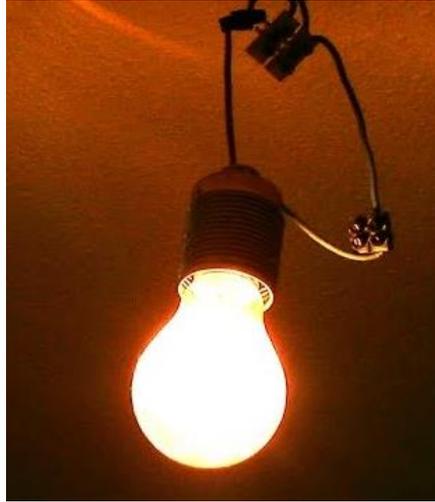


Lichtquellen:



Kerze



Glühlampe



Natriumdampf Lampe



Quecksilberdampf Lampe



Werbebeleuchtung
(„Neonreklame“)

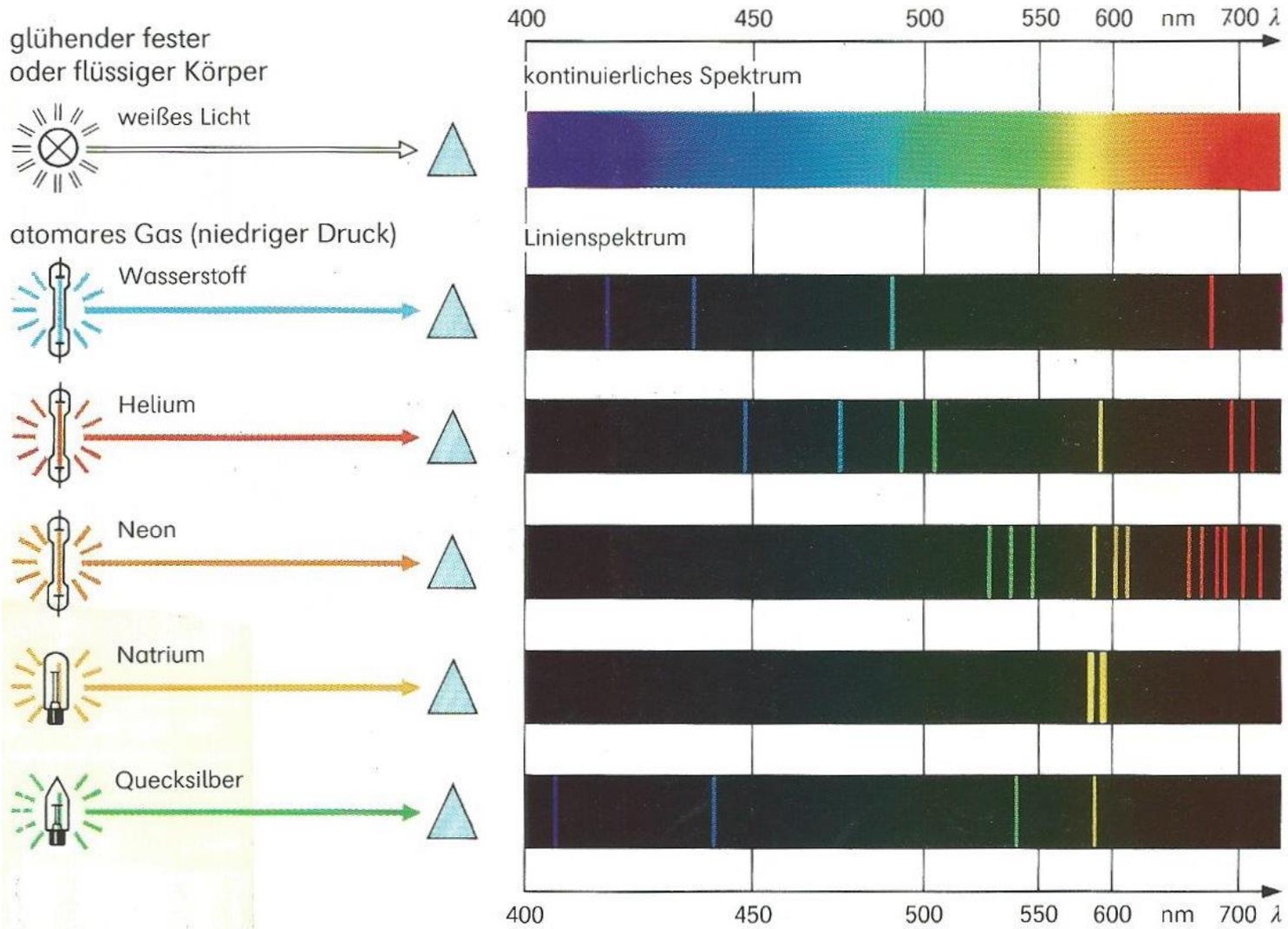


LED



„Schwarzlichtlampen“

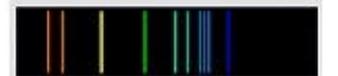
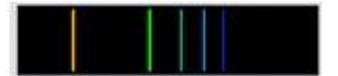
Spektrale Zerlegung des Lichtes:



→ Die emittierten Wellenlängen sind stoffspezifisch.

Atomphysik

- ▶ Warum besitzen verschiedene Lichtquellen unterschiedliche Farben ?
- ▶ Weshalb erzeugen verschiedene Stoffe unterschiedliche Spektren?
- ▶ Wie/Wo entsteht das Licht?



Licht ist Träger von Energie ($E = h \cdot f$) und hat ihren Ursprung in den kleinsten Bausteinen der Natur, in den **Atomen**.

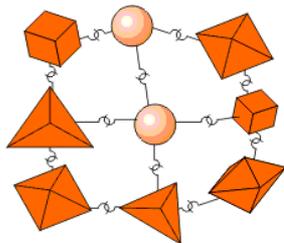
Die Entstehung des Lichtes ist durch Vorgänge in der **Atomhülle** zurückzuführen.

In der **Atomphysik** werden die Vorgänge in der Atomhülle eines Atoms untersucht und beschrieben.

Atommodelle:

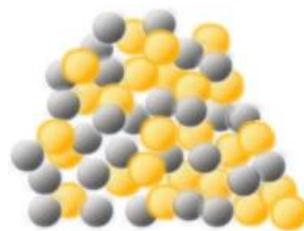
Demokrit
(460-371 v.u.Z.)

atomos (*grch.*)
=unteilbar



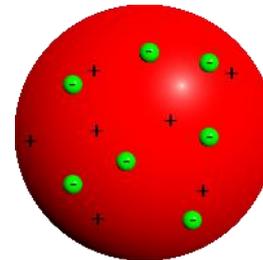
John Dalton
(1766 – 1844)

„moderne“
Atomtheorie



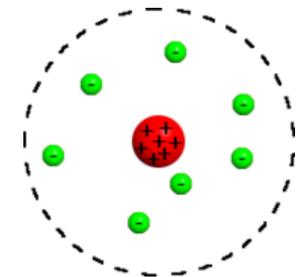
J. John Thomson
(1856-1940)

Entdeckung
des Elektrons



Lord
Ernest Rutherford
(1871-1937)

Streuversuch



→ *Atommodelle wurden weiterentwickelt, präzisiert und verändert.*

Das Bohrsche Atommodell (1913):

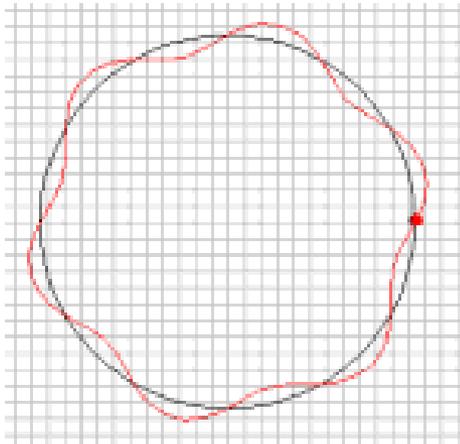


Niels Bohr (1885 – 1962)

(dänischer Physiker und Nobelpreisträger)

- ▶ Weiterentwicklung des Rutherford'schen Atommodells
- ▶ Elektronenbahnen in der Atomhülle

Der Umfang der Kreisbahnen der Elektronen um den Atomkern sind ein ganzzahliges Vielfaches der De Broglie - Wellenlänge der ausgesendeten Strahlung.



→ Erklärung der Emission und Absorption von Strahlung und der damit verbundenen Energieumsetzung.

▶ **Bohrsche Postulate !**

Postulate beschreiben die Anforderungen (bzw. Annahmen) für eine Theorie.

1. Postulat:

Die Elektronen in der Hülle eines Atoms bewegen sich strahlungsfrei auf festen (diskreten) Bahnen um den Atomkern.

► Bohrsche Radien

- Jede Bahn entspricht einem festen Energiebetrag
- Bahnen mit größerem Radius besitzen einen höheren Energiebetrag

Quantenbedingung

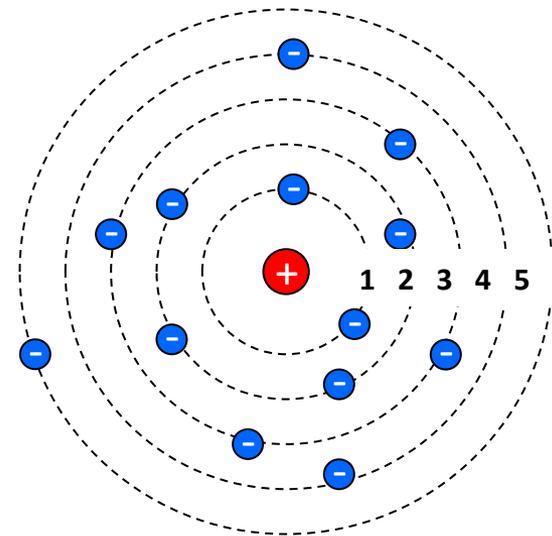
Für die Bohrschen Radien gilt:

$$u = n \cdot \lambda \quad n \in \mathbb{N}$$

$$2 \cdot \pi \cdot r = n \cdot \lambda$$

λ ... De-Broglie-Wellenlänge

→ Widerspruch zur Elektrodynamik:
beschleunigte (kreisende) Ladungen
(Elektronen) strahlen Energie ab !



Quantenzahlen n

$$E_1 < E_2 < E_3 < E_4 \dots$$

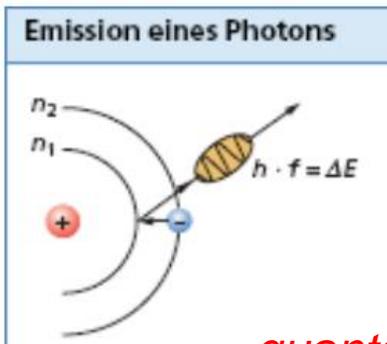
2. Postulat:

Der Übergang der Elektronen zwischen den Bahnen erfolgt sprunghaft durch Energieabgabe bzw. -aufnahme. Dabei wird Strahlung (Lichtquanten) mit einer Frequenz f emittiert oder absorbiert.

► Quantensprünge

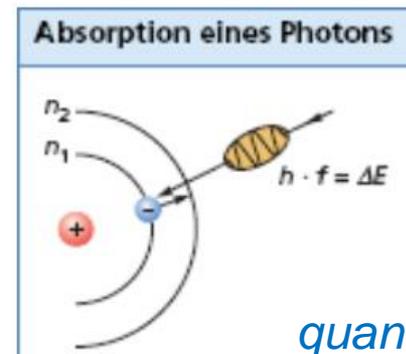
$\Delta E < 0$: Energieabgabe

$\Delta E > 0$: Energieaufnahme



→ Sprung von
außen - innen

quantenhafte Emission



→ Sprung:
innen - außen

quantenhafte Absorption

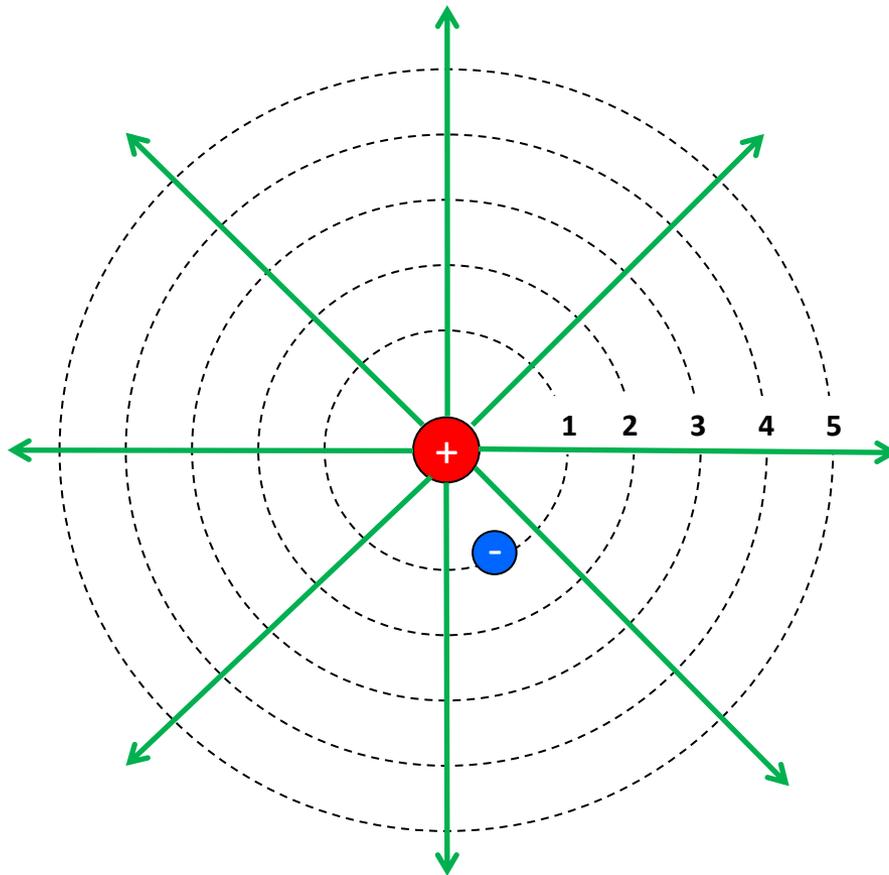
Frequenzbedingung

Für den emittierten bzw. absorbierten Energiebetrag ΔE gilt:

$$\Delta E = h \cdot f$$

Zur Beschreibung und Berechnung der ausgesendeten Strahlung müssen die Energiezustände (Bohrsche Radien) bekannt sein.

► Betrachtung eines Wasserstoffatoms



→ Die **Coulombkraft** erzeugt
Die erforderliche Radialkraft

- In der Atomhülle existiert genau ein Elektron.
Es besitzt die Elementarladung e
- Im Atomkern existiert genau eine positive (Elementar)-Ladung
- Im Grundzustand bewegt sich das Elektron auf der inneren Bahn um den Kern
- Im angeregten Zustand kann sich das Elektron auch auf weiter außen liegenden Bahnen bewegen.
- Um den Atomkern besteht ein radiales **elektrisches Feld**

Bohrsche Radien:

(1) Quantenbedingung

$$n \cdot \lambda = 2 \cdot \pi \cdot r_n$$

$$n \cdot \frac{h}{m_e \cdot v} = 2 \cdot \pi \cdot r_n$$

$n = 1, 2, 3, \dots$

$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot v} \quad \text{De Broglie Wellenlänge}$$

$v = ?$

$$r_n = \frac{n \cdot h}{2\pi \cdot m_e \cdot v}$$

$$v = \frac{n \cdot h}{2\pi \cdot m \cdot r_n}$$

Kreisbahn:

$$F_{el} = F_{Rad}$$

(Coulombkraft)

$$\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2} = m \cdot \frac{v^2}{r_n}$$

Für die Bohrschen Radien eines Wasserstoffatoms gilt:

$$r_n = n^2 \cdot \frac{h^2 \cdot \epsilon_0}{\pi \cdot m_e \cdot e^2}$$

konstant



$$r_n \sim n^2$$

Die theoretischen Berechnungen der Bohrschen Radien stimmen mit den experimentellen Bestimmungen des Durchmessers eines Wasserstoffatoms überein.

$$d \approx 1 \cdot 10^{-10} \text{m}$$

Energienverteilung:

Die Energie des Elektrons auf einer Bohrschen Bahn setzt sich zusammen aus:

(1) Bewegungsenergie des Elektrons

(2) potenziellen Energie im elektrischen Feld

$$E_{kin} = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

$$E_{pot} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} \quad (\text{Arbeit im Coulombfeld})$$

$(F_{el} = F_R)$

$$E_{kin} = \frac{\cancel{m}}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot r \cdot \cancel{m}}$$

$$E_{pot} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r}$$

$$q_1 = -q_2 = e$$

$$E_{ges} = E_{kin} + E_{pot} = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 \cdot r} \quad r = \dots \text{ s.o.}$$

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

$$E_n \sim \frac{1}{n^2}$$

$$E_n = E_1 \cdot 1/n^2$$



Jedem Radius der Elektronenbahn ist ein diskreter Energiewert zugeordnet und entspricht einer Energiestufe.

► Energiestufenmodell

