

## Fotoelektrisk effekt

Klassiske forventninger:

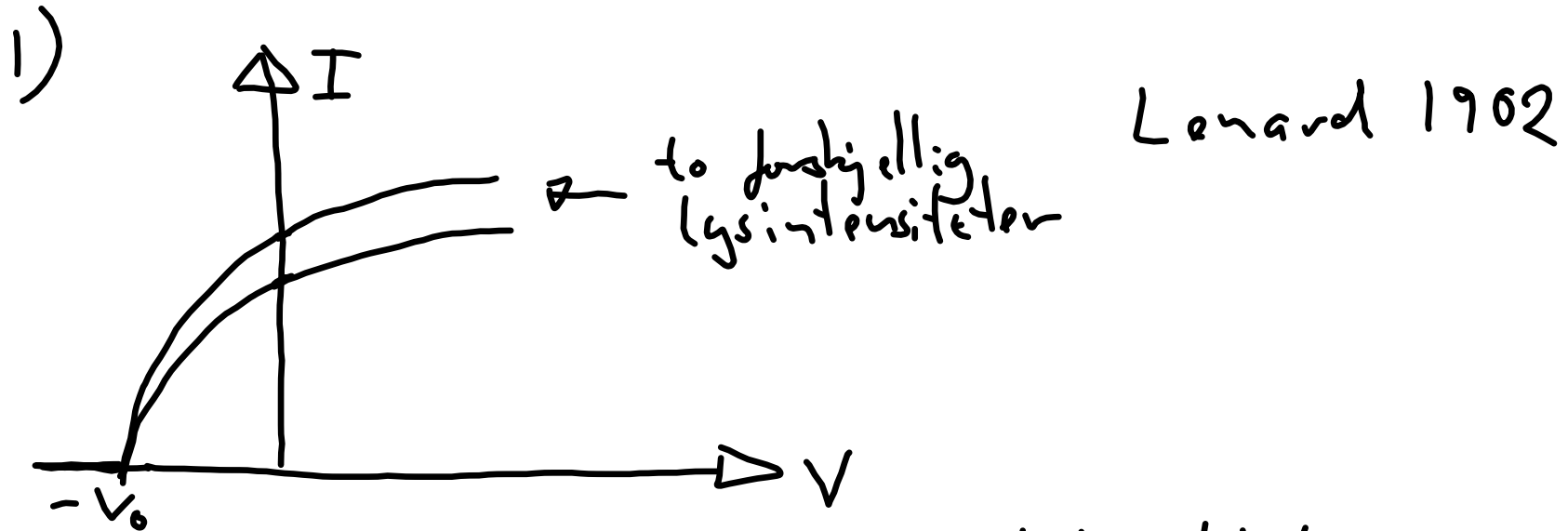
1) Økt lysintensitet  $\Rightarrow$  høyere kinetisk energi for elektronene

$$\vec{F} = e\vec{E} \quad \text{i em}$$

2) Fenomenet bør forekomme ved alle frekvenser  $\nu$ .

3) Det burde ta litt for de første elektronene dukker opp.

Ingen av disse forventningene står til!

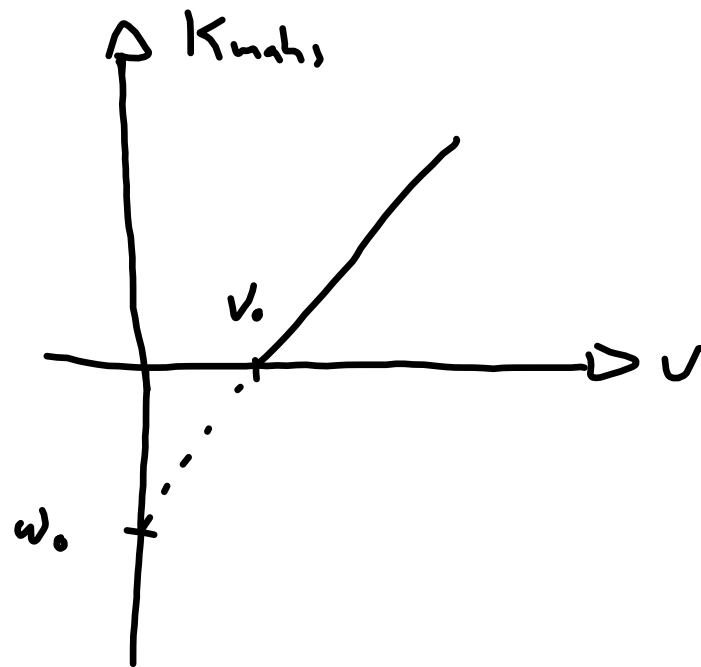


Maksimal kinetisk energi til elektronene er  $K_{\text{maks}} = eV_0$

Denne kinetisk energi,  $K_{\text{maks}}$  som er uavhengig av intensitet.

Einstein 1905: Lys består av enhetskvanta med energi  $E$

2) Det finnes en minste frekvens  $\nu_0$  som gir strøm.



Millikan 1915

I tillegg så er  $K_{\max}$  en lineær funksjon av frekvensen

$$K_{\max} = h\nu - \omega_0$$

Tolkningen er et lys kommer i pakker med  $E = h\nu$ .

$\omega_0$  - arbeidsfunksjon (typisk av størrelse eV)

Vanlig lys  $\lambda = 400 \text{ nm}$  (violett) gir

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ nm eV}}{400 \text{ nm}} \approx 3,1 \text{ eV}$$

$$\boxed{\lambda \nu = c}$$

3) Elektroner blir emitert momentant

Eksempel: Kalium  $\omega_0 = 2,1 \text{ eV}$



Lysstyrke

$$A = 4\pi r^2$$

$$A_0 = 2\pi r^2 = 2\pi \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$$

Antal at  
elektroner  
absorberes  
i en vridning  
på  $r = 10^{-10} \text{ m}$   
rundt seg selv.

Energi per sekund som treffer elektron on

$$R = 1 \text{ W} \cdot \frac{A_e}{A} = 0,031 \text{ eV/s}$$

Hvis dette skal bygge seg opp for å løsne elektronet tar det

$$t = \frac{2,1 \text{ eV}}{0,031 \text{ eV/s}} = 68 \text{ s}$$

Hva er forskjellen mellom Planck og Einstein?

Mer enn diskretisering av energi, lyset kommer i følge Einstein som energikvanta. Støtet krever bevegelsesenergi for fotonen. (Einstein 1917)

# Röntgenstråling

De akselerasjon av elektroner. Bremsstrahlung.

$$E = 100 - 10^5 \text{ eV} \quad (V = 100 \text{ v} - 100 \text{ kv})$$

Kontinuerlig spektrum.

Hvorfor finnes det en  $\lambda_{\text{min}} / \nu_{\text{max}}$ . ( $\nu \lambda = c$ )

$$E = h\nu = K_e - K_e' \quad \begin{array}{l} \text{energi etter} \\ \text{en kollisjon} \end{array}$$

↑ inkomende energi

Maksimal energi er når  $K_e' = 0$ .

Gir maksimal frekvens  $\nu_{\text{maks}}$

$$E_{\text{maks}} = h\nu_{\text{maks}} = K_e$$

$$\nu_{\text{maks}} = \frac{K_e}{h} = \frac{eU}{h}, \quad \lambda_{\text{min}} = \frac{hc}{K_e} = \frac{hc}{eU}$$

spenning i röntgenapparat

---

Tilbake til eksempel med 1W pære

Effekt per arealenhut  $M = \frac{1W}{4\pi m^2} \approx 5 \cdot 10^{17} \text{ eV/m}^2\text{s}$

Med fotonen på  $E = 2,1 \text{ eV}$  blir antall lyskvanta

$$N = \frac{M}{E} \approx 2,4 \cdot 10^{17} \text{ fotoner/m}^2\text{s}$$

## Bragg diffraksjon

Hvordan måle bølglengde?

## Bragg krystallspærparameter

Får konstruktiv interferens for forskjellige veilengder for strålingen.

Krav

$$2d \sin \varphi = n\lambda, \quad n=1,2,\dots$$

Ved å rotere krystallet (endrer  $\varphi$ ) til vi finner et maksimum på strålingen, og kjenner  $d$ , så kan vi regne ut  $\lambda$ .