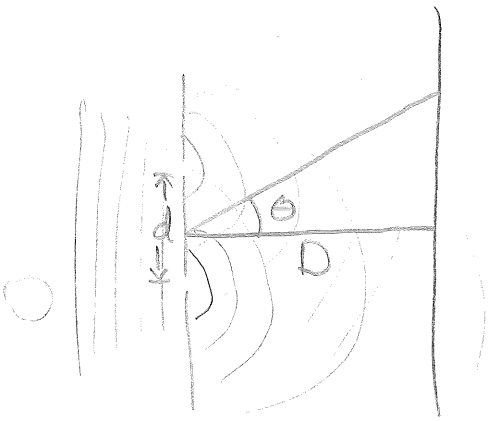
Föreläsning 2

Repitition:

Koherent ljus =



Vi bryr oss inte om diffraktion nu.

Interferensmaximum: $d \sin\theta = m\lambda,\ m \in \mathbb{Z}$

Interferensminimum: $d \sin\theta = m(\lambda + \frac{1}{2}),\ m \in \mathbb{Z}$

$$\left.\begin{aligned} \frac{Y_m}{D} &= \tan\theta_m \\ \frac{\lambda m}{d} &= \sin\theta_m \end{aligned}\right\} \frac{Y_m}{D} = \frac{m\lambda}{d}$$

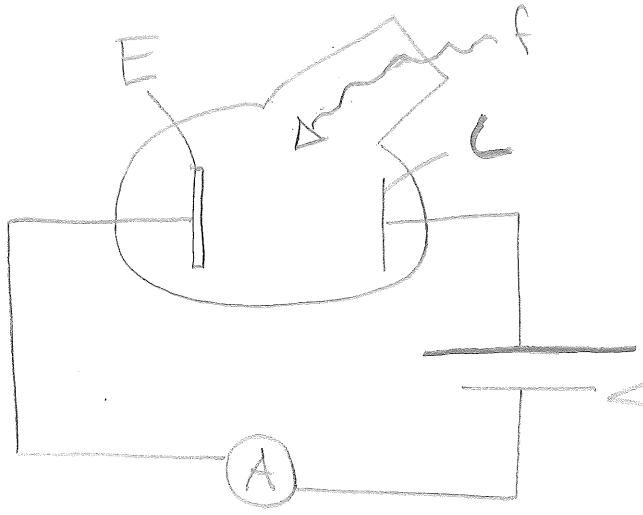
omm $D >> d$

Viktigt att komma ihåg, t.ex på datorlabben

$d \geq \lambda$ för att vi ska observera ränder

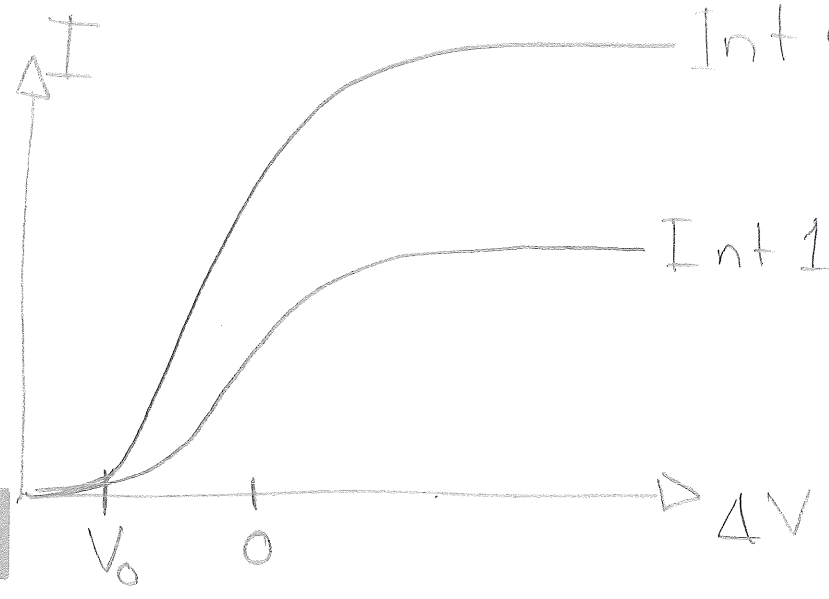
Idag läser fotonen en partikel

Fotonen som partikel



Använder man en sån här apparat så får man

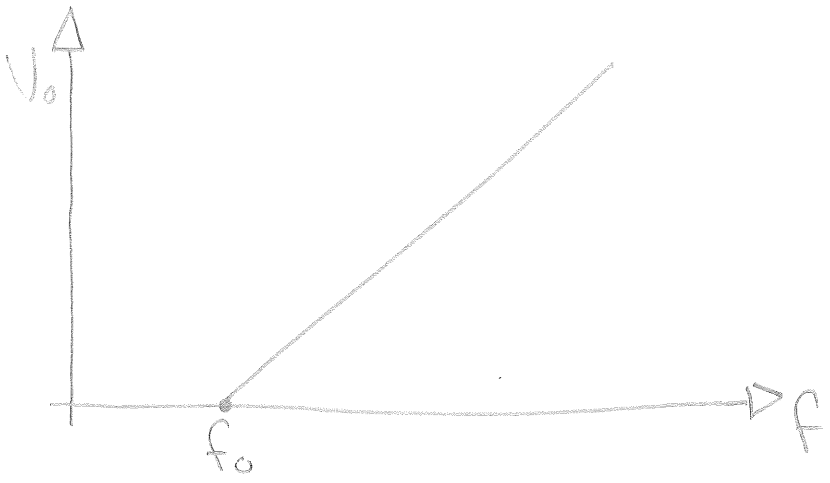
följande resultat:



Uppför — nedför

för elektronerna

⊖-spänning ⊕-spänning



DETTA fick Einstein nobelpris för.

1. Dubbel ljusintensitet ger bara högre antal elektroner (samma V_0)

2. När $f < f_0$ frigörs inga elektroner ($f < f_0$ är gränsfrekvensen)

3. Elektronström uppträder omedelbart

Einsteins Hypotes

Ljuspartiklar = foton

(ord som slutar med -on är partiklar, typ)

$$E_f = hf$$

$$[h] = Js$$

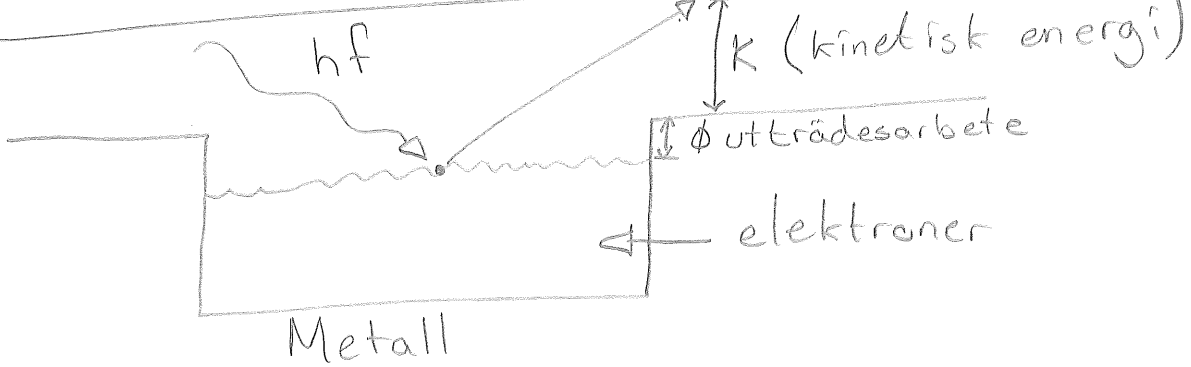
↓

enhetsklamrar

Andra viktiga formler

$$f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$



Det kommer en kvanta energi med energin hf.

- en foton kolliderar med en elektron
- $hf = \phi + K_{max}$ — energin går till utträdesarbete och resten till maximal kinetisk energi.

Viktigt:

Slänger man i en treåring i ett bollhav så kommer treåringens energi att överföras i en boll. Om bollen lyckas flyga ur bollhavet så är barnets energi större eller lika med utträdesenergin..

stopping potential

eV_0 = energiändring hos elektronen när den upplever potentialskillnad V_0.

e: elektronens laddning

om $eV_0 = 0$

$f_0 = \frac{\phi}{h}$ (såhär mäter man utträdesarbete)

eftersom:

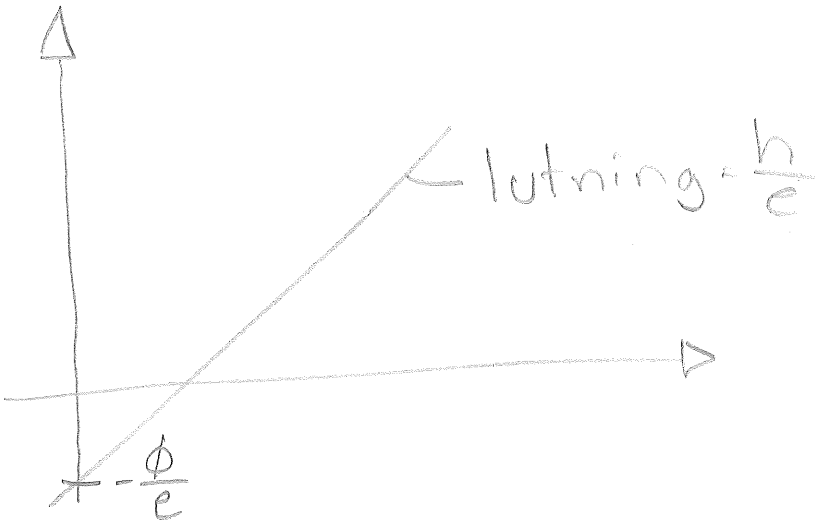
$hf = \phi + eV_0$

ATT MÄTA PLANCK'S KONSTANT

$$V_0 = -\frac{\phi}{e} + \frac{h}{e} f$$

$$h = (\text{lutning}) \cdot e = \frac{\overline{ab}}{\overline{bc}} \cdot e = \frac{(2,30 - 0,68)\,V}{4 \cdot 10^{14}\,Hz} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} =$$

$$6,6 \cdot 10^{-34} \left[\frac{VAs}{s} \cdot s\right] = [Js]$$



Soppa på enheter:

$$J = Nm = \frac{kg\,m^2}{s^2} = VAs$$

$$1\,eV = 1,6022 \cdot 10^{-19} [VAs] = [J]$$

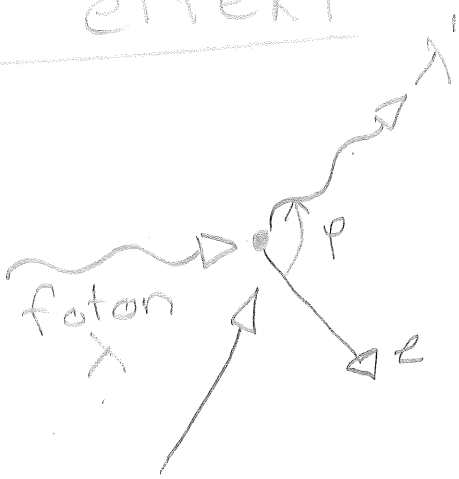
$1\,eV$ ↑ $[As]$

KOM IHÅG

Skriv en enhetslista!

Comption effekt

Ljusspridning



- En foton **sprider** mot en elektron
- Rörelsemängden konserveras ($\bar{p}$)

$$p_\lambda = p_e + p_{\lambda'}$$

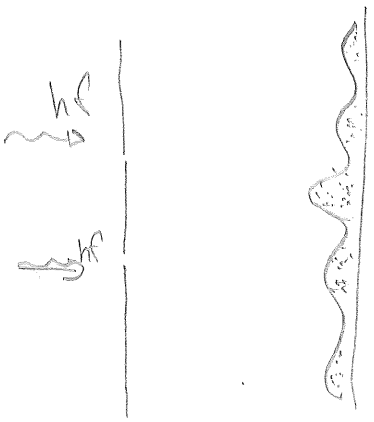
$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{me}(1-\cos\theta)$$

Härledd i boken.

Interferens med enstaka fotoner

- Varje foton ~~gg~~ landar "slumpaktigt" på ett (lokalt) ställe på skärmen.
- Sannolikhetsfördelning skapar interferensmönster.

fotonerna interfererar med sig själv!



håller vi för en spalt:

SLUTSATS

Ljus består av fotoner.

$E_f = hf = \hbar\omega$

$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}\ Js$

$\hbar = \frac{h}{2\pi}$

$\omega = 2\pi f$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (vågtal)

$p = \frac{h}{\lambda} = \hbar k$ (rörelsemängd)

EJ HÄRLEDNING

$E = \frac{mv^2}{2}$

$\Leftrightarrow E = mv \cdot v$

$mv = p$

$\Leftrightarrow E = pv$

$hf = pv$

$hf = p\lambda f$

$\boxed{p = \frac{h}{\lambda}}$

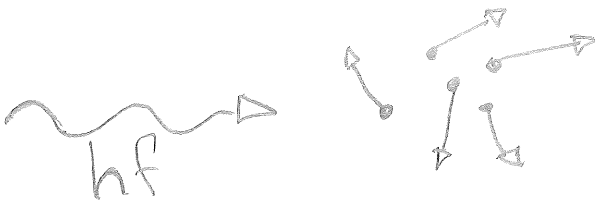
Så gjorde Einstein... inga bevis utan relativistiska ekvationer.

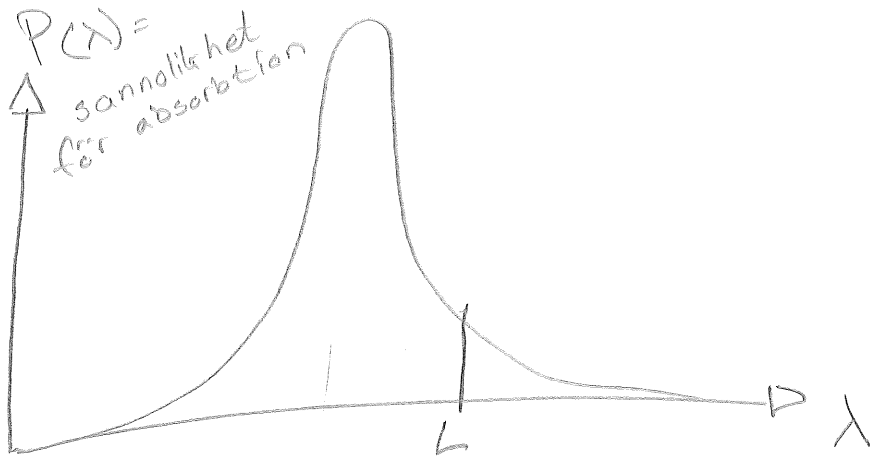
Laser cooling

Kylning innebär reducering av temp vilket innebär reducering av termisk rörelse.

"Bromsa atomer i en gas" - bokstavligt

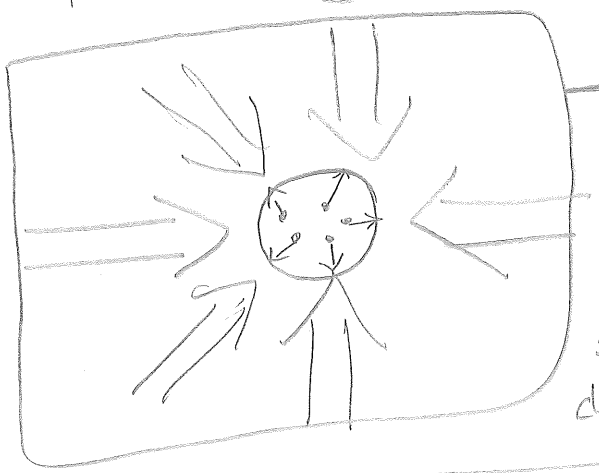
$\Rightarrow$ kylning.





Vi väljer en laser med precis lagom lite för lång våglängd L.

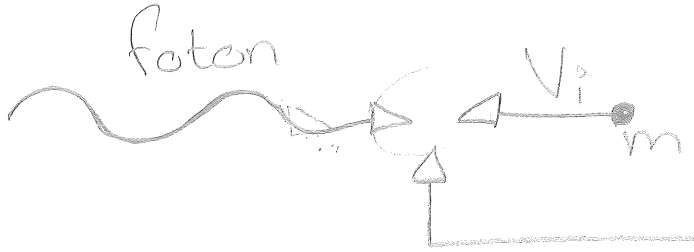
Pga dopplereffekten kommer atomerna på väg mot lasern att absorbera energin eftersom de "ser" en kortare våglängd än de på väg bort från lasern.



6. laserstrålar
temp går fr 300K → μK

Emissionen skickar fotoner åt olika håll så slumpaktigt det påverkar inte rörelseriktningen.

Netto: Atomerna "stannar"



$$p = \frac{h}{\lambda}$$

minustecknet innebär att fotonen och atomen rör sig åt olika håll

$$mv_f = mv_i - \frac{h}{\lambda}$$

v_f: final

$$\frac{h}{\lambda} = m(v_i - v_f) = m\Delta v$$

Sample problem 45-5

a) Ar

$m = 40{,}0\ u \quad (u = 1{,}67 \cdot 10^{-27}\ kg)$

$\frac{3}{2} K_B T = \frac{1}{2} m v^2 \quad (K_B = \text{Boltzmans konst.})$

$v = 430\ m/s$

b) Atom absorberar en foton ($\lambda = 105\ nm$)
Hastighetsändring?

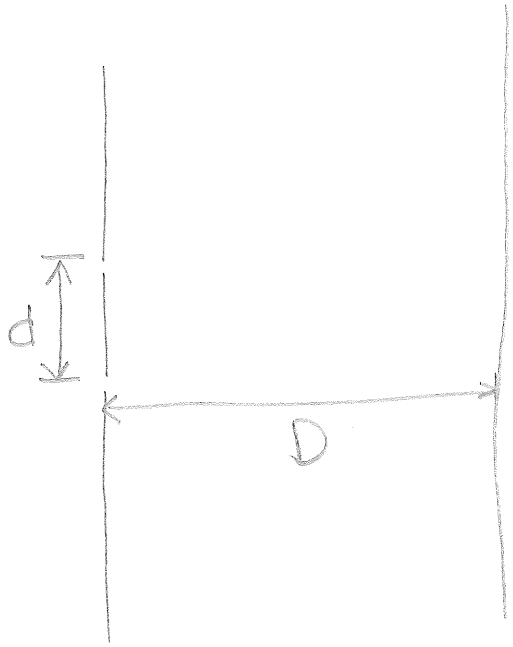
$$\Delta v = -\frac{h}{m\lambda} = \frac{\text{RÄKNA RÄKNA}}{\text{RÄKNA RÄKNA}} = 1 \text{ svar}$$

Sample Problem 41-1

$\lambda = 546\,nm = 5{,}46 \cdot 10^{-7}\,m$

$d = 0{,}12\,mm = 1{,}2 \cdot 10^{-4}\,m$

$D = 55\,cm = 0{,}55\,m$



b) $d \cdot \sin\theta = n\lambda$ MAX

$\Leftrightarrow \theta = \arcsin\left(\frac{n\lambda}{d}\right)$

a) $d \cdot \sin\theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$ MIN

$\Leftrightarrow \theta = \arcsin\left(\frac{(n+1/2)\lambda}{d}\right)$

c) $\frac{Y}{D} = \tan\theta \Leftrightarrow Y = D\tan\theta$

a) $m = 0$

$\theta =$