

# Atomphysik

SE+ MED  
4. Semester

Werner Backfrieder

Backfrieder-Hagenberg

## Plancksches Wirkungsquantum

- Strahlung schwarzer Körper
  - Strahlungsgesetz
- Energiegehalt der Strahlung

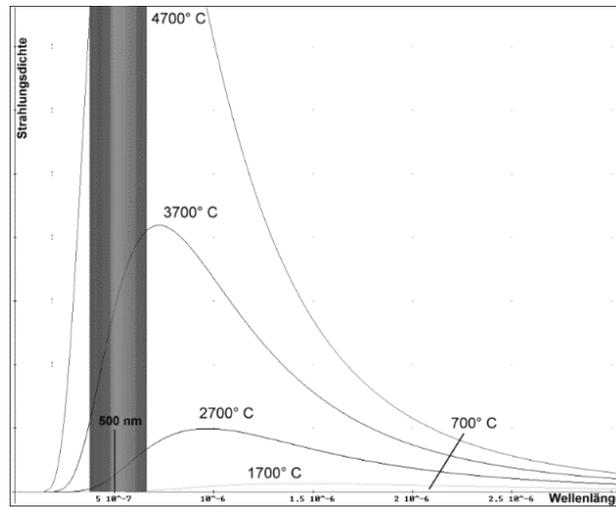
$$E = h\nu$$

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

Nobelpreis 1918

Backfrieder-Hagenberg

## Strahlung eines schwarzen Körpers



Backfrieder-Hagenberg

## Spektren



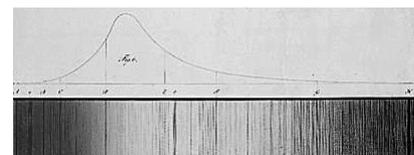
Kontinuierliches  
Sonnenspektrum



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)

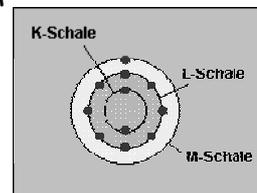
- Ernest Rutherford beschöß Goldfolie mit  $\alpha$ -Teilchen
- Resultat: Großteil der Teilchen dringen ungehindert durch, einige werden abgelenkt
- Schlußfolgerung:
  - Masse des Atoms im positiv geladenem Kern
  - negative Elektronen kreisen weit entfernt in der Hülle



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

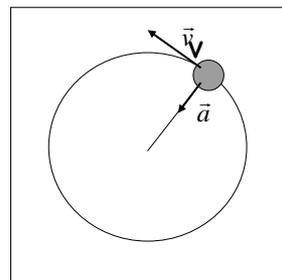
Kraft=Masse\*Beschleunigung

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad \vec{a} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \frac{\partial^2 \vec{s}}{\partial t^2}$$

Beispiel: Zentripedalkraft

$$\vec{s} = \begin{pmatrix} r \cdot \cos(\omega t) \\ r \cdot \sin(\omega t) \end{pmatrix} \quad F = mr\omega^2$$

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



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\*10<sup>-10</sup> 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

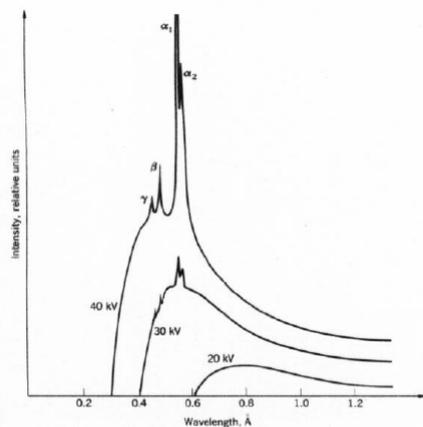
- C.W. Röntgen entdeckt 1895 x-Strahlen, Würzburg, Experimente mit Kathodenstrahlröhre
- Beginn der modernen Physik
- Elektron durch Spannung beschleunigt
  - Energie:  $E=Ue$
- Elektronen an Anode abgebremst
- Energie umgewandelt in Strahlung
  - Bremsstrahlung
  - Minimale Wellenlänge
  - Medizin 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



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

Backfrieder-Hagenberg

## Röntgenspektrum



- Spektren mit verschiedener Beschleunigungsspannung
- Charakteristische Linien überlagern Bremspektren
- 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