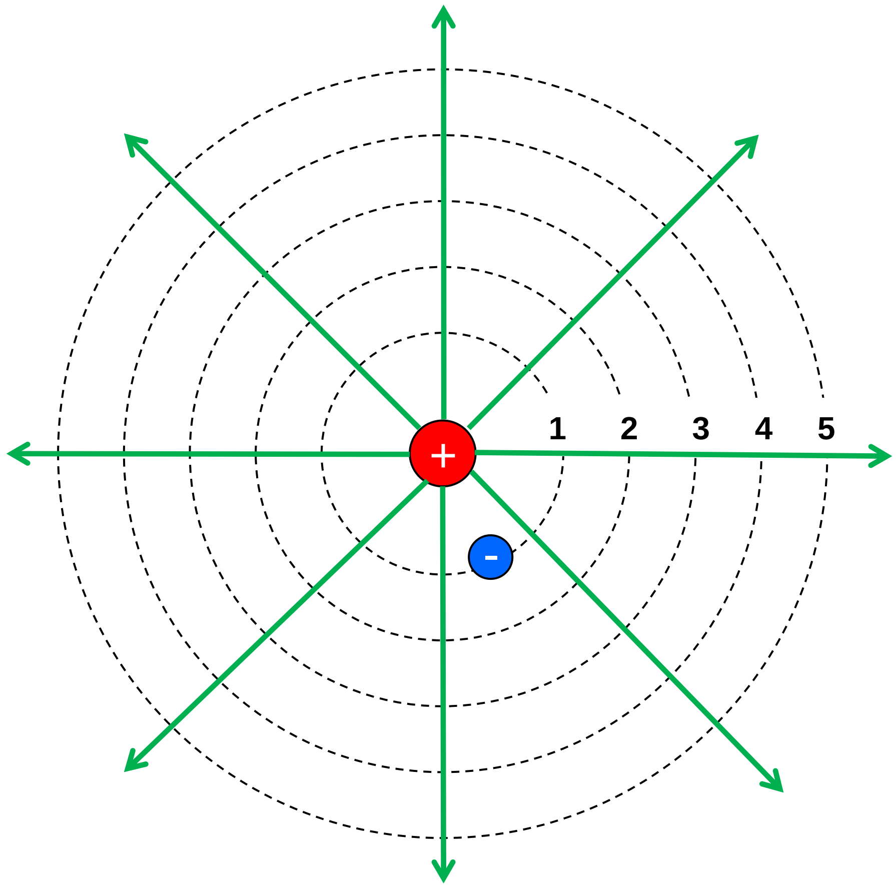
Energiemodell von Wasserstoff

Wasserstoffatom:



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

Die für die Kreisbewegung erforderliche <u>Radialkraft</u> wird durch die Coulombkraft erzeugt.

Bohrsche Radien:

(1) Quantenbedingung $n \cdot \lambda = 2 \cdot \pi \cdot r_n$ n = 1, 2, 3, …

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

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

v = ?

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

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

<u>Kreisbahn:</u>

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

(Coulombkraft)

$$\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{{r_n}^2} = m \cdot \frac{v^2}{r_n}$$

Für die Bohrschen Radien eines <u>**Wasserstoffatoms**</u> gilt:

$$\boxed{r_n = n^2 \cdot \frac{h^2 \cdot \varepsilon_0}{\pi \cdot m_e \cdot e^2}}$$

konstant ⇨ $r_n \sim n^2$

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

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

Energieverteilung:

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

(1) Bewegungsenergie des Elektrons und (2) potenziellen Energie im elektrischen Feld

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

$$E_{pot} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$$

(Arbeit im Coulombfeld)

$(F_{el} = F_R)$: $s.o.$

$$\underbrace{E_{kin} = \frac{\cancel{m}}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot r \cdot \cancel{m}} \qquad E_{pot} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r}}$$

$q_1 = -q_2 = e$

$$E_{ges} = E_{kin} + E_{pot} = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 \cdot r}$$

r = … s.o.

$$\boxed{E_n = -\frac{m_e \cdot e^4}{8 \cdot {\varepsilon_0}^2 \cdot h^2} \cdot \frac{1}{n^2}}$$

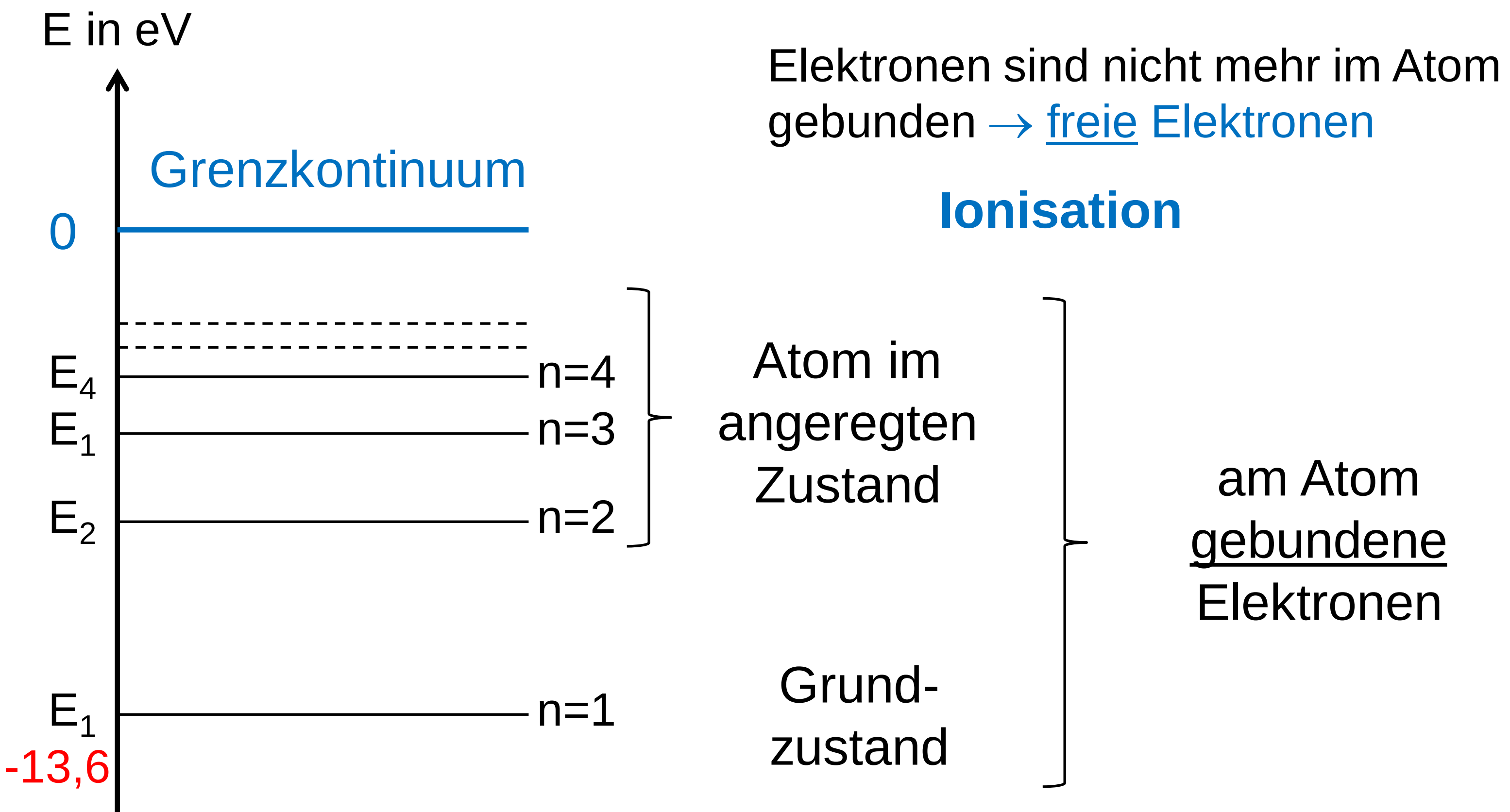
$$E_n \sim \frac{1}{n^2}$$

$$\boxed{E_n = E_1 \cdot {}^1/_{n^2}}$$

!

<u>Jedem Radius</u> der Elektronenbahn ist <u>ein diskreter Energiewert</u> zugeordnet und entspricht einer Energiestufe.

► Energiestufenmodell *(Energietermschema)*



betrachten wir nicht !

Damit Atome (z.B. Wasserstoff) Licht aussenden können, müssen die Elektronen sich in einem höheren Energiezustand befinden.

Dem Atom muss Energie zugeführt werden.

- thermische Energie
- elektrische Energie
- chemische Energie
- mechanische Energie, …

Die Atome befinden sich dann in einem **angeregten Zustand**.

Die Atome sind bestrebt einen energetisch niedrigeren Zustand (Grundzustand) einzunehmen.

Durch Quantensprünge ($t=10^{-8}s$) auf ein niedrigeres Energieniveau kann die Energie als **Lichtquant** abgegeben werden.

$$E = h \cdot f \quad \Longrightarrow \quad \boxed{f = \frac{\Delta E}{h}}$$