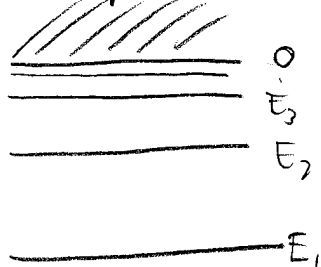


Kvantfysikens principer

12/11

Repetition: energikvantisering (uppg 2-P7, 3-P7)

fripartikel

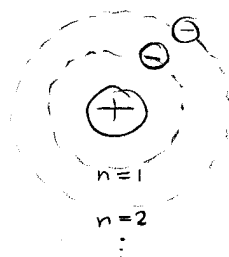


} bundna
tillstånd
("stående vågor")

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$$

Rydbergenergin
 $\approx 13.6 \text{ eV}$

Experimentellt: ser fotoner från att elektronen exciteras eller de-exciteras.



hoppas upp
till högre "n"

hoppas upp
till lägre "n"

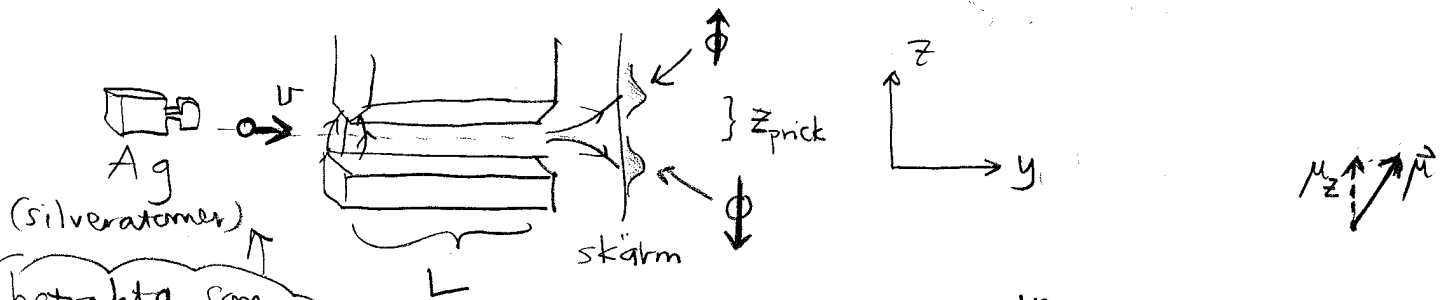
oändligheten:
noll energi (konvention)

Poäng: energin hos fotonerna (och därmed elektronerna) kan bara anta vissa, stegvisa, värden, inte vilka som helst däremellan. Energikvantisering.

kvantum = "viss myckenhet" (SAOB)
alltså en odelbar
minsta enhet, i det
här sammanhanget
(jfr. "kvantitet")

Nu: spin - kvantisering.

S-6-apparat som "filter för spin i z-riktningen"



betrakta som
enskild elektron,
ur magnetisk
synvinkel

- Inhomogent fält: $\frac{dB}{dz} > 0$, $F_z = +\mu_z \frac{dB}{dz}$
- Initialhastighet: $v_y > 0$, $v_z = 0$
- Färdas sträcka L i magnetfältet

(Antag att avståndet mellan magneterna och skärmen är försumbart.)

Kan räkna ut "z_prick", avståndet till t.ex. övre pricken från punkten rakt fram om vi vet hur "starkt" magnetisk kompassnålen är", dvs. vad μ är för en elektron. (Prova!)

Om man vänder på det: mät z_prick, ger μ .

Definiera spin analogt med $\vec{L}$ (rörelsenängdsmoment).

$$\vec{\mu} = \frac{q}{2m} \vec{L} \Rightarrow \vec{S} = \frac{2m}{q} \vec{\mu}$$

ersätt
med $\vec{S}$

$$\text{För elektron: } |\vec{S}| \approx \frac{10^{-31} \text{ kg}}{10^{-19} \text{ C}} \cdot 10^{-23} \text{ A m}^2 \approx 10^{-35} \text{ J s} \approx \hbar$$

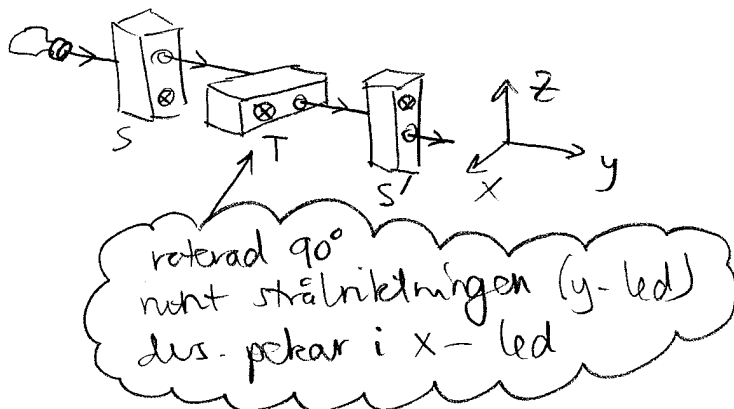
$\uparrow$
 C/s

$$\left[\begin{array}{l} \text{Vi ser från "arbete" = "kraft" \cdot "sträcka", och } F=ma, \\ \text{att } 1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2, \\ \text{så } 1 \text{ J s} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s} \end{array} \right]$$

Så spinnet har en magnitud av storleksordningen $\hbar$, och kan bara anta två möjliga värden för en elektron, som visar sig vara $s_z = \frac{\hbar}{2}$ eller $-\frac{\hbar}{2}$.

Mer information om spin

S-G : 3 stycken



vi har sett att den 2:a (roterade) apparaten verkar få elektronen att glömma bort att vi filtrerade fram t.ex. $\uparrow$ (även kallat "+") i första apparaten.

jfr. $\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$

gäller även $\Delta s_x \Delta s_z \geq \frac{\hbar}{2}$

men (vilket vi inte ser från ovanstående):

$\Delta s_z \Delta s \geq 0$, dvs. "kommuterar"
(samtidigt mätbara utan kvantfysisk begränsning)

Amplitud: $\langle i | j \rangle$ (för att "j" skall bli "i")

Tillstånd: $|i\rangle, |j\rangle, \dots$

Allmänt tillstånd: superposition $|i\rangle + |j\rangle + \dots$

(kan ha komplexa
tal här)

Mer om detta

i detalj senare, men nu:

antag  $=: | +S \rangle$
"Stern-Gerlach"

roterad  $=: | +T \rangle$

regler: $\langle +S | +S \rangle = 1$
 $\langle +S | -S \rangle = 0$

$$\langle +S | +T \rangle = \cos \frac{\theta}{2}$$

(skriver $\frac{1}{2}(1 + \cos \theta)$
på föreläsningen,
inte det som används
i Java-exemplet,
gäller för "spin 1")

Räkna ut sannolikheten för $| -S' \rangle$
uppställningen på förra sidan,
och antalet $| -S' \rangle$ som kommer
ut om vi skickar in t.ex. 10 000.