

Atomphysik

SE+ MED
4. Semester

Werner Backfrieder

Backfrieder-Hagenberg

Plancksches Wirkungsquantum

- Strahlung schwarzer Körper
 - Strahlungsgesetz
- Energiegehalt der Strahlung

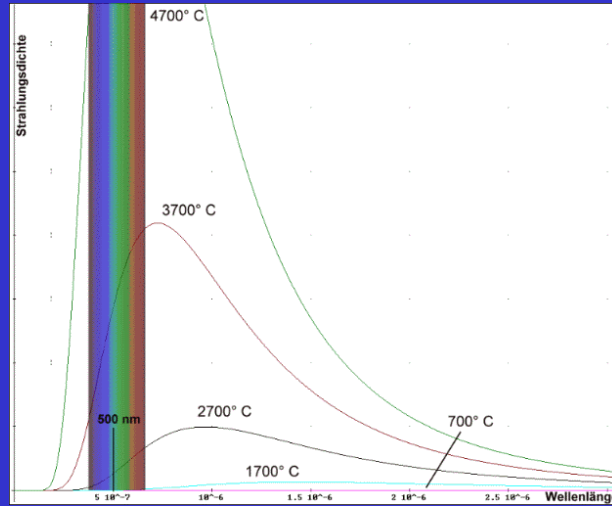
$$E = h\nu$$

$$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{Js}$$

Nobelpreis 1918

Backfrieder-Hagenberg

Strahlung eines schwarzen Körpers



Backfrieder-Hagenberg

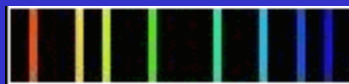
Spektren



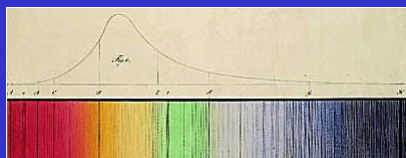
Kontinuierliches
Sonnenspektrum



Beobachtetes Spektrum
auf der Erde (Absorption)



Diskretes
Emissionsspektrum



Von Fraunhofer
gezeichnetes Sonnen-
spektrum

Backfrieder-Hagenberg

Absorptionsspektrum

- Gewisse Wellenlängen werden absorbiert
- Wellenlänge entspricht Energie
 $c = v\lambda$, $E = hv = hc/\lambda$
- Absorbierte Wellenlänge hängt von chemischem Element ab
 - Gaschromatographie (Alkomat)
 - Flammenfärbung mit Cu, NaCl, Sn

Backfrieder-Hagenberg

Rutherford'sches Streuexperiment (1911)

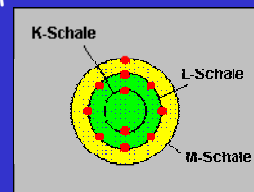
- Ernest Rutherford beschöß Goldfolie mit α -Teilchen
- Resultat: Großteil der Teilchen dringen ungehindert durch, einige werden abgelenkt
- **Schlußfolgerung:**
 - Masse des Atoms im positiv geladenem Kern
 - negative Elektronen kreisen weit entfernt in der Hülle



Backfrieder-Hagenberg

Bohrsches Atommodell (1913)

- Modell für H-Atom
- Elektron umkreist Proton im Kern
- Bohrsche Postulate
 - Elektronen nur auf gewissen Bahnen (strahlungsfrei) $L=n \cdot h / (2\pi)$
 - Elektronen wechseln zwischen Bahnen und geben Energie in Form von Strahlung ab $h\nu = E_1 - E_2$



Backfrieder-Hagenberg

Atommodell nach Bohr (z.B. Natrium)

Mechanische Grundlagen

Kraft = Masse * Beschleunigung

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

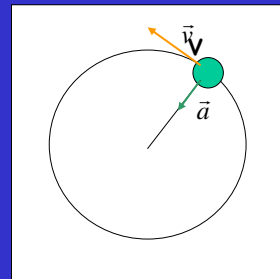
$$\vec{a} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \frac{\partial^2 \vec{s}}{\partial t^2}$$

Beispiel: Zentripetalkraft

$$\vec{s} = \begin{pmatrix} r \cdot \cos(\omega t) \\ r \cdot \sin(\omega t) \end{pmatrix}$$

$$F = m r \omega^2$$

$$\vec{a} = r \omega^2 \begin{pmatrix} \cos(\omega t) \\ \sin(\omega t) \end{pmatrix}$$



Backfrieder-Hagenberg

Bohrscher Radius

$$m\omega^2 r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2}$$

Zentrifugalkraft=
Coulombsche Kraft

$$L = mvr = n\hbar$$

Quantisierter
Bahndrehimpuls

$$r_n = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2} n^2$$

Diskrete Bahnabstände
Bohrscher Radius:
 $n=1$, $r=5.29 \cdot 10^{-10}$ m

Backfrieder-Hagenberg

Energie

- Energiedifferenz zwischen zwei Schalen entspricht abgestrahlter Energie

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$\text{Energie} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$$

$$E = \int_{s_1}^{s_2} \vec{F} d\vec{s} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\Delta E = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

$n_1 > n_2$ Term positiv Energie wird abgestrahlt
 $n_2 < n_1$ Energie wird absorbiert, Elektron wird in angeregten Zustand überführt

Backfrieder-Hagenberg

Physik der Röntgenstrahlung

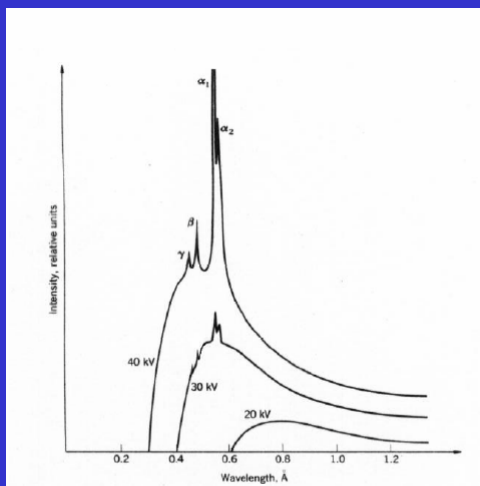
- C.W. Röntgen entdeckt 1895 x-Strahlen, Würzburg, Experimente mit Kathodenstrahlröhre
- Beginn der modernen Physik
- Elektron durch Spannung beschleunigt
 - Energie: $E=Ue$
- Elektronen an Anode abgebremst
- Energie umgewandelt in Strahlung
 - Bremsstrahlung
 - Minimale Wellenlänge
 - Medizin $E < 140 \text{ keV}$ ($U = ?$, $\lambda = ?$)



$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{Ue}$$

Backfrieder-Hagenberg

Röntgenspektrum



- Spektren mit verschiedener Beschleunigungsspannung
- Charakteristische Linien überlagern Bremsspektren
- Minimale Wellenlänge sinkt mit steigender Energie

Backfrieder-Hagenberg

Charakteristische Strahlung

- Hüllenelektronen werden von ankommenden Elektronen aus der Bahn geschleudert
- Bremsstrahlung regt Atomhülle an
 - Innere Elektronen werden auf höhere Schalen gehoben
- Bei Rückkehr in Grundzustand wird Quant mit charakteristischer Energie abgestrahlt

[Link zu Animation](#)

Backfrieder-Hagenberg