.1.2 Das Proton

Das Proton selbst ist kein Quantum sondern besteht aus drei kleineren, diese sind allerdings nicht alleine beobachtbar. Es hat eine positive Elementarladung(e) und eine wesentlich größere Masse(m_p) als das Elektron. Es bildet zusammen mit den Neutronen den Atomkern.

2.1.3 Das Neutron

Das Neutron ist wie das Proton kein Quantum sondern besteht auch aus drei kleineren Quanten. Es hat eine noch größere Masse(m_N) als das Proton, ist allerdings nicht geladen.

2.1.4 Das Photon

Das Photon ist ein Wirkungsquantum und besitzt als solches weder Masse noch eine Ladung. Das Photon übermittelt als Wirkungsquantum das elektromagnetische Feld. Die Energie des Photons ergibt sich aus:

$$E = hf \quad \text{mit} \quad h = 6,626069 \cdot 10^{-34} Js$$

Abbildung 2.1: Die Energie eines Photons[4, S. 421]

2.2 Orbitalmodell und erweitertes Orbitalmodell

Das Bohrsche Atommodell beschreibt ein Atom ähnlich unserem Sonnensystem. Dabei steht der Atomkern im Zentrum und wird von den Elektronen umkreist. Im Kern befinden sich die Protonen und die Neutronen. Zur Kategorisierung von Atomen wird die Anzahl der Protonen im Kern verwendet diese entspricht bei einem neutralen Atom auch der Anzahl der Elektronen. Die Elektronen umkreisen den Atomkern dabei auf bestimmten Bahnen auch Hauptenergieniveaus(n) genannt[5].

2.2.1 Orbitalmodell

Im Orbitalmodell gibt es innerhalb der Hauptenergieniveaus Unterniveaus(l) die sich auch energetisch von einander unterscheiden. Die Unterniveaus wiederum bestehen aus energetisch gleichen aber räumlich unterschiedlichen Orbitalen. Diese wiederum können je zwei Elektronen enthalten, mit den Spinquantenzahlen(s) $+\frac{1}{2}$ und $-\frac{1}{2}$ [5].

Es sind fünf Unterenergieniveaus bekannt dies sind in der Reihenfolge ihrer l -Werte s, p, d, f und g wobei s den l -Wert 0 hat und dieser immer um eins zunimmt.

2.2.2 Erweitertes Orbitalmodell

Unter bestimmten Umständen kommt es dazu, dass ein Atom, das eigentlich eine geringe Bindigkeit hat, eine höhere Bindigkeit hat, da diese energetisch günstiger ist. Zum Beispiel Methan(CH_4) wo das eigentlich zweibindige Kohlenstoff vierbindig ist. Dies lässt sich am besten dadurch erklären dass, der Kohlenstoff seine 2s und 2p Orbital hybridisiert.

Bei der Hybridisierung werden Orbitale die energetisch und räumlich ungleichartig sind zu energetisch

Hauptenergieniveau	Untereenergieniveau	Anzahl der Orbitale	Position im Energieniveauschema
1	s	1	1
2	s	1	2
	p	3	3
3	s	1	4
	p	3	5
	d	5	7
4	s	1	6
	p	3	8
	d	5	10
	f	7	13

Tabelle 2.2: Aufgliederung der ersten vier Hauptenergieniveaus [1, Umschlag]

und räumlich gleichartigen Hybridorbitalen. Dazu wird zuerst ein Elektron aus einem vollen Orbital in ein leeres höher energetisches Orbital verschoben. Dann werden diese energetisch und räumlich angeglichen. Dabei entstehen Hybridorbitale die insgesamt energetisch und räumlich den Ausgangsorbitalen entsprechen[2, S. 100ff]. Das Energieniveau eines Orbitals ergibt sich aus:

$$E_n = -\frac{e^4 m_e}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{Z^2}{n^2} = -13,6 \frac{Z^2}{n^2} eV$$

Abbildung 2.2: Die Berechnung eines Energieniveaus[4, S.439]

Dabei ist Z die Kernladungszahl und n die Hauptquantenzahl. Dabei gibt es innerhalb dieser Hauptenergieniveaus noch energetisch und räumlich geringfügig unterschiedliche Untereenergieniveaus. Die Energiedifferenz zwischen dem Hauptenergieniveau und dem Untereenergieniveau so gering das sie im Rahmen dieser Arbeit vernachlässigt werden kann.

2.3 Photon-Elektron-Reaktion(Photoeffekt)

Der Photoeffekt oder auch lichtelektrischer Effekt beschreibt die Aufnahme eines Photons durch ein Elektron wobei dieses die Energie des Photons aufnimmt.[4] Dabei wird das Elektron beschleunigt da der Energieerhaltungssatz($E_{in} = E_{out}$) erfüllt werden muss.

Photonen reagieren allerdings nur mit einem gebundenen Elektron, wenn sie dieses entweder in ein höheres Energieniveau oder ganz aus dem Atom heben können. Dies schränkt die Interaktionen von Photonen mit Materie in dieser Weise extrem ein. Um ein Elektron aus einem Atom zu lösen muss die Differenz zwischen E_{∞} und E_n .

$$E_{\infty} = \lim_{n \rightarrow \infty} -13,6 \frac{Z^2}{n^2} eV = 0 eV$$

Abbildung 2.3: Berechnung des Energieniveaus für ungebundene Elektronen[4, S. 439]

2.4 Compton-Effekt

Der Compton-Effekt ist ähnlich des Photoeffekts eine Reaktion von Photonen mit Elektronen wobei hier nur ein Teil der Energie des Photons vom Elektron aufgenommen wird. Daraus ergibt sich aber auch die größte Einschränkung dieses Modells, es trifft meist nur auf sehr kurzwellige Strahlung wie Ultraviolettstrahlung zu[4], da das Photon das Elektron zumindest um ein Energieniveau anheben muss und danach noch Energie in Form eines Photons emittiert werden kann.

2.5 Paarbildung

Bei der Paarbildung entsteht aus einem Photon in der Nähe eines Atomkerns ein Elektron-Positron(Anti-Elektron)-Paar. Hierbei wird die Energie des Photons an das Atom abgegeben.

3 Mathematischer Beweis

4 Schlussbetrachtung

Anhang

Tabellenverzeichnis

2.1 Die zur Betrachtung notwendigen Teilchen[4, S. 433]	3
2.2 Aufgliederung der ersten vier Hauptenergieniveaus [1, Umschlag]	5

Abbildungsverzeichnis

2.1 Die Energie eines Photons[4, S. 421]	4
2.2 Die Berechnung eines Energieniveaus[4, S.439]	5
2.3 Berechnung des Energieniveaus für ungebundene Elektronen[4, S. 439]	6

Quellen

- [1] Autorenkollektiv. *Formeln und Tabellen*. DUDEN PATEC Schulbuchverlag, Berlin, Mannheim, 2014.
- [2] Prof. em. Dr. Erwin Riedel. *Allgemeine und Anorganische Chemie*. Walter de Gruyter, Berlin, NewYork, 2008.
- [3] Michael Ralph Pape. elektromagnetische wechselwirkung von photonen und elektronen mit materie. Website. Online erhältlich unter <http://fam-pape.de/raw/ralph/studium/teilchenphysik/> ; abgerufen am 13.Oktober 2015.
- [4] Prof. Dr. sc. nat. Dr.-Ing. Heribert Stroppe Dr. rer. nat. Heinz Langer Dr. rer. nat. habil. Peter Streitenberger Dr. rer. nat. Eckard Specht. *Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften*. Fachbuchverlag Leipzig, 2008.
- [5] TODO; vorm Drucken einfügen. Mitschriften im fach chemie.