

Spektrum von Wasserstoff

- Ein Wasserstoffatom wird so angeregt, dass sich das Elektron auf der Bahn $n=7$ befindet. Durch einen Quantensprung auf das Energieniveau $m=4$ mit $E_4=-0,85\text{eV}$ sendet es Strahlung aus.
 - Berechnen Sie mit Hilfe der Serienformel die emittierte Frequenz und Wellenlänge der Strahlung.
 - Bestimmen Sie aus dem Ergebnis die Energie E_7 den Niveaus $n=7$.
 - Mit welchem Energiebetrag musste das Atom zu Beginn in den angeregten Zustand versetzt werden?
- Berechnen Sie die kleinste und größte Frequenz, die ein Quantensprung der BALMER-Serie emittieren kann.
 - Geben Sie zu den Frequenzen die Wellenlängen an. In welchem spektralen Bereich liegen sie?
 - Bestimmen Sie alle Wellenlängen der sichtbaren Linien dieser Serie.
- Welche größten und kleinsten Frequenzen bzw. Wellenlängen ergeben sich für die
 - Lymanserie ($n=1$)
 - Paschenserie ($n=3$)?
 - Ordnen Sie die Ergebnisse in das elektromagnetische Spektrum ein.
- Wasserstoffgas befindet sich in einem energetisch angeregten Zustand. Die spektrale Untersuchung ergab eine kleinste nachgewiesene Wellenlänge von $\lambda=95\text{nm}$.
 - Welchem Quantensprung entspricht diese Wellenlänge?
 - Berechnen Sie die Energie des Ausgangsniveaus.
 - Wie viele Spektrallinien kann dieses Gas aus diesem energetischen Ausgangszustand maximal erzeugen?
- In der stellaren Radioastronomie findet man Wasserstofflinien beim Übergang von $m=167$ nach $n=166$.
 - Welche Wellenlänge hat diese Strahlung?
 - Weshalb erzeugt Wasserstoffgas unter hohen Druck und hoher Temperatur ein kontinuierliches Spektrum?

Lösungen:

- $n=7; m=4$ $f = R_y \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) = R_y \cdot \left(\frac{1}{7^2} - \frac{1}{4^2}\right) = -1,38 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ $\lambda = 2,17 \cdot 10^{-6}\text{m}$
 - $\Delta E = h \cdot f = -9,14 \cdot 10^{-20}\text{J} = 0,57\text{eV}$ $E_7 = E_4 + |\Delta E| = -0,28\text{eV}$
 - Anregung mit $\Delta E_{1,7} = E_7 - E_1 = -0,28\text{eV} - (-13,6\text{eV}) = +13,32\text{eV}$ (zugeführte Energie)
- BALMER-Serie – Zielniveau $n=2$
 kleinste Frequenz: $3 \rightarrow 2$: $f_{3,2} = 4,57 \cdot 10^{14}\text{Hz}$
 größte Frequenz: $\infty \rightarrow 2$: $f_{\infty,2} = 8,22 \cdot 10^{14}\text{Hz}$
 - $\lambda_{3,2} = 656\text{nm}$ rot – sichtbar $\lambda_{\infty,2} = 364\text{nm}$ UV
 - | | | | |
|---------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| $4 \rightarrow 2$: | $f_{4,2} = 6,17 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ | $\lambda = 486\text{nm}$ | blaugrün |
| $5 \rightarrow 2$: | $f_{5,2} = 6,91 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ | $\lambda = 434\text{nm}$ | blau |
| $6 \rightarrow 2$: | $f_{6,2} = 7,31 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ | $\lambda = 410\text{nm}$ | violett |
| $7 \rightarrow 2$: | $f_{7,2} = 7,55 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ | $\lambda = 397\text{nm}$ | violett |
| $8 \rightarrow 2$: | $f_{8,2} = 7,71 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ | $\lambda = 389\text{nm}$ | UV (nicht mehr sichtbar) |
- | | | | | |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| kleinste Frequenz: | $2 \rightarrow 1$ | $f = 2,47 \cdot 10^{15}\text{Hz}$ | $\lambda = 121\text{nm}$ | |
| größte Frequenz: | $\infty \rightarrow 1$ | $f = 3,29 \cdot 10^{15}\text{Hz}$ | $\lambda = 91\text{nm}$ | alle UV ! |
 - | | | | | |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------|
| kleinste Frequenz: | $4 \rightarrow 3$ | $f = 1,6 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ | $\lambda = 1875\text{nm}$ | |
| größte Frequenz: | $\infty \rightarrow 1$ | $f = 3,65 \cdot 10^{15}\text{Hz}$ | $\lambda = 820\text{nm}$ | alle IR |
- Da Wellenlänge im UV-Bereich liegt muss das Zielniveau $n=1$ sein (Lyman-Serie)
 $\lambda = 95\text{nm}$ $f = 3,156 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ Serienformel ... : $n = 5$
 - $E_5 = \frac{E_1}{25} = 0,544\text{eV}$
 - Das Gas besteht aus sehr vielen Atomen mit unterschiedlichen möglichen Quantensprüngen:

$5 \rightarrow 4, 5 \rightarrow 3, 5 \rightarrow 2, 5 \rightarrow 1$:	4 Quantensprünge
$4 \rightarrow 3, 4 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 1$:	3 Quantensprünge
$3 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 1$:	2 Quantensprünge
$2 \rightarrow 1$:	1 Quantensprung

 insgesamt 10 verschiedene Frequenzen
- $f = 1,4 \cdot 10^9\text{Hz}$ $\lambda = 0,21\text{m}$
 - Sprünge ungebundener Elektronen mit beliebigen Energiewerten auf ein Zielniveau