

0.1 131. Hausaufgabe

0.1.1 Exzerpt von B. S. 428: Entstehung der charakteristischen Röntgenstrahlung

Die Entstehung der charakteristischen Röntgenstrahlung modelliert man durch die Vorstellung, das an der Anode antreffende Elektronium ionisiere Anodenatome. Nach der Ionisation rücken Elektronen eines ionisierten Atoms auf; sie springen in eine tiefer gelegene Schale, wobei sie Energie in Form von Röntgenphotonen emittieren.

Die Wellenlängen der charakteristischen Peaks ergibt sich durch die Beziehung

$$\Delta E = hf = hc/\lambda = 13,6 \cdot (Z^*)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right);$$

Z^* ist dabei die „effektive“ Kernladungszahl. Aus Gründen, die mir nicht klar sind, gilt näherungsweise $Z^* = Z - 1$.

0.1.2 Exzerpt von B. S. 429: Absorption von Röntgenstrahlung

Röntgenphotonen können, wie Photonen anderer Wellenlänge auch, Atome anregen.

Besonders starke Absorption findet dann statt, wenn die Photonenenergie zur Anregung oder Ionisation ausreicht. Die Fähigkeit, Atome ionisieren zu können, scheint eine besondere Fähigkeit von Röntgenphotonen zu sein; die Energie von Photonen des sichtbaren Lichts genügt wohl nicht.

0.1.3 Fragen

- Wie konnte der Metzler in 428.1 die charakteristische Strahlung herausrechnen?
- Wieso sind die λ - und ϑ -Achsenmarkierungen äquidistant in 428.1 eingezeichnet, obwohl λ ja nicht zu ϑ proportional ist, sondern zu $\sin \vartheta$?

(Alternativ müssten zwei, leicht verzerrte, Graphen eingezeichnet werden; das ist aber nicht der Fall.)

- Wieso ist die Konstante im Term für ΔE 13,6 eV, also die Ionisierungsenergie des Wasserstoffs, obwohl die Anode im Beispiel des Metzlers aus Kupfer besteht?
- Wieso gilt näherungsweise $Z^* = Z - 1$? Wieso führt man das Konzept einer „effektiven“ Kernladungszahl ein?
[Man begreift den Kern als eine einzige „fette“ Ladung: All die anderen Elektronen außer dem betrachteten „ziehen“ jeweils eine positive Ladung vom Kern „ab“.]
- Sind die charakteristischen Peaks scharf?
- Ist es wirklich so, dass charakteristische Photonen nur dann ausgesendet werden, wenn zuvor ein Elektron das Atom verlässt, also das Atom ionisiert wurde? Wäre es nicht auch denkbar, dass ein Elektron einfach nur auf eine (sehr) hohe Stufe angeregt wird, dort „kurz“ verweilt, währenddessen ein anderes Elektron aufrückt und ein Röntgenphoton emittiert?
- Wieso können Anregungen nur in nicht-besetzte Zustände erfolgen (Pauli-Prinzip)? Ist es nicht denkbar, dass ein aufrückendes Elektron ein anderes Elektron „verdrängt“? Oder sich kurzzeitig mehrere Elektronen auf einer Schale aufhalten?
- Ist es richtig, dass man deswegen als Absorptionsmaterial ein Pulver nutzt, damit die Strahlung innerhalb des Pulvers (sehr) oft reflektiert wird, damit überhaupt eine messbare Absorption auftritt?
- Wieso kann man im Beispiel des Metzlers von S. 429 voraussetzen, dass Zustände ab $n = 4$ nicht besetzt sind, obwohl man möglicherweise ja ein potenziell unbekanntes Material bestimmen will?
- In welche Achsenrichtung (positive oder negative λ -Richtung) ist das Abfallen der Absorption gemeint?

(Benötigte Zeit: 71 min)