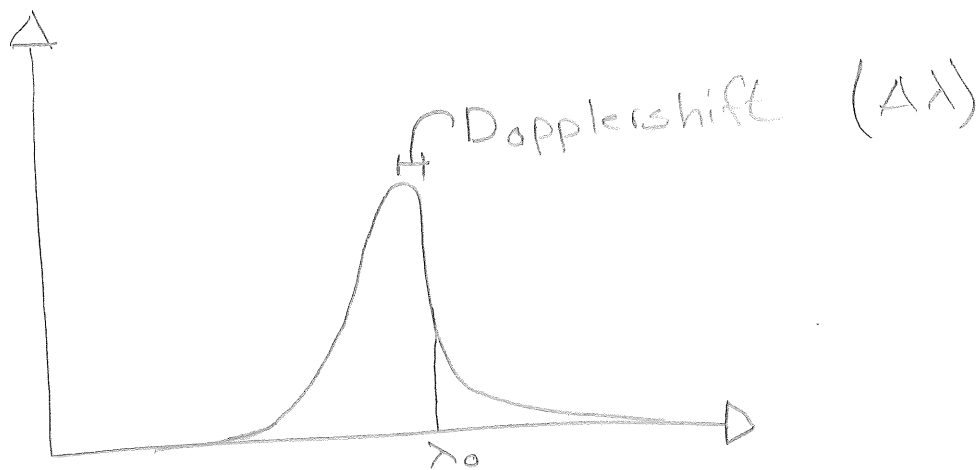


# Föreläsning 3

Hur smal behöver atomers  
absorptionslinje vara?

UPPSKATTNING



$$\lambda = \lambda_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right)$$

↑ atomen "ser"  $\lambda$       ↑ original

↑ atomen hastighet (-v → atomen rör sig mot ljuskällan)

$$\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda = \lambda_0 - \lambda_0 + \lambda_0 \frac{v}{c} = \lambda_0 \frac{v}{c} \sim \lambda_0 \frac{3 \cdot 10^2 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

$$= 10^{-5} \lambda_0$$

$$\lambda_0 \sim 100 \text{ nm}$$

$$\Delta\lambda \sim 10^{-5} \cdot 100 \text{ nm} \sim \boxed{10^{-4} \text{ nm}}$$

# VÅR VÄGEGENSKAPER HOS

# PARTIKLAR MED MASSA!

---

## Fotoner

- ingen vilomassa
- rör sig alltid med  $v=c$
- $E=hf$
- $p = \frac{h}{\lambda} = \hbar k$ ,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

---

## Partiklar med massa

- elektroner  $m_e$
- protoner }  $\sim 2000 m_e$
- neutroner }

- $f = E/h$

- $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\hbar k} = \frac{2\pi}{k}$ ,  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$

Symmetri

## Exempel

Damppartikel:

$$m = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ kg} \quad (\sim \mu\text{g})$$

$$v = 2 \text{ cm/s} = 0,02 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \stackrel{\text{uppskattning}}{=} \frac{6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-9} \text{ kg}} = 3 \cdot 10^{-23} \left[ \frac{\text{kg m}^2 \text{ s s}}{\text{s}^2 \text{ m kg}} = \text{m} \right]$$

$\approx \boxed{10^{-23} \text{ m}}$  — omätbart liten våglängd.

---

## Ex 2

Elektron:

$$E_k = 120 \text{ eV} = 120 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ [As} \cdot \text{V} = \text{J]}$$

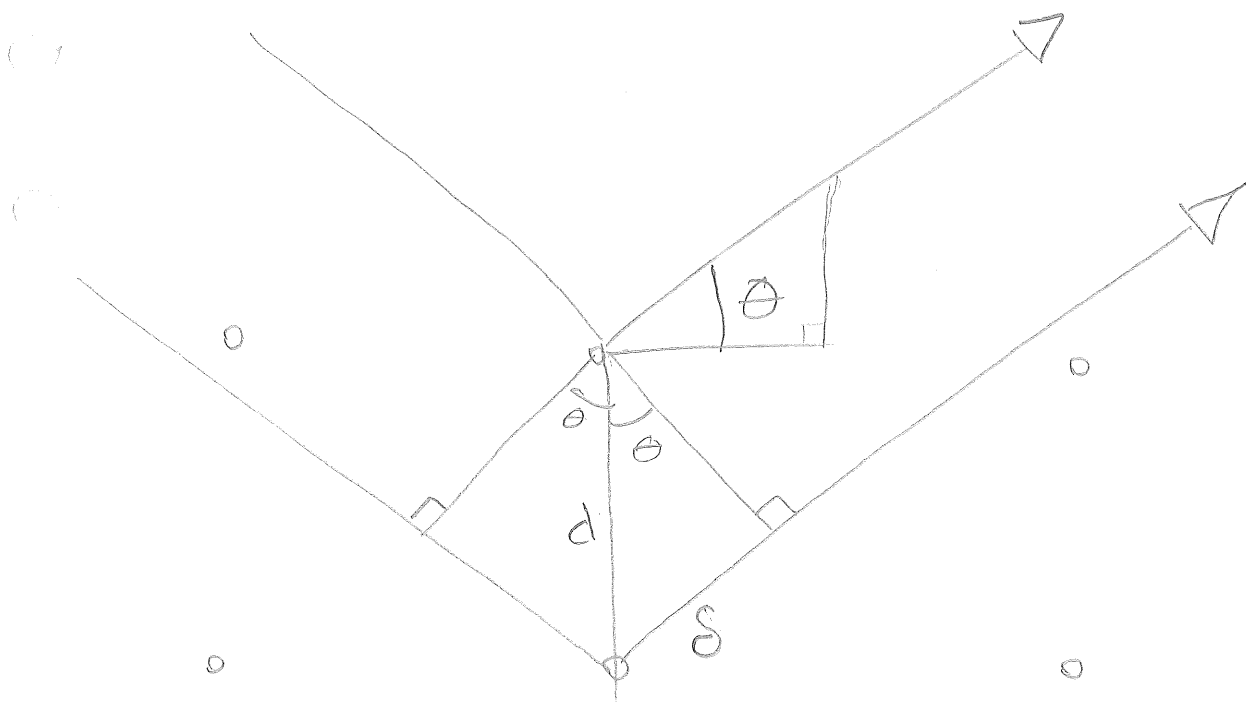
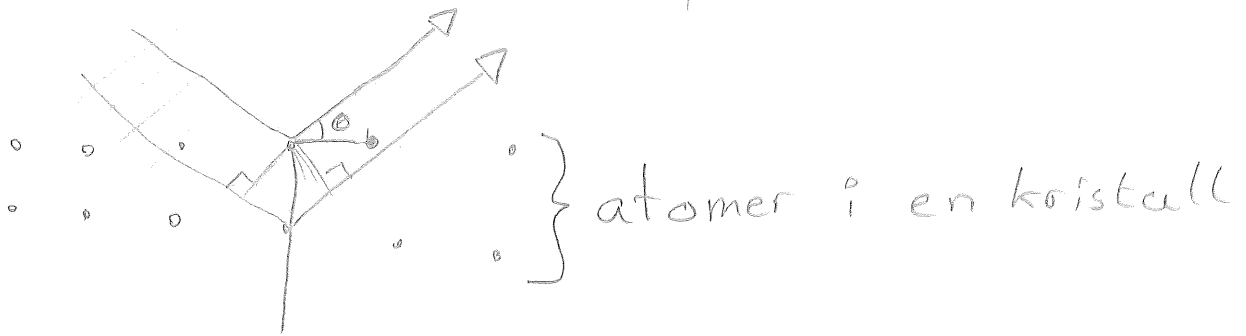
$E_k$  kinetisk

$$\lambda = \frac{h}{p}, \quad E_k = \frac{p^2}{2m}, \quad \left( p = \sqrt{2E_k m} \right)$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2E_k m}} = \dots = \boxed{1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}}$$

# Bragg reflektion

Krystaller som multispalt

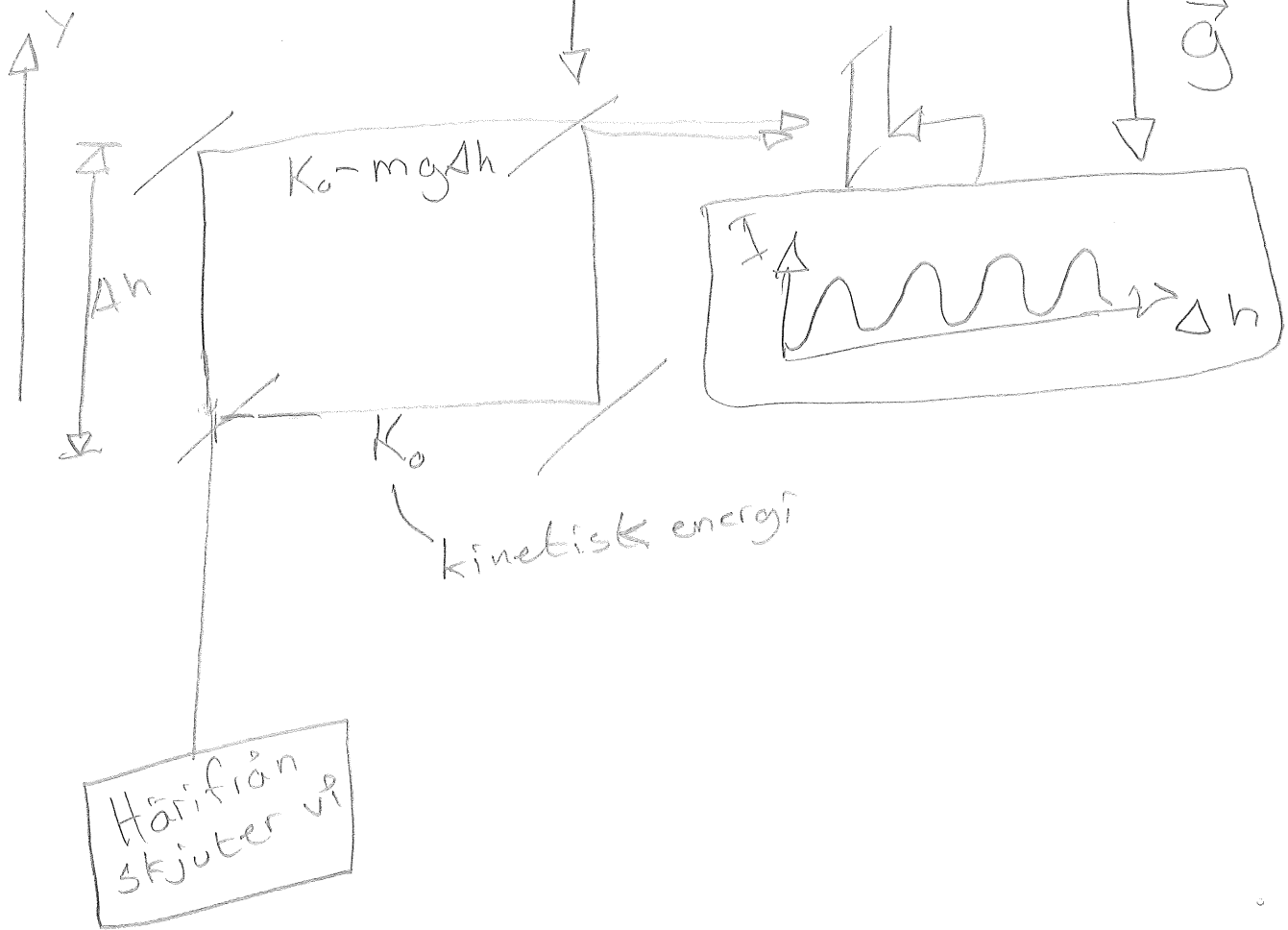


Konstruktiv interferens när:

$$2d = m\lambda, \quad m \in \mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{2d \sin \theta = m\lambda} \quad \leftarrow \boxed{\text{Bragg villkoret}}$$

# Neutroner



Detta fungerar även med  
BUCKY BALL - MOLEKYLER!

$C_{60}$  (fotbollsstruktur)

När och var kommer det  
slåta funka?