

1. Induktiv und deduktiv

Mit der induktiven Methode fand Balmer die Formel für eine Serie des Linienspektrums des atomaren Wasserstoffs. Bohr leitete mit der deduktiven Methode die Energiewerte her, die das Elektron im Wasserstoffatom annehmen kann.

- Erläutern Sie anhand der genannten Beispiele das Prinzip der induktiven und der deduktiven Methode.
- Zeigen Sie, dass man aus der allgemeinen Serienformel für das Wasserstoffspektrum die Gleichung für die möglichen Energiewerte des Elektrons im Wasserstoffatom gewinnen kann.
- Leiten Sie unter Verwendung der allgemeinen Serienformel die Grenzwellenlängen der Serien des Wasserstoffspektrums her. Berechnen Sie die zur kurzwelligsten Seriengrenze gehörige Photonenergie. Welche andere Deutung läßt dieser Energiebetrag auf Grund der Bohrschen Theorie zu?

2. Potential im H-Atom

Legt man den Bezugspunkt für das elektrische Potential ins „Unendliche“, so besitzt das Elektron im Wasserstoffatom auf der n-ten Quantenbahn die Energie

$$E_n = -\frac{e^4 m}{8 \epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

- Das Elektron eines H-Atoms befinde sich auf der n-ten Quantenbahn. Geben Sie allgemein die dann zur Ionisierung des H-Atoms nötige Mindestenergie $E_{\text{ion}}(n)$ an. (Begründung)
- Wie ist der Bezugspunkt des Potentials zu wählen, dass die Gesamtenergie auf der 1. Quantenbahn 0 wird?
- Leiten Sie aus der Beziehung für E_n die allgemeine Serienformel für das Emissionsspektrum des H-Atoms her.
- Zeichnen Sie das Energieniveauschema des H-Atoms für die fünf niedrigsten Energiestufen. (1eV entspricht 1cm, die potentielle Energie im „Unendlichen“ soll 0 sein)
- Kennzeichnen Sie in der Zeichnung (so weit möglich), die Emissionslinien der einzelnen Serien.

3. Im Bohrschen Modell des Wasserstoffs ist die Bindungsenergie des Elektrons auf der n-ten Quantenbahn

gegeben durch $E_n = R_h h \frac{c}{n^2}$

- Erläutern Sie die Begriffe „Bindungsenergie“ und „Quantenbahn“ aus der Sicht dieser Modellvorstellung.
- Wird ein freies Elektron (Bindungsenergie 0eV) von einem ruhenden Proton gebunden, so wird z.B. ein Lichtquant der Energie 3,38eV frei werden. Berechnen Sie die Wellenlänge der nach diesem Einfang noch zu erwartenden Spektrallinie und erläutern Sie das Zustandekommen der beiden Photonen aus der Modellvorstellung.
- Zeigen Sie durch Abschätzung dass es nur eine Serie des Wasserstoffs gibt, deren Linien im sichtbaren Bereich ($400\text{nm} < \lambda < 800\text{nm}$) liegen.
- Die langwelligste Linie dieser Serie hat die Wellenlänge $\lambda = 656\text{nm}$. Um sie beobachten zu können blickt man durch ein Gitter mit einer kleinen Gitterkonstante auf die Leuchterscheinung in der Kapillare einer Wasserstoffentladungsröhre. Man beobachtet dann unter dem Winkel 22° ein virtuelles Bild (1.Ordnung) in der Farbe der langwelligsten Linie. Welche Gitterkonstante hat das Gitter und unter welchem Winkel beobachtet man die nächste Linie dieser Serie?

Viel Erfolg! roro