

Elektronenmikroskopie

Stärke Elektronen-Kern - WW ~ Ordnungszahl

$$E_{WW} = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{Gleichsetzen} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2eU}{me}} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{h}{mc \sqrt{\frac{2eU}{me}}} = \frac{1.23 \cdot \sqrt{U}}{\sqrt{U}}$$

$$E_{pot} = e \cdot U$$

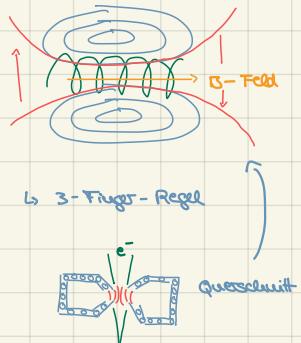
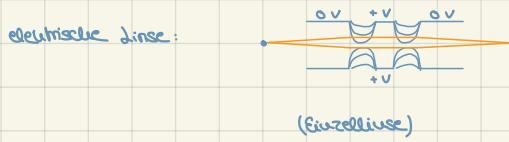
$$\text{für } U = 10 \text{ kV} \quad \approx \lambda = 0.017 \text{ nm}$$

$$\lambda_{min} \approx 0.006 \text{ nm}$$

(\rightarrow trotzdem keine aktive Auflösung!)

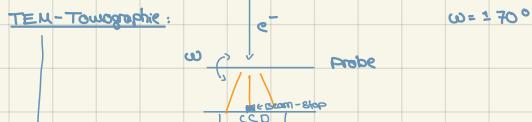
Rampeffekt → Wellen nicht parallel → schlechte Auflösung

Elektronen schießen auf Metall & schlagen e^- raus (Auger) → schlechtere Auflösung



$$\vec{F}_{Lorentz} = (q \cdot \vec{v}) \cdot |\vec{B}| \cdot \sin(\theta) \\ = q \times \vec{v} \times \vec{B}$$

B: mag. Flussdichte [T]



Auflösung nicht bei jeder Struktur möglich!

REM - Rasterelektronenmikroskopie

- ↳ Elektronenstrahl raster über Probe, schießt e^- raus die dann gemessen werden
- ↳ hohe Vierladungszahl → starke Streuung → viel Signale
- ↳ Kontrast ungewöhnlich zu TEM
- ↳ Primärelektronen: rückgestrahlte e^- → hohe Energie (~ keV)
- ↳ Sekundärelektronen: WW von e^- im Strahl mit Atomen / Molekülen der Probe → niedrige Energie (~ eV)
- ~ 2 nm Tiefe; Auflösung durch Elektronenstrahl begrenzt

Augerelektronen



- a) Rückstrahl elektronen, elastisch; Streuung im Coulombabstoßung der Atome
- b) Rückstreuung aus langwaven Elektronen, aus innerer Schale
- c) Augerelektronen elementspezifisch

EDX - Energy Dispersive X-ray analysis

- ↳ Min. Energie der Elektronen wird gemessen



$$E(n_1) = E(n_1=2) \rightarrow (n_2=1)$$

$$\begin{aligned} &= Ry \cdot (z-1)^2 \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) \\ &= Ry \cdot (z-1)^2 \left(1 - \frac{1}{4} \right) \\ &= Ry \cdot (z-1)^2 \cdot \frac{3}{4} \end{aligned}$$

(Moseley)

R: 13.6 eV

Koordinatene. v. Hz!

Elektronenspektroskopie ?

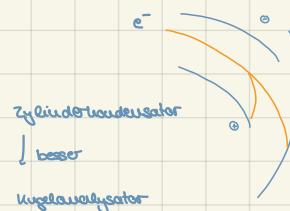
1) kin. Energie messen

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = e U \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m_e}}$$

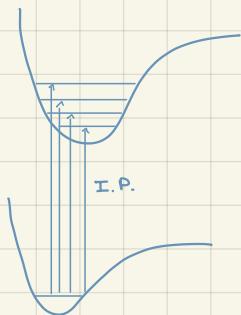
Gesetz. kann durch Ableitung

im Kondensator ermittelt werden

2) B - Feld messen

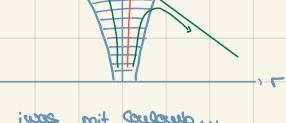


3) Flugzeit messen



durch el. Feld \rightarrow Feldgradient \Rightarrow e⁻ kommt schon früher aus Topf raus
 \hookrightarrow J^{max}: Gradient immer flacher machen um Ionisierungsrate zu beobachten

$h\nu$ = Ionisierungsenergie



integrieren ...

$$F = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Integrieren

$$U = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

ZEUE

zero Elektron Kinetic Energy

\Rightarrow el. Feld wird genutzt eingeschleust

1. Puls schickt e⁻ mit kin. Energie raus

\hookrightarrow nur noch e⁻ ohne Ekin im Pot. topf

2. Puls kann Ionisierungsenergie abfangen

MATI Massenanalyse mit Ionisierung

\Rightarrow was mit Massenanalyse

aus Masseninformation Info wovon das

e⁻ kommt?