

Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau und Elektronenstruktur der Atome

Inhalte

Atombau, Elementarteilchen, klass. Versuche zur Masse- und Ladungsbestimmung, räumliche Struktur des Atoms, Atomsymbolik, Moseley-Gesetz, Massendefekt,

Grundbegriffe elektromagnetischer Strahlung, Welle-Teilchen-Dualismus, Atomspektroskopie, Balmerreihe, Rydberg-Beziehung, Bohrsches Atommodell: Ansatz und Lösungen, Wellencharakter des Elektrons, Heisenbergsche Unschärferelation,

Die folgenden Folien haben in der Vorlesung zur Veranschaulichung ausgewählter Fakten gedient, sie stellen keine umfassende Darstellung der betreffenden Themen dar.

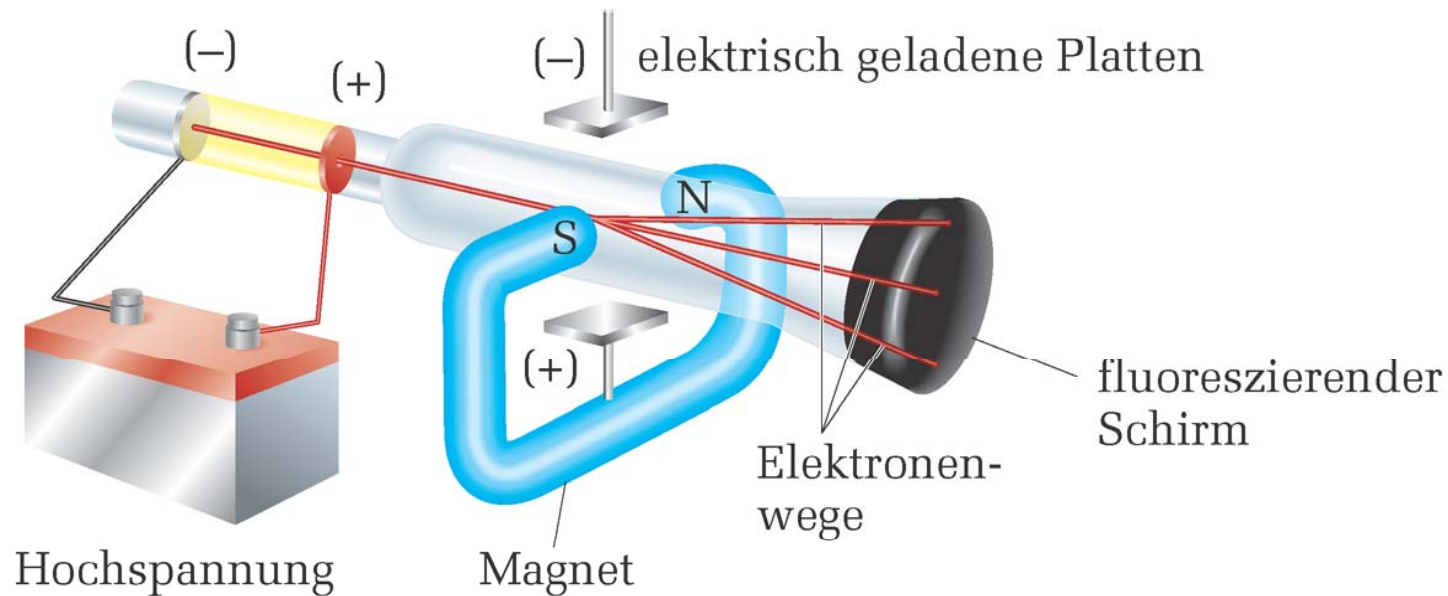
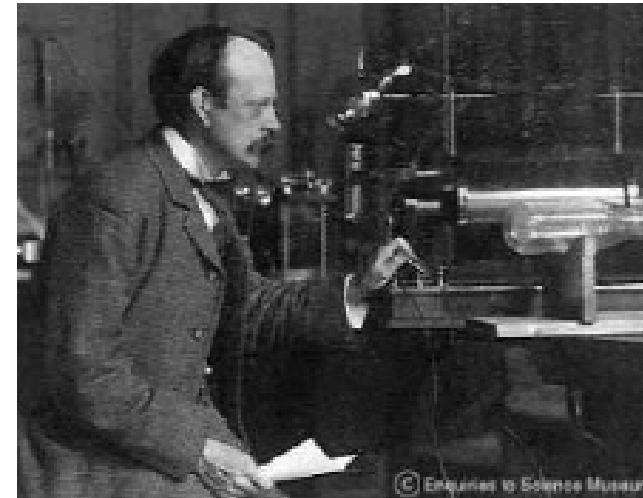
Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau

Entdeckung des Elektrons

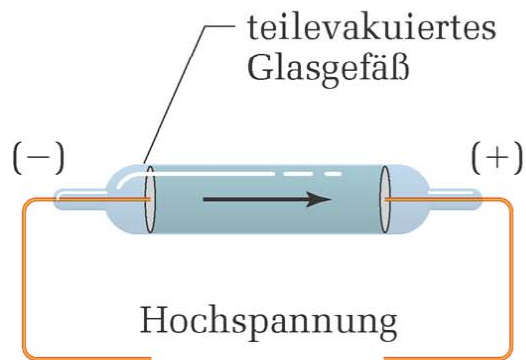
Kathodenstrahlen (1859, J. Plücker)

Bezeichnung Elektron (J. J. Thomson)

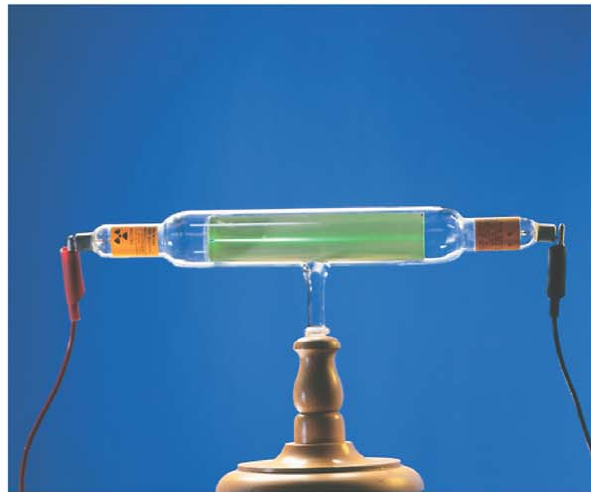
Bestimmung von q/m (J. J. Thomson, 1897)



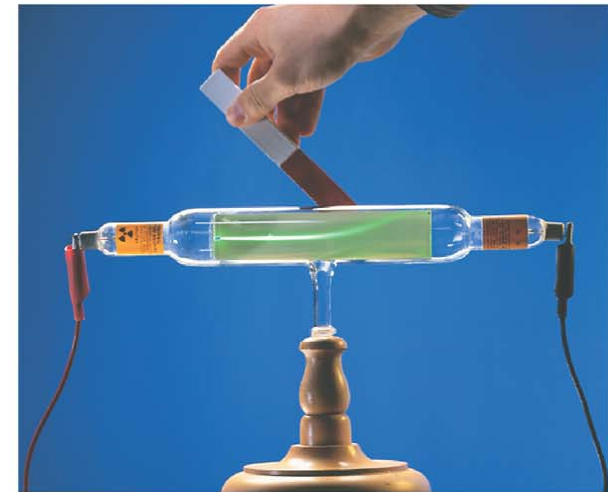
Ablenkung abhängig vom Ladungs-Masse-Verhältnis



(a)



(b)



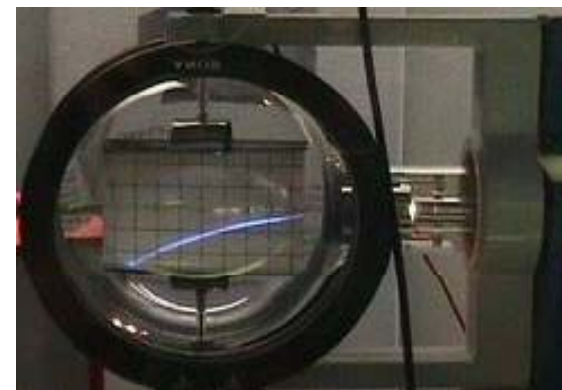
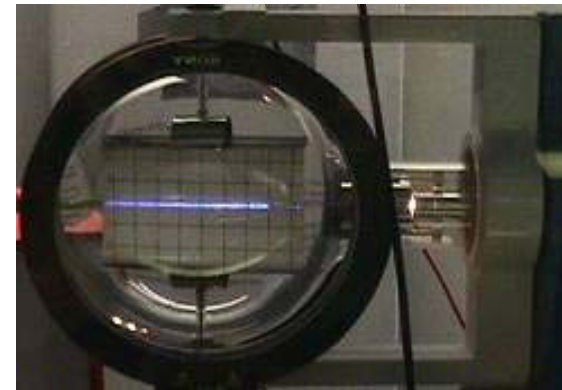
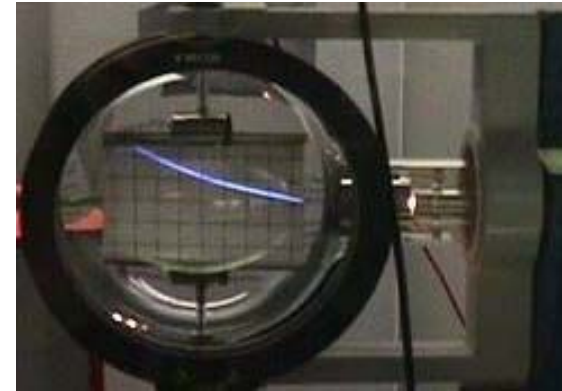
(c)

Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau

**Ablenkung eines Elektronenstroms
im Magnetfeld
durch Lorentzkraft**

**Erzeugung des Magnetfelds
in Blickrichtung
durch eine Spule**

Änderung der Stromrichtung

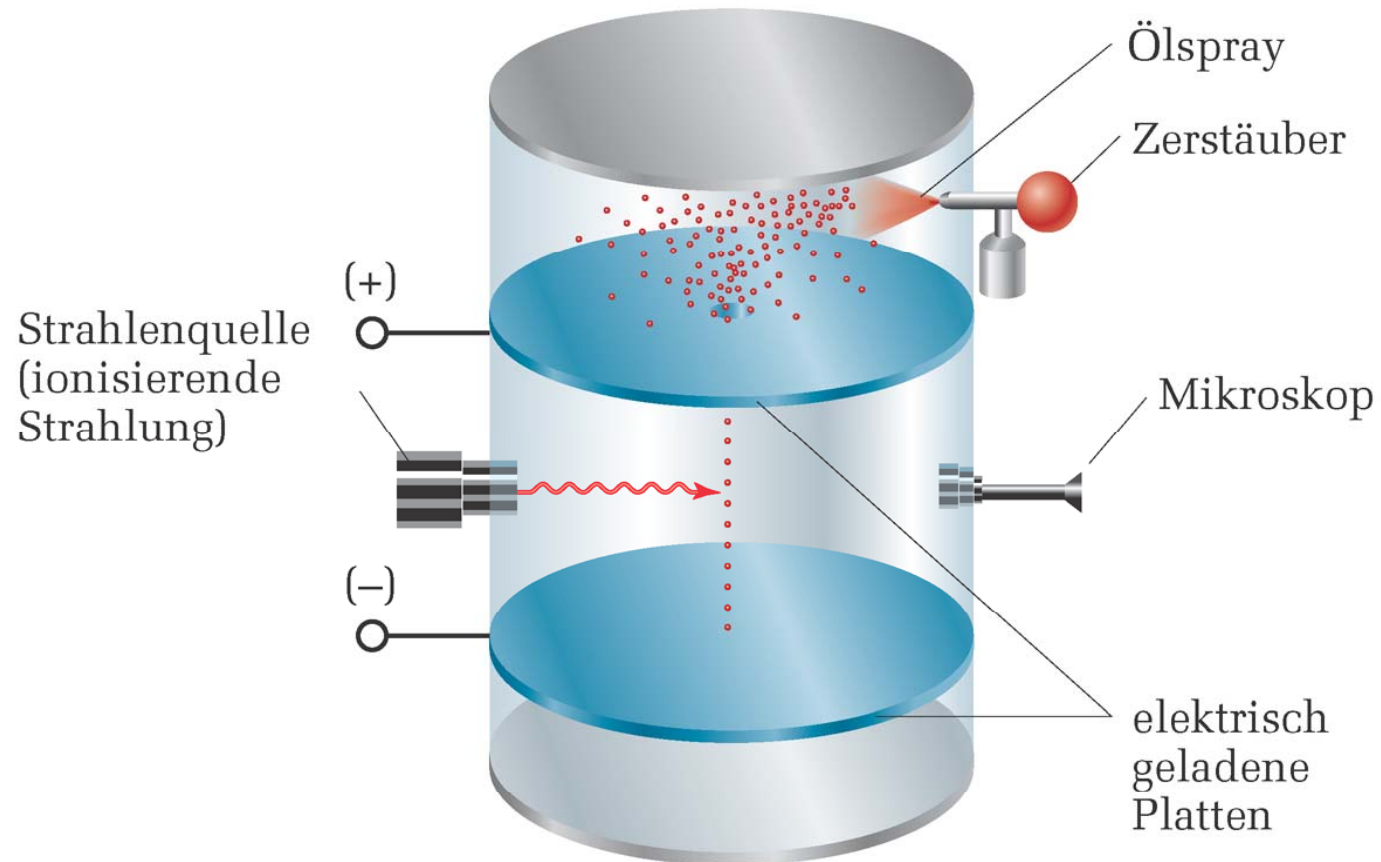


Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau

Öltropfenversuch (R. Millikan, 1909)

Bestimmung der Elementarladung

$$q = - 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau

Kanalstrahlen: positive geladene Ionen

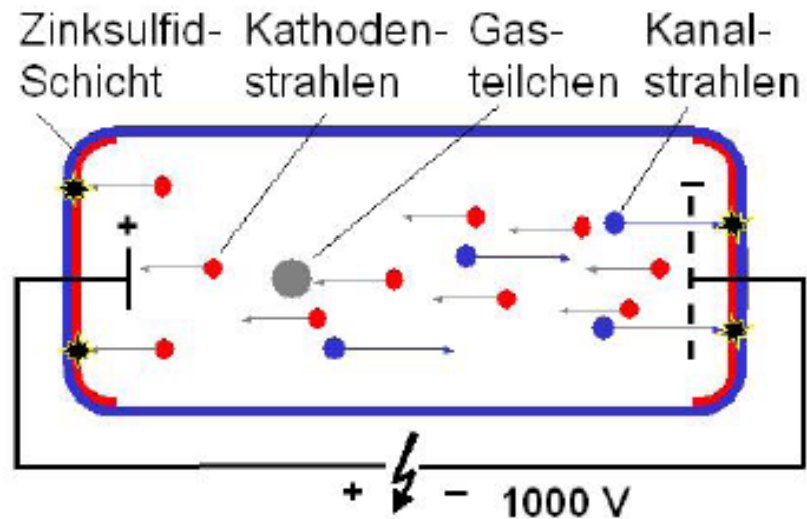
Entstehung:

Zusammenstoß von Gasen mit Kathodenstrahlen

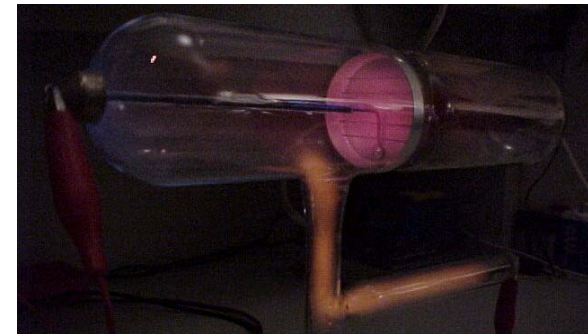
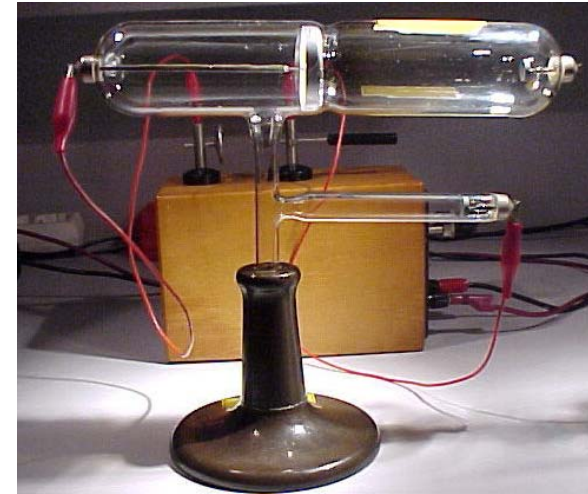
Kanalstrahlen kleinster Masse: Protonen

Bestimmung q/m mittels Ablenkung

(W. Wien, J. J. Thomson)



Eugen Goldstein, 1886

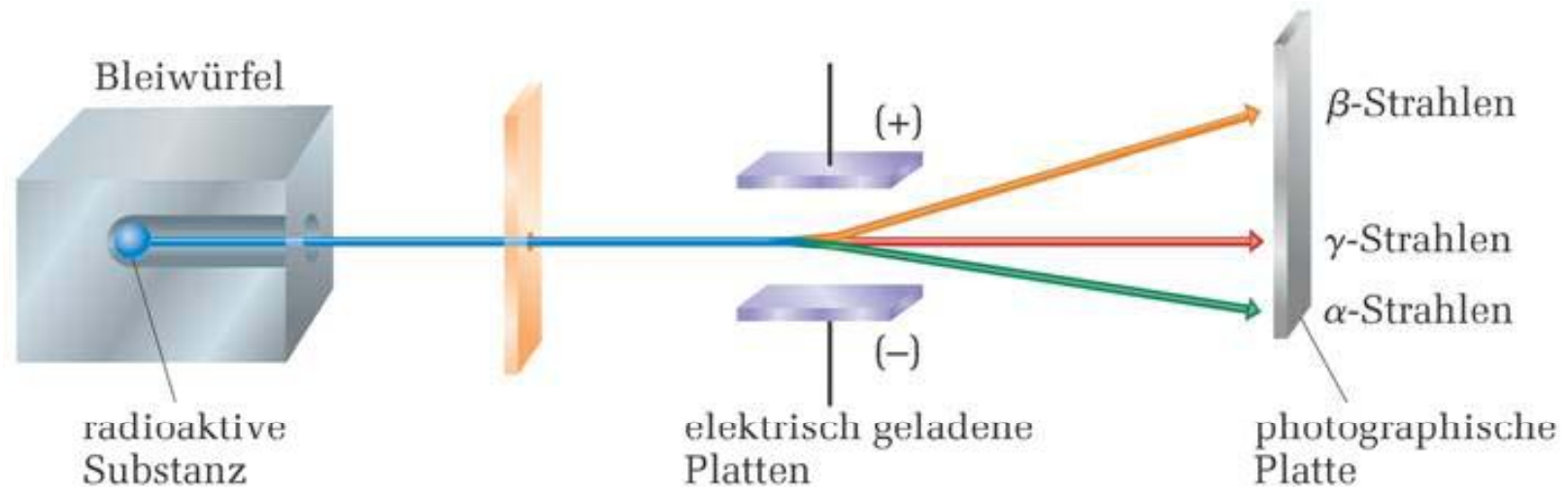


Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau

Radioaktivität

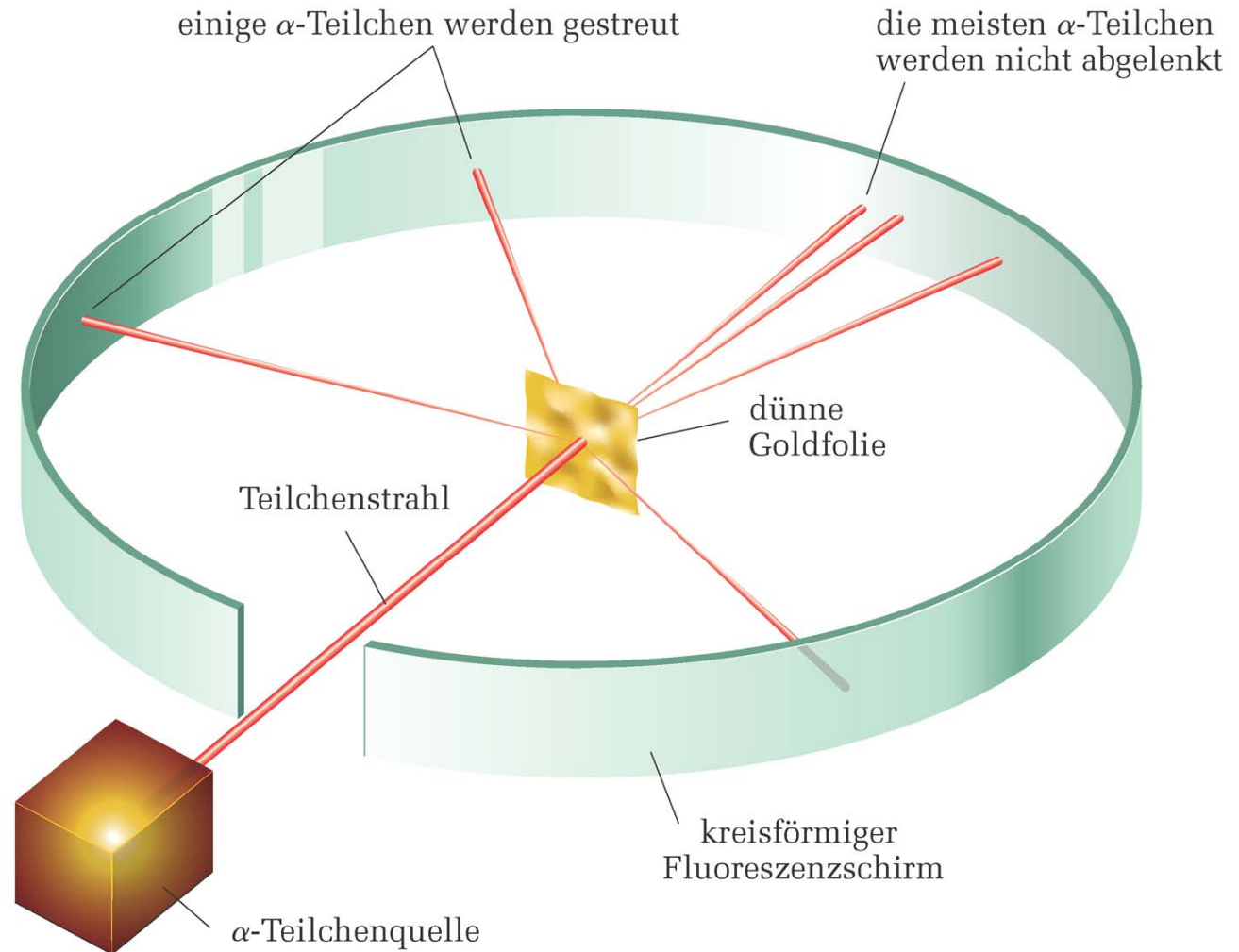
P. & M. Curie, H. Becquerel

E. Rutherford, F. Soddy, W. Ramsay



Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau

Rutherford'scher Streuversuch

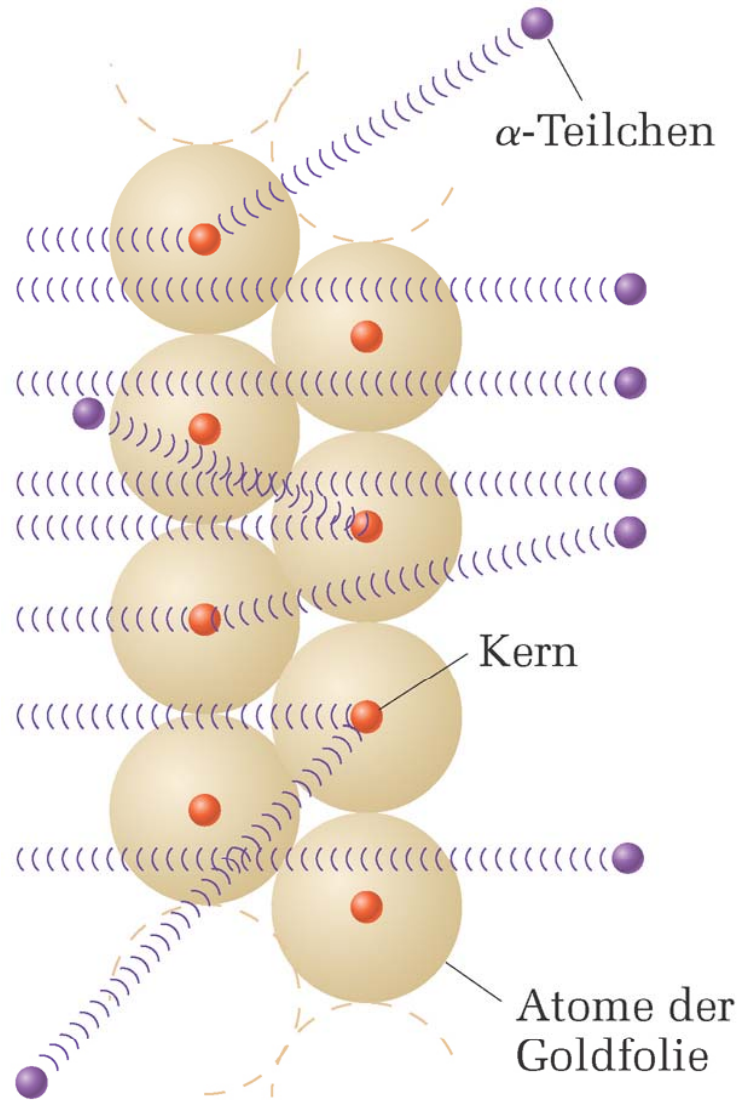


Nur zum Verständnis:

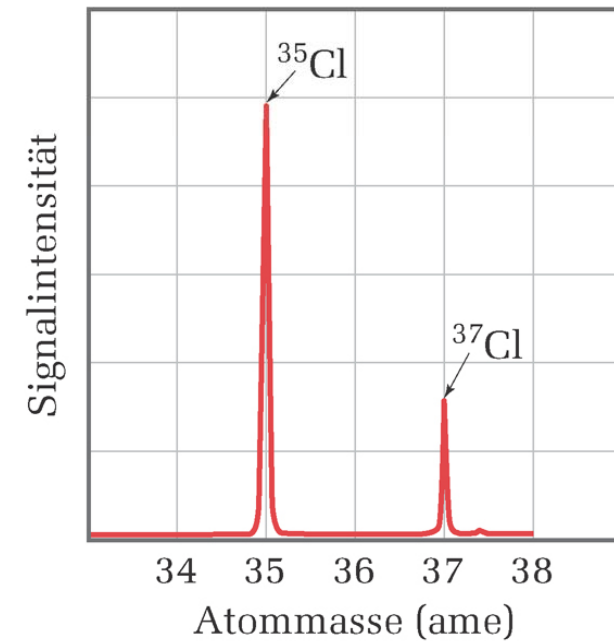
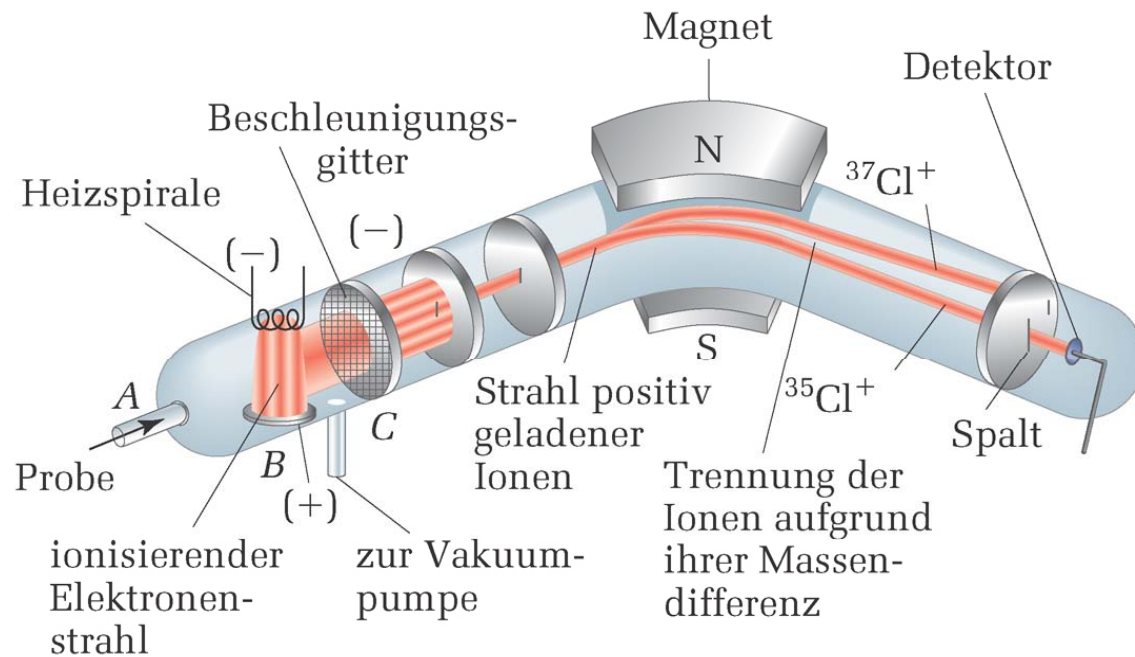
Ablenkung durch die (geballte) Ladung,
kein Massestoß!

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4E_0} \right)^2 \frac{1}{\sin^4\left(\frac{\vartheta}{2}\right)}$$

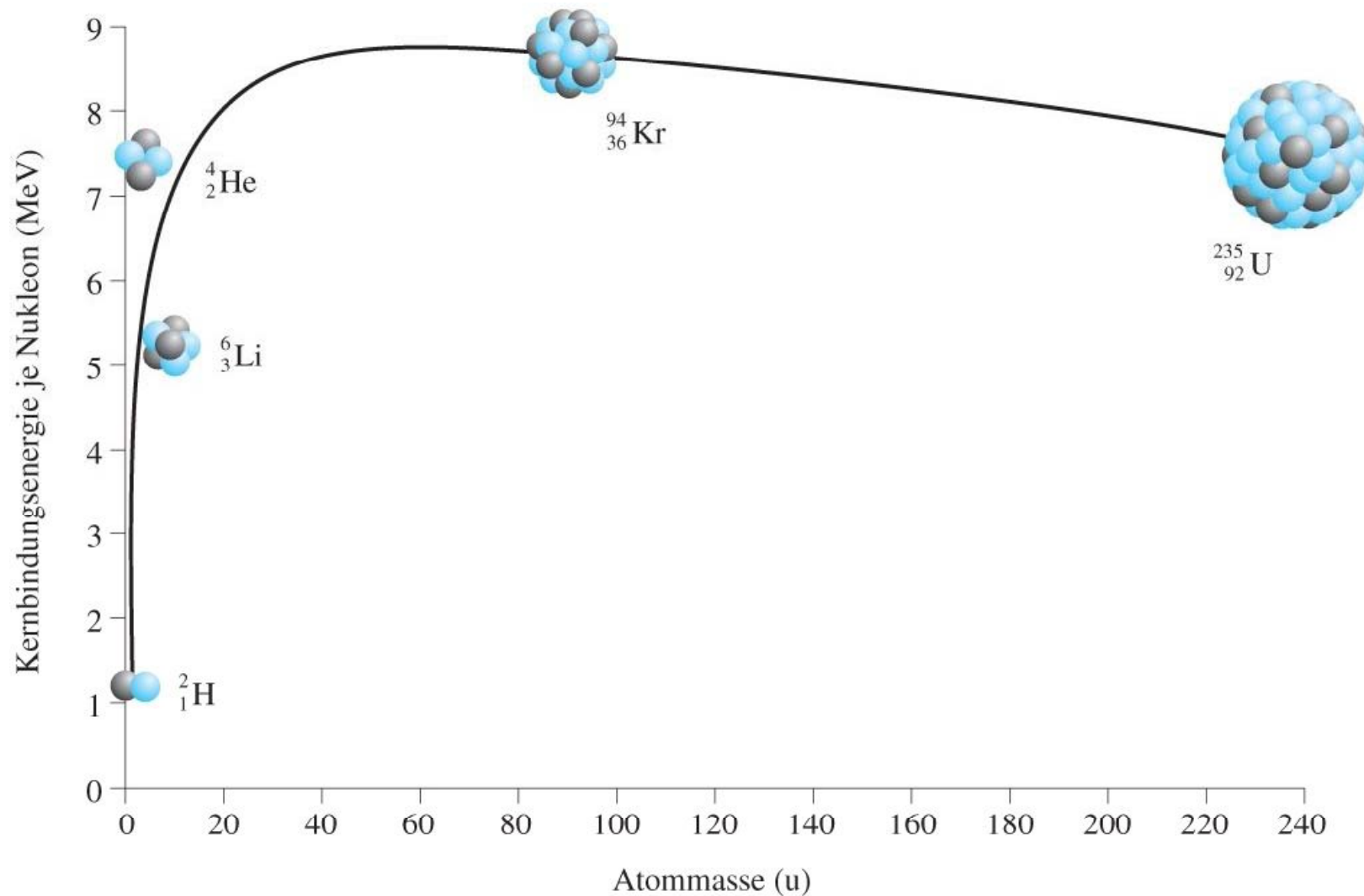
Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau



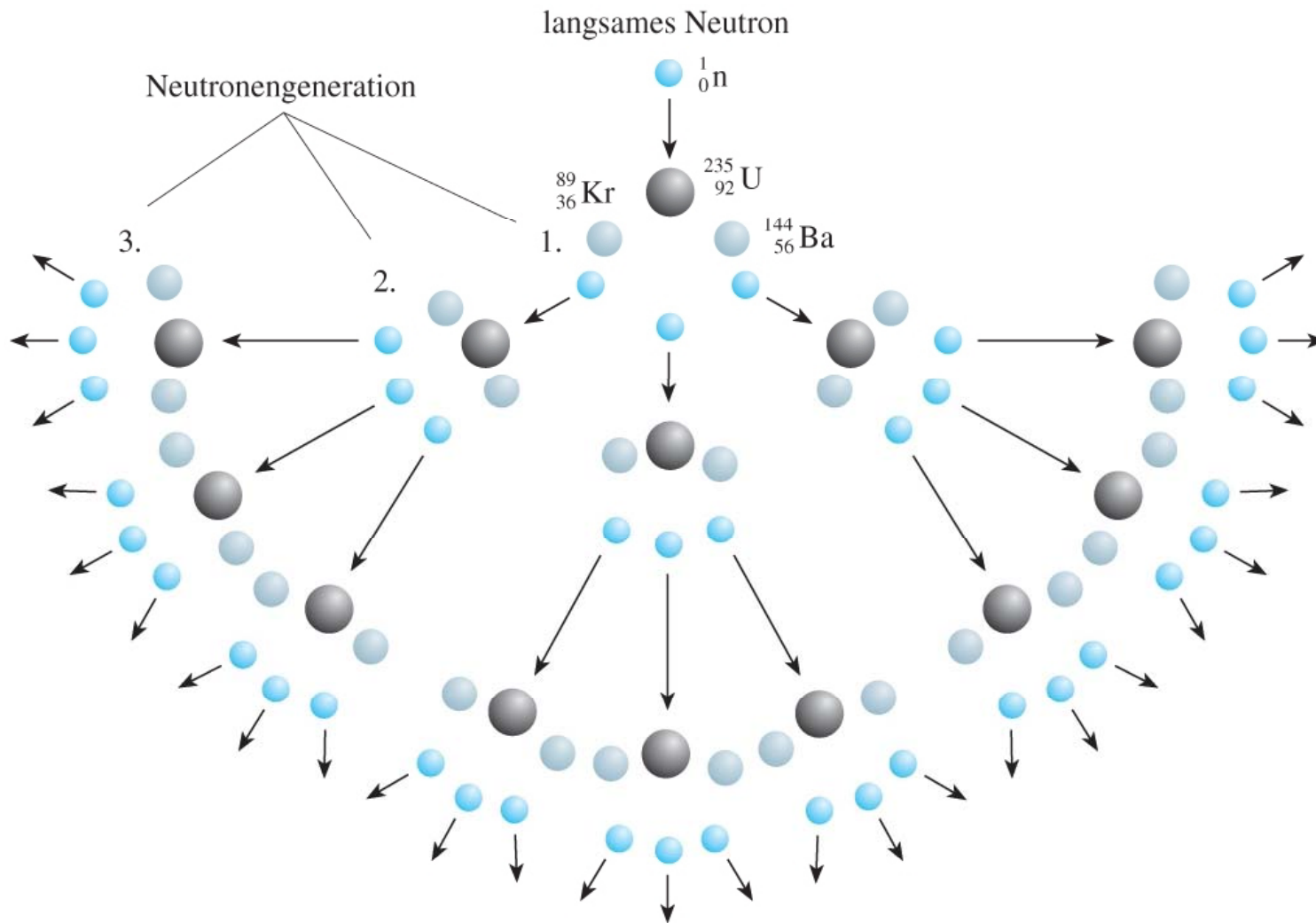
Vorlesung Allgemeine Chemie: Atombau



Kernbindungsenergie je Nukleon

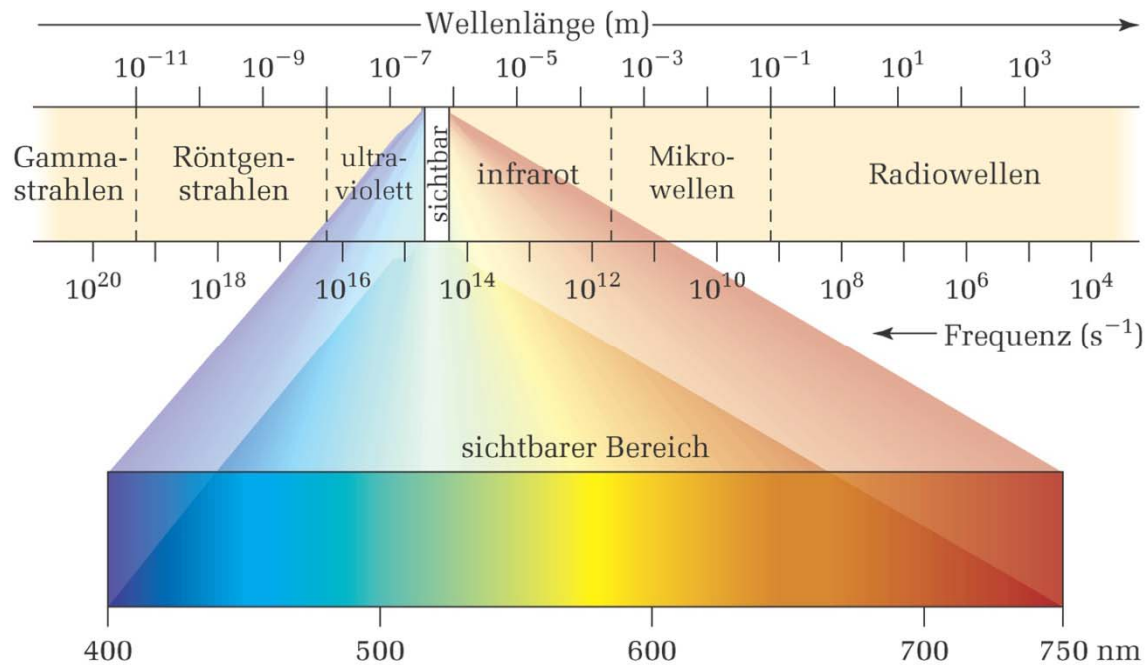
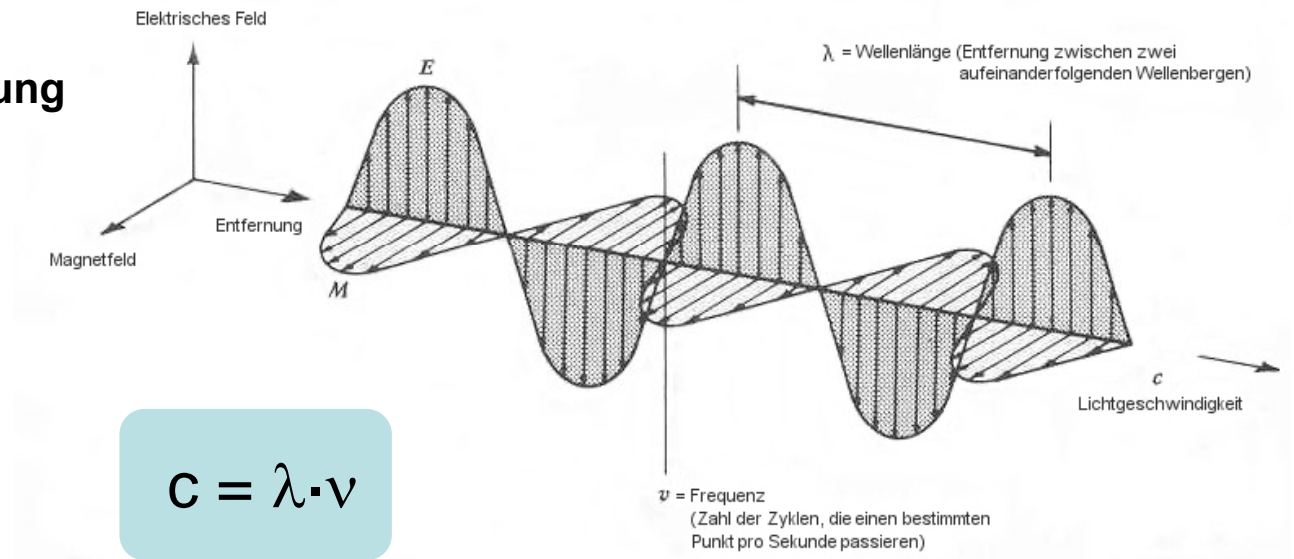
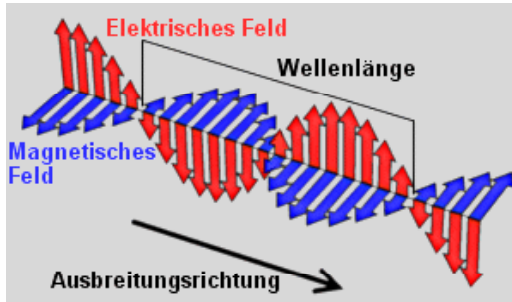


Kettenreaktion bei der Kernspaltung



Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome

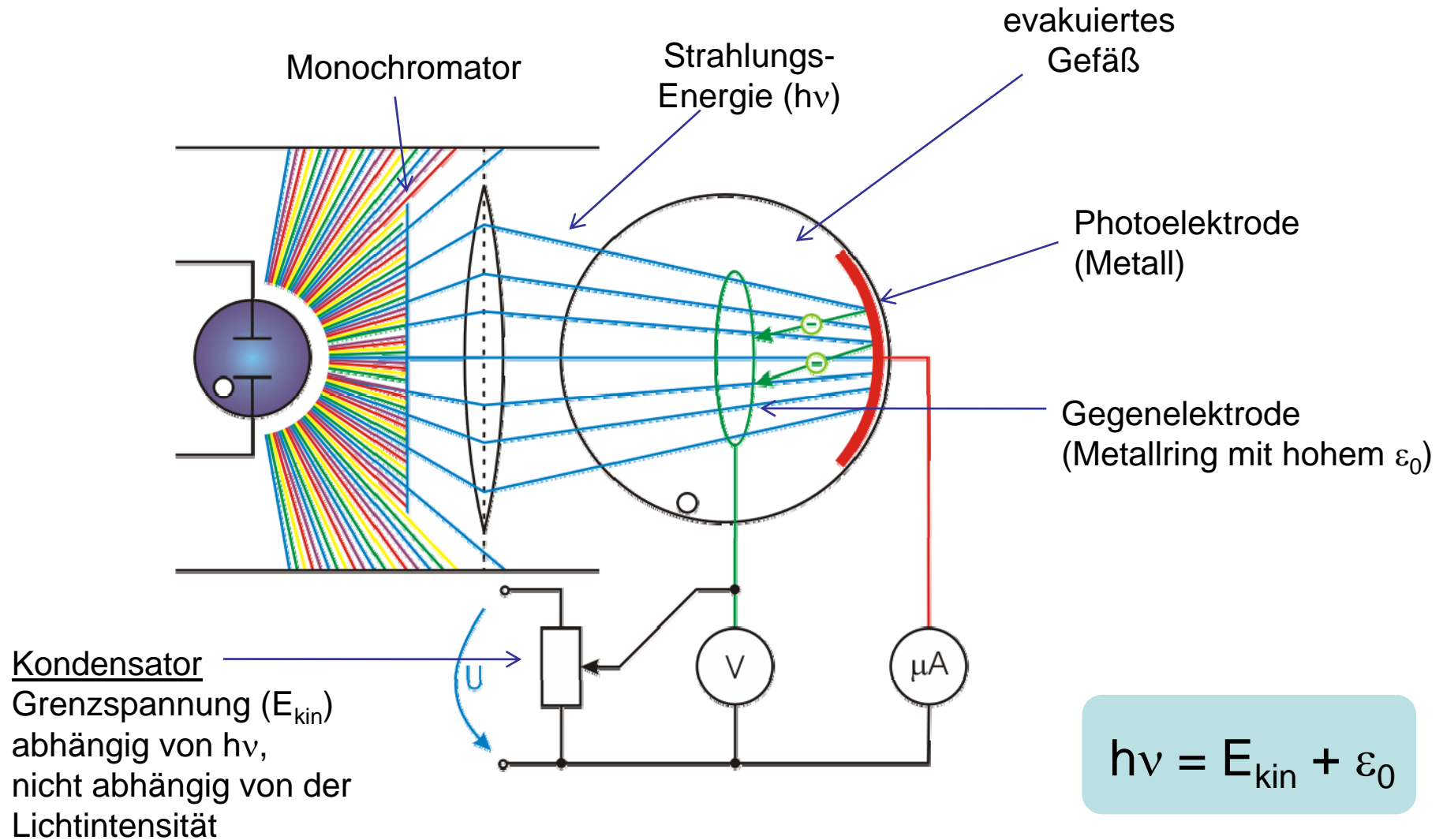
Wellencharakter der elektromagnetischen Strahlung



Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome

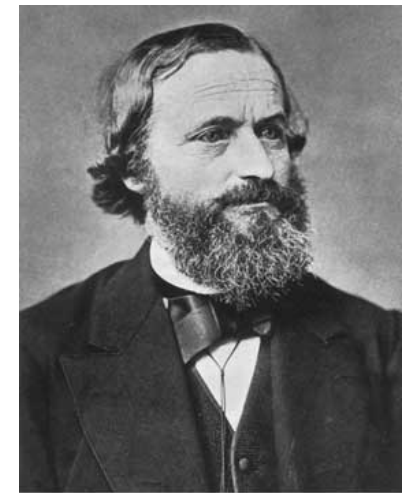
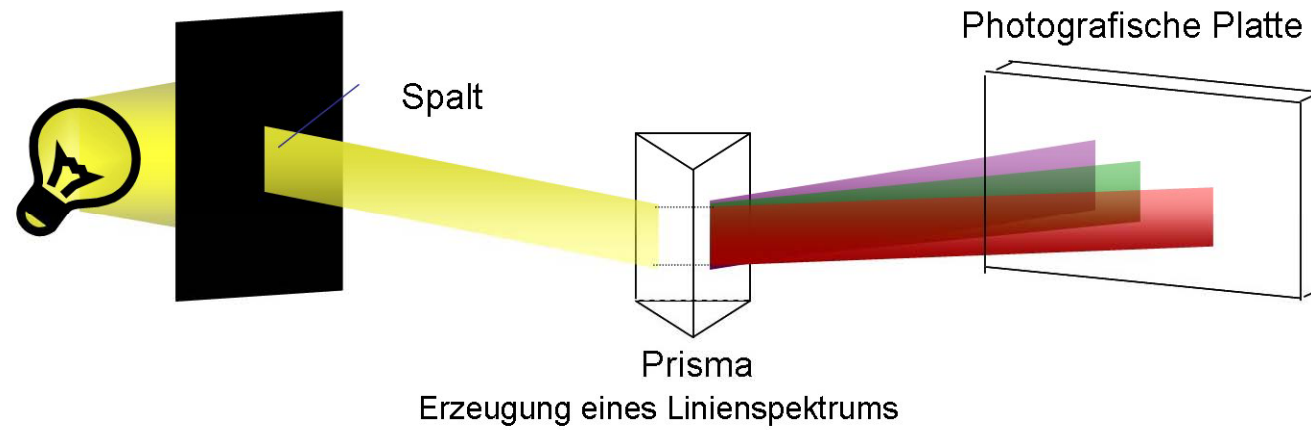
Photoelektrischer Effekt

(H. Hertz, W. Hallwachs, 1886, A. Einstein, 1905)



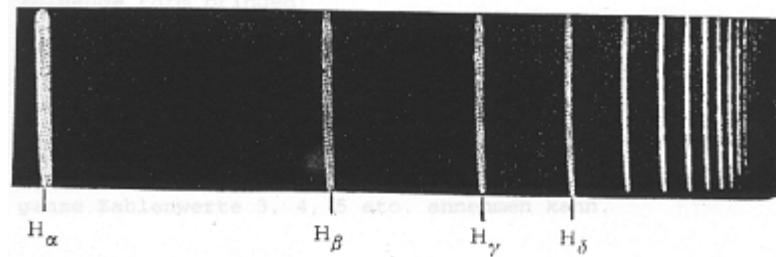
**Teilchencharakter der
elektromagnetischen Strahlung**

Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome

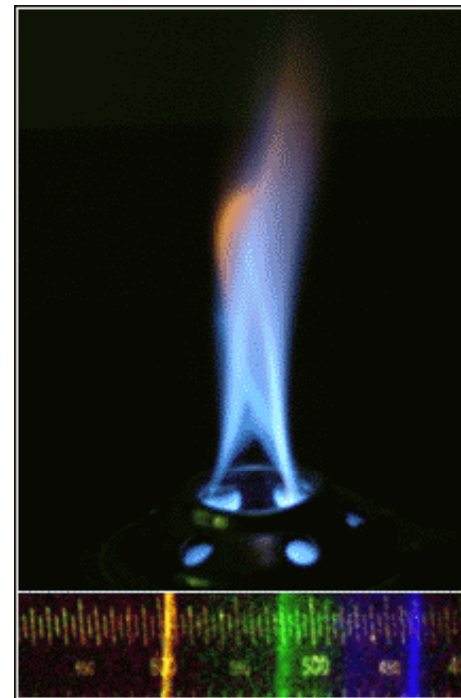


Library of Congress

Gustav R. Kirchhoff



Balmer-Serie



Spektralphotometer

Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome

Problem:

Energieabstrahlung des kreisenden Elektrons würde zum Verlust an kinetischer Energie führen (Widerspruch zur klass. Physik)

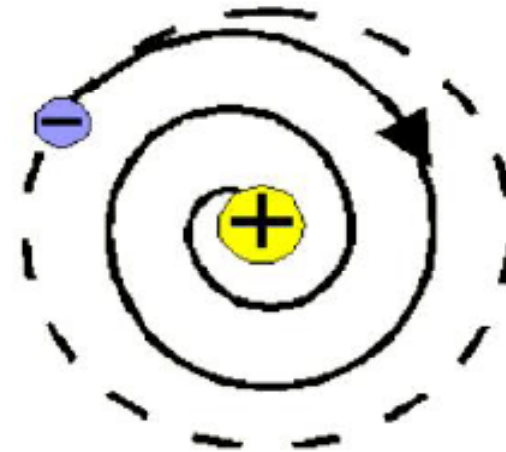
Bohr'sche Postulate:

- Elektron nicht auf beliebigen Kreisbahnen
- Bahndrehimpuls $m \cdot v \cdot r$ ist ein Vielfaches der Grundeinheit $h/2\pi$

$$m \cdot v \cdot r = n \frac{h}{2\pi}, \text{ mit } n = 1, 2, 3 \dots$$

$$r = \frac{h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2} \cdot n^2 = n^2 \cdot 0.53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{Planck'sche Konstante } h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$$



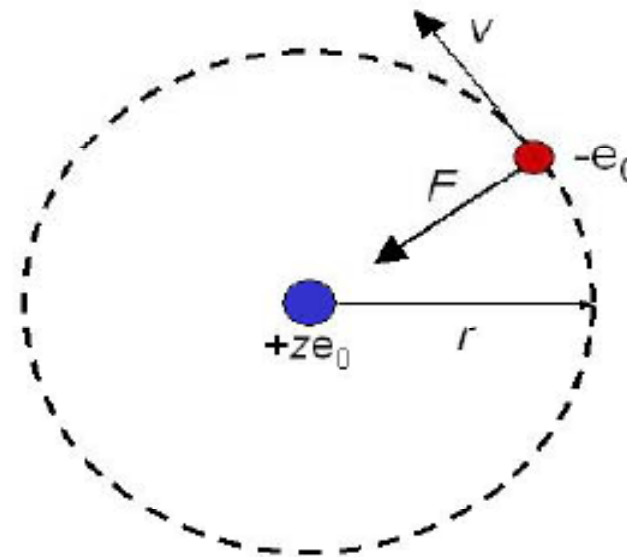
Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome



Niels Bohr, 1913

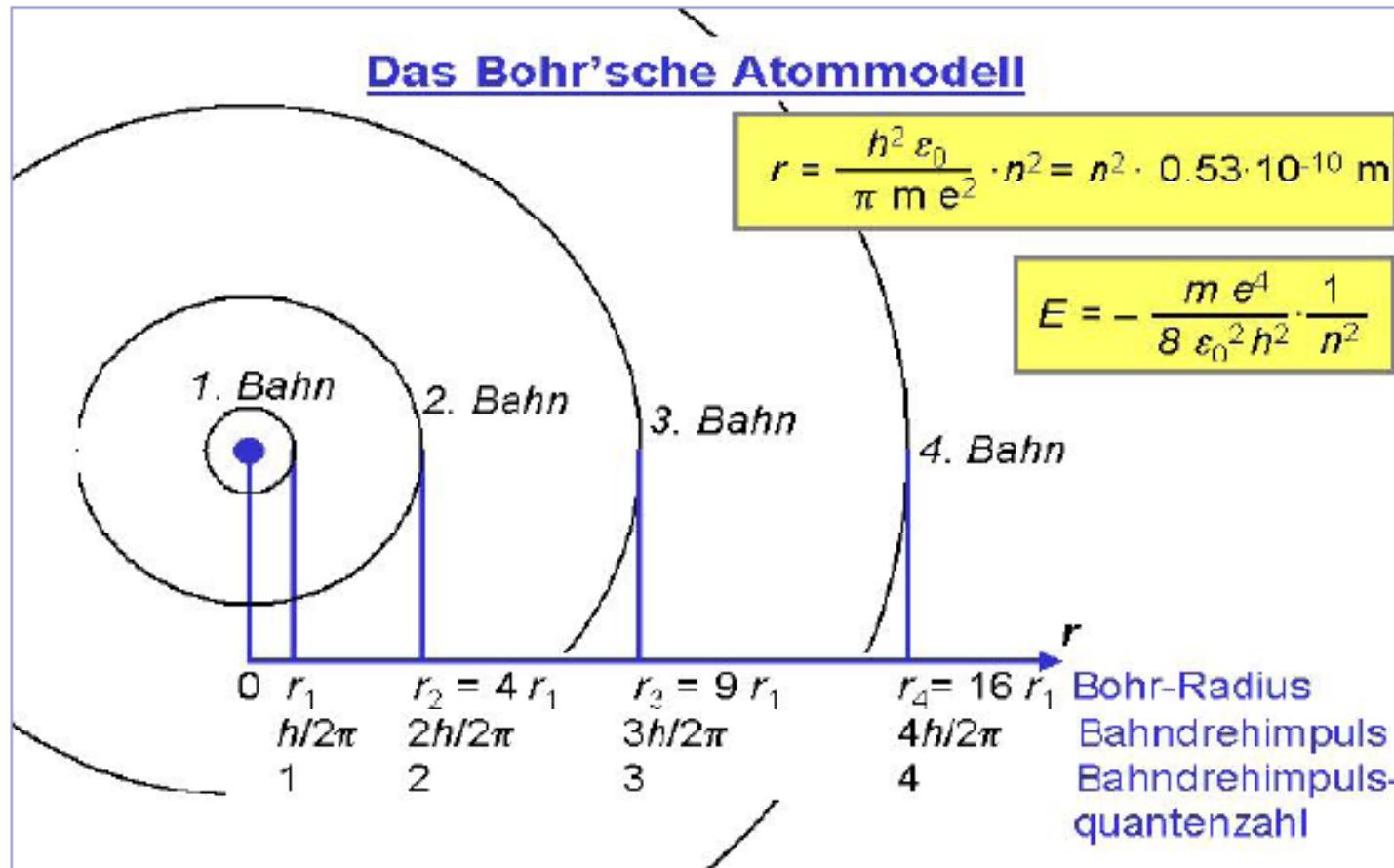
$$|F| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{ze_0^2}{r^2} = \frac{m_e v^2}{r}$$

Coulomb-
kraft Zentripetal-
kraft

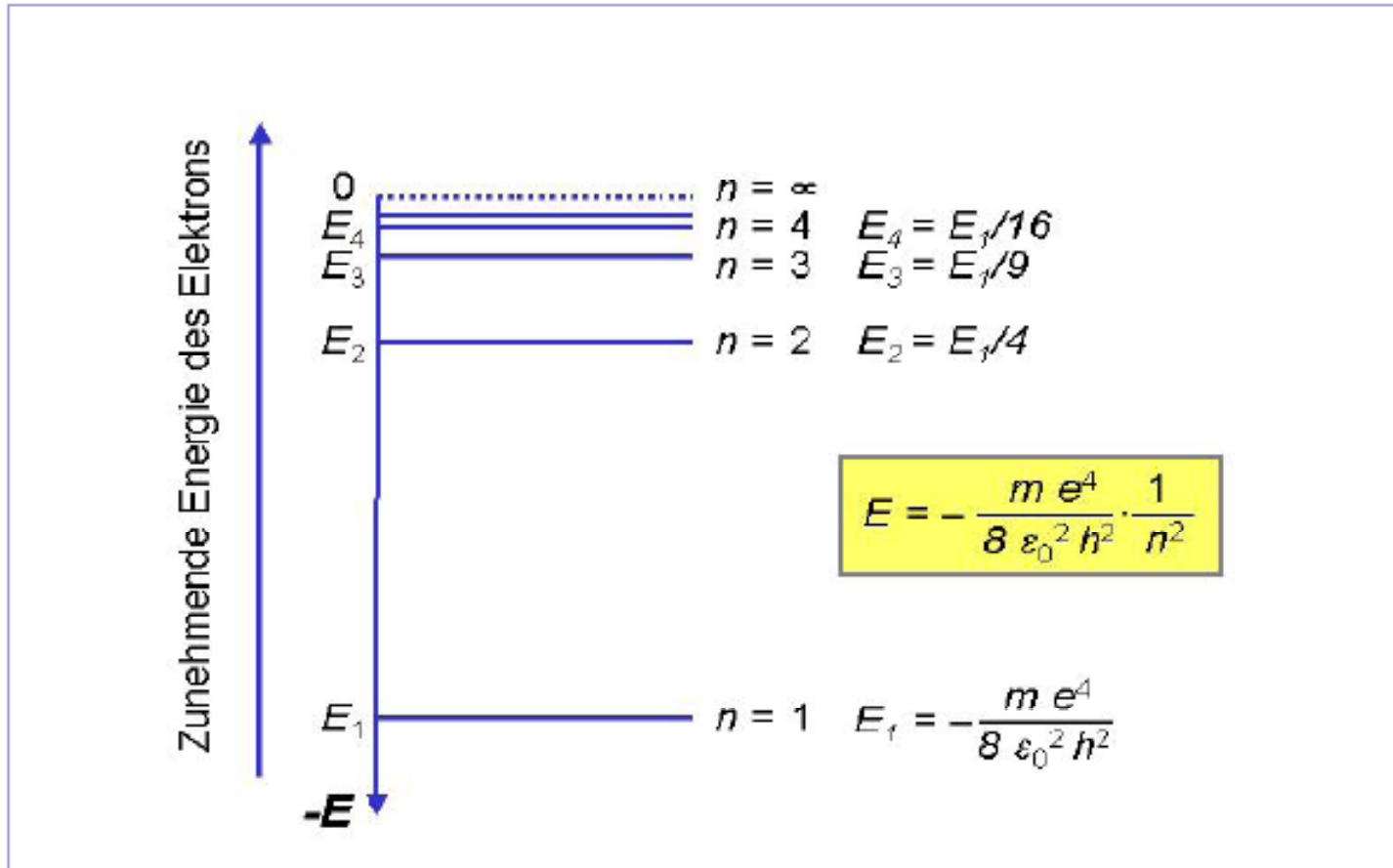


- positiv geladener Atomkern (Protonen + Neutronen)
- negativ geladenes Elektron
- $d_{\text{Kern}} 10^{-15} \text{ m}$
- $d_{\text{Atom}} 0.8 \cdot 10^{-10} - 3.0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

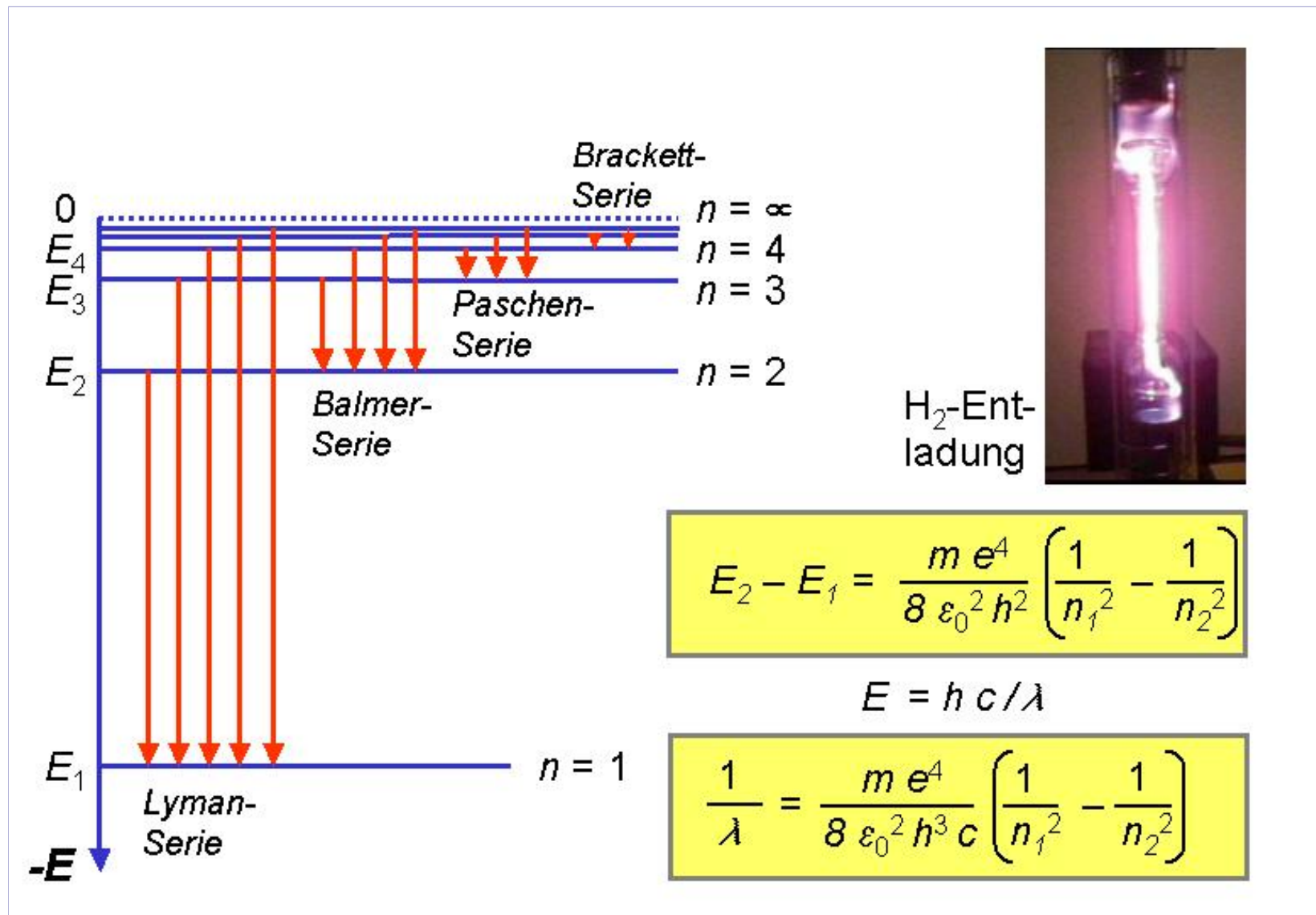
Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome



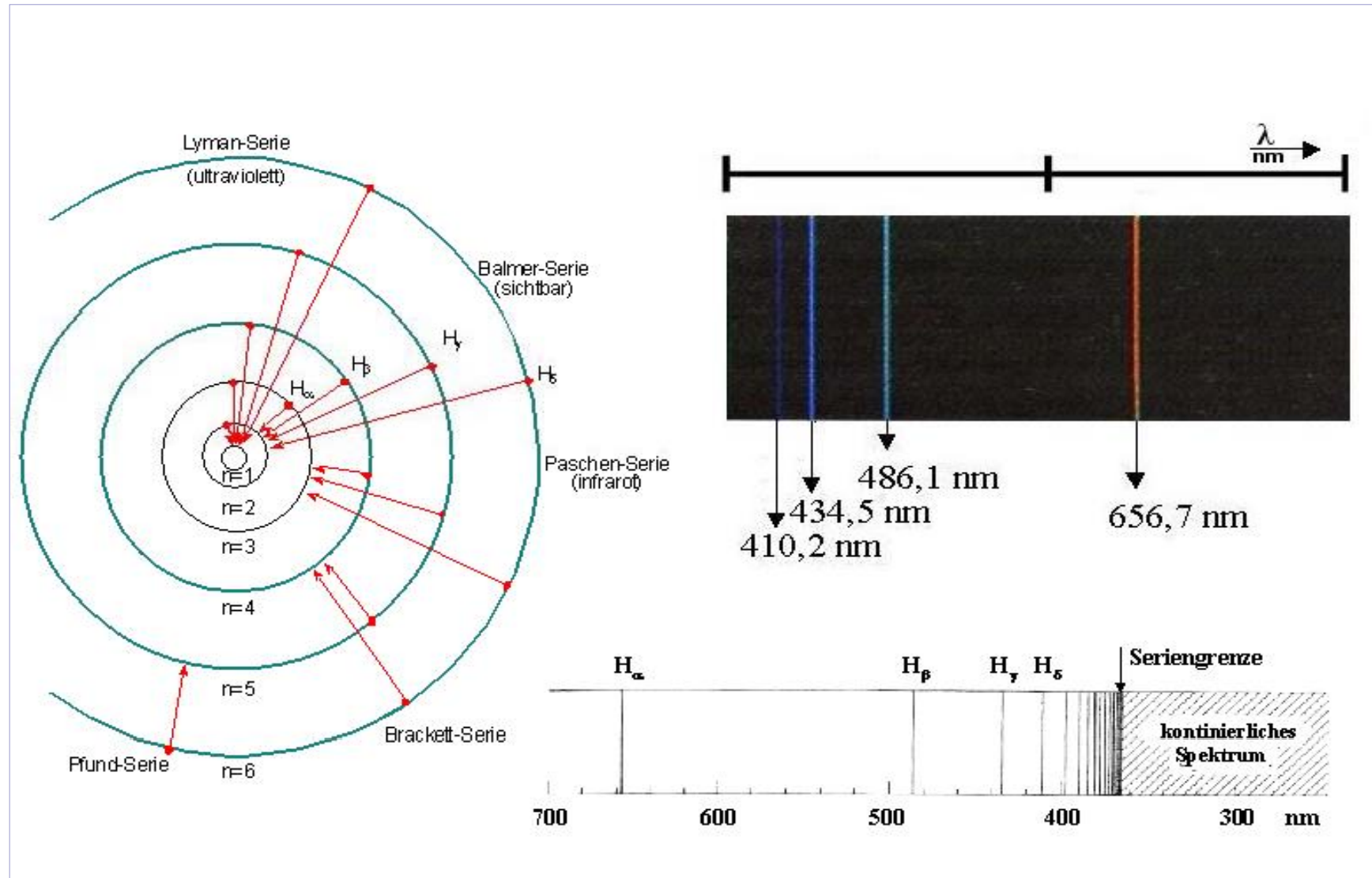
Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome



Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome



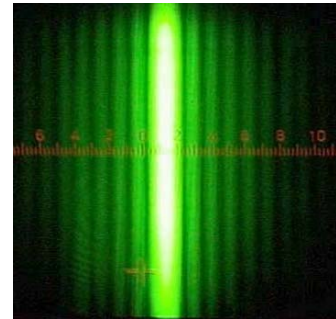
Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome



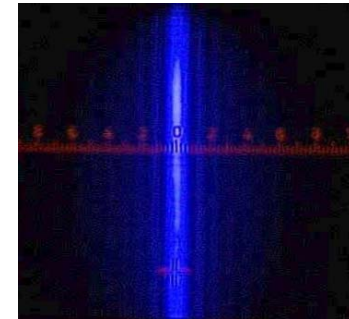
Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome

Lichtwellen:
zeigen Beugung am Spalt/Gitter

Ursache:
Interferenz von Wellen
verschiedener Weglänge

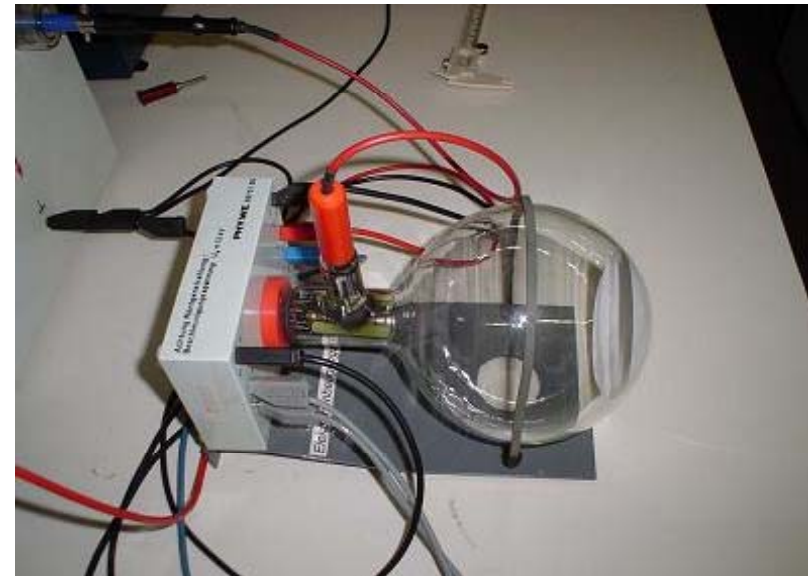
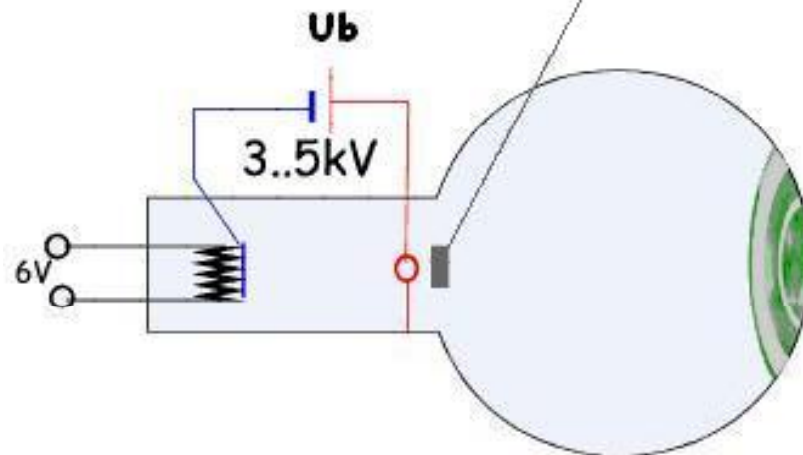


$$\lambda_1 > \lambda_2$$

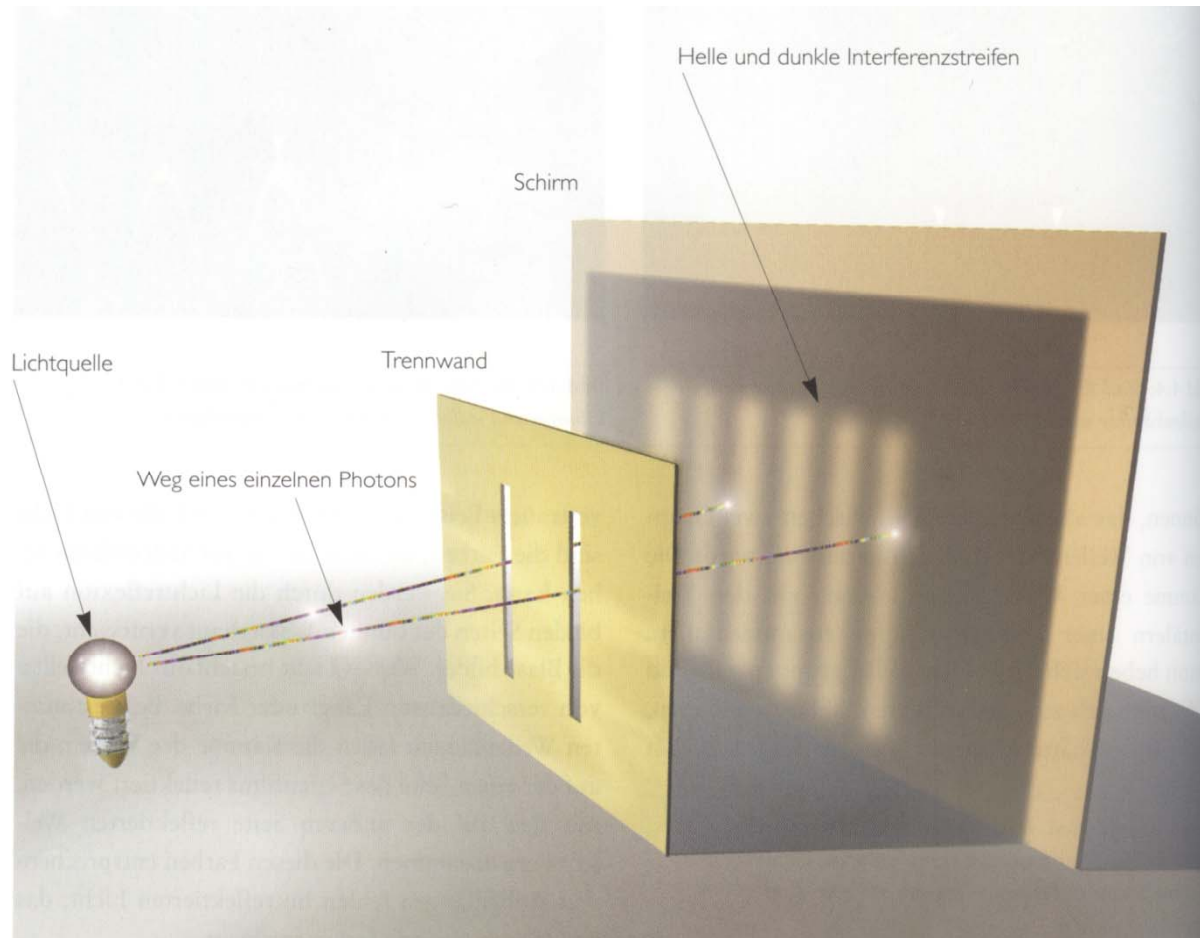


Materiewellen:
Elektronen zeigen Beugung am Doppelspalt/Gitter

Graphitkristall wirkt als Gitter

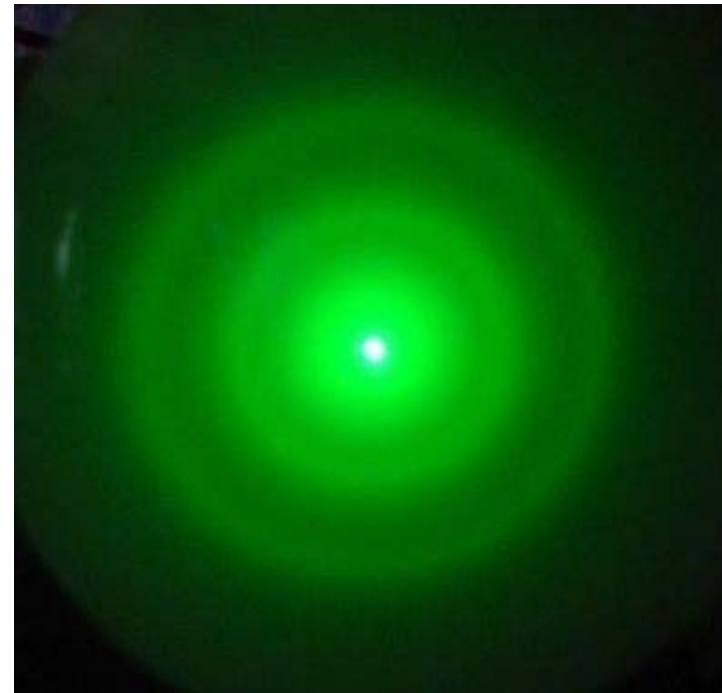
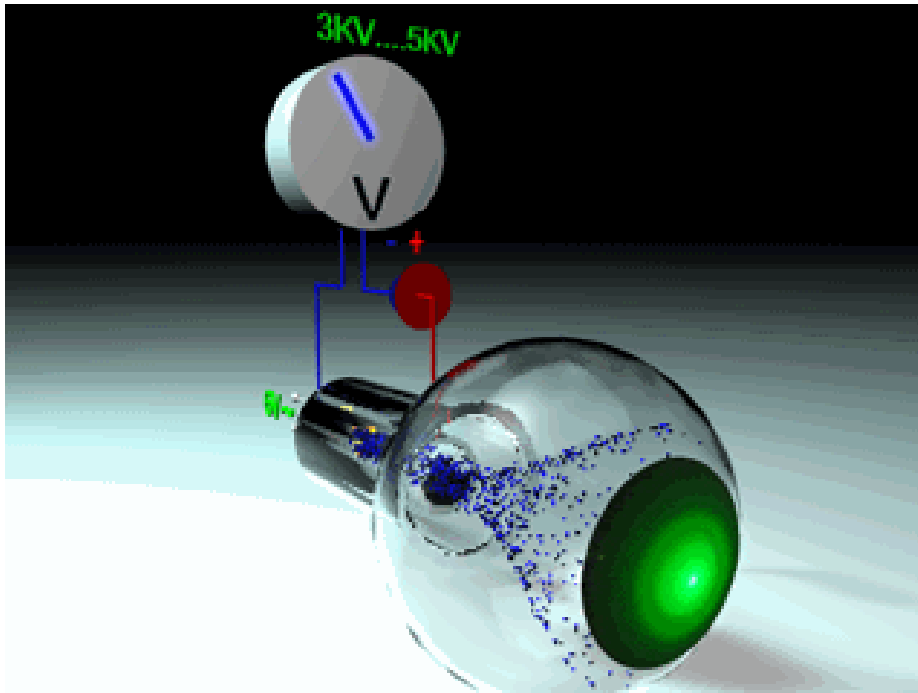


Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome



Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome

**Interferenzbild:
Elektronen zeigen Beugung am Graphitgitter
Beweis der Wellennatur des Elektrons**



Wellennatur des Elektrons

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

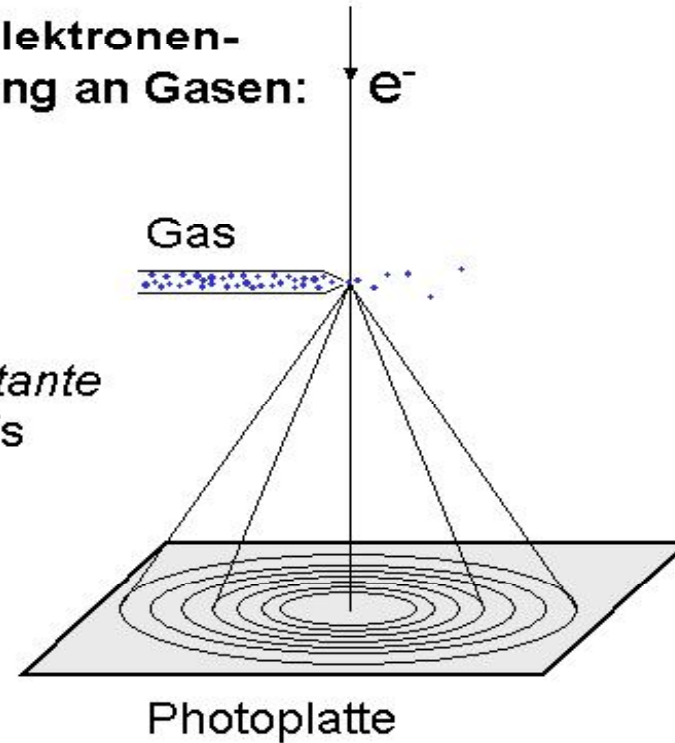
Wellenlänge ↑ Impuls



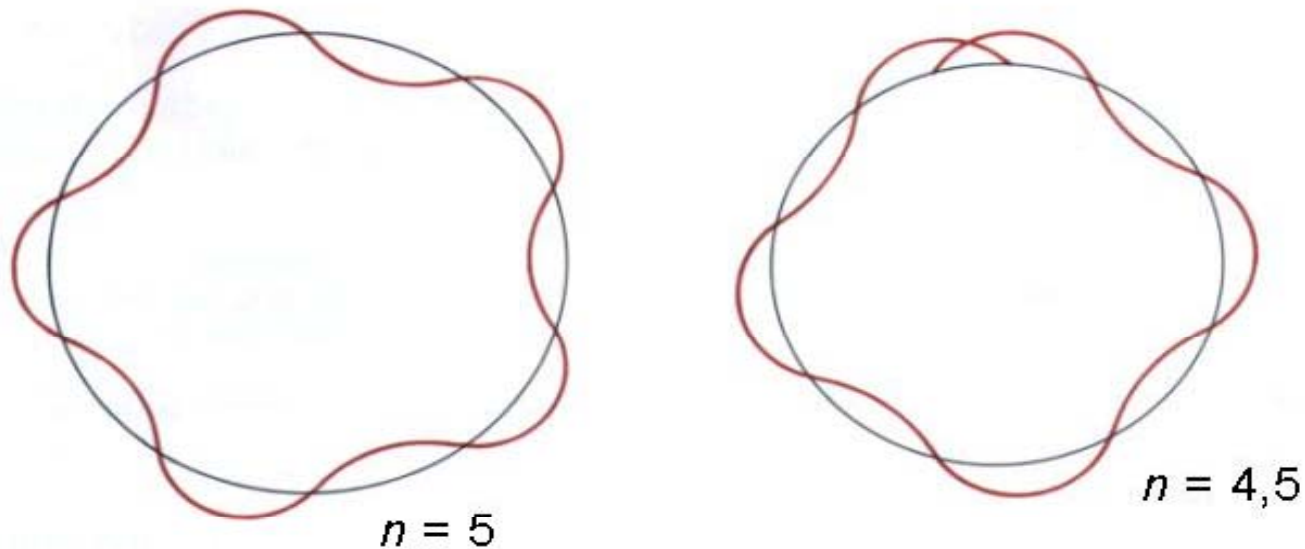
Luis duc de Broglie

Planck'sche Konstante
 $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$

z. B. Elektronenbeugung an Gasen: e^-



Stehende Elektronenwellen auf
Bohr'scher Bahn



Eine stehende Welle kommt nur zustande, wenn vollständig konstruktive Interferenz vorliegt, d.h. die Kreisbahn eine ganzzahlige Anzahl von Schwingungen aufnimmt

Vorlesung Allgemeine Chemie: Elektronenstruktur der Atome

Höherfrequente Wellenlängen des Lichts wirken sich stärker auf die Geschwindigkeit der Teilchen aus als Wellenlängen mit niedrigerer Frequenz.

Je größer die Wellenlänge des Lichts, das zur Beobachtung des Teilchens dient, desto unbestimmter seine Position und desto bestimmter seine Geschwindigkeit.

Der Beobachter

Je kürzer die Wellenlänge des Lichts, das zur Beobachtung des Teilchens dient, desto bestimmter seine Position und desto unbestimmter seine Geschwindigkeit.

W. Heisenberg Unschärferelation

