Vad är spinn?

Spinn är en intrinsik kvantmekanisk egenskap, som egentligen inte har ett klassisk ekvivalent. Den är en del av partikelns rörelsemängdsmoment, som skulle motsvara rotation kring sin egen axel. Men, även partiklar som är punktformig (till ex e^-) har spinn.

Läget eller rörelse mängd kan ha vilket värde som helst. De är annorlunda för spinn.

Spinn är en vektor $\vec{s} = (s_x, s_y, s_z)$

Om man mäter s_z, kan man bara får de här värden:

* $s_z = -\hbar s, -\hbar(s-1), \ldots, \hbar(s-1), \hbar s$, så $2s+1$ möjligheter. s är 'spinn kvanttalet', som är ett heltal, eller halvtal, och beror på vilken partikel vi tittar på.

e^-, p^+, och n har $s = \frac{1}{2}$, och heter 'spinn-½ partiklar'.

Deras $\langle s_z \rangle$ värde: $s_z = \pm\frac{1}{2}\hbar$

* Spinn vektorns längd kan bara ta ett värde: $|\vec{s}| = \hbar\sqrt{s(s+1)}$

* Obestämdhets relationen för spinn: (s_x, s_y, s_z):

man kan inte bestämma x och p_x exakt samtidigt, samma för s_x, s_y, s_z. Om man mäter s_z, kan man inte bestämma s_y eller s_x. Så, man kan bara bestämma en av de tre! ~~Då vet man allt som går~~ Man kan dock mäta $|\vec{s}|$ också, ingen mer!

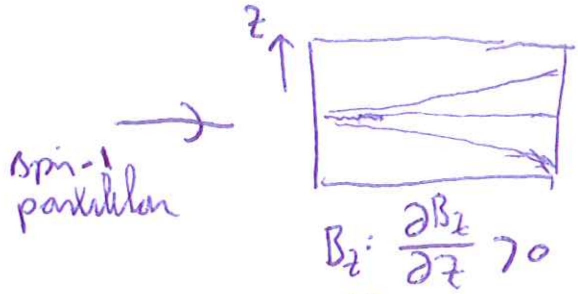
* Partiklar (till ex e) med olika s_z kvanttal: räknas som särskiljbara partiklar, eftersom vi kan mäta s_z!

* Värdet på s bestämmer om en partikel är en boson eller fermion. s heltal: bosoner
s halvtal: fermioner

(utan förklaring här)

Stern-Gerlach apparater:

En partikel med spinn: påverkas av magnetfält, beroende på riktningen av partikelns spinn. Man kan separera partiklar med (till ex.) olika s_z värden:

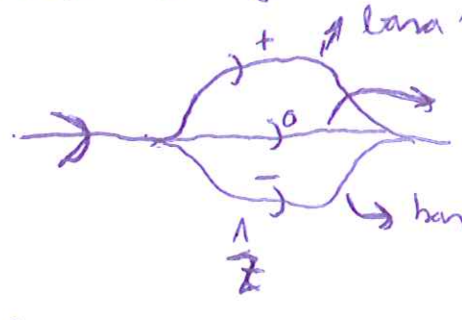


Tre strålar; så upptäcktes spin-1 partiklar!

Vi tittar på partiklar med $s=1$, så $s_z = +\hbar, 0\hbar, -\hbar$.

Andra fall: likadant.

Stern-Gerlach apparat: delar upp en stråle av $s=1$ partiklar; ~~och~~ då kan vi blockera en eller flera av de tre strålarna; till ~~att~~ sist fogas ~~strålarna~~ strålarna som finns kvar tillsammans igen:



bara $s_z = +\hbar$: partiklar i tillstånd $|+\hat{z}\rangle$

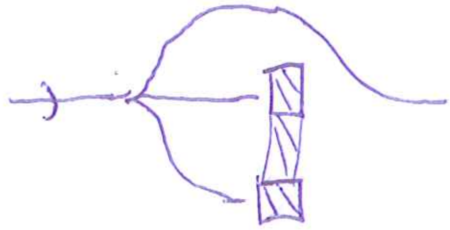
$s_z = 0\hbar$ " " $|0\hat{z}\rangle$

bara $s_z = -\hbar$ " " $|-\hat{z}\rangle$

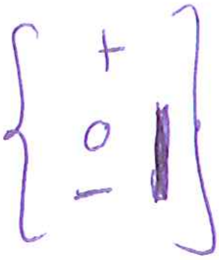
Vi skriver detta som: $\left\{\begin{matrix}+\\0\\-\end{matrix}\right\}_{\hat{z}}$

Vi kan vrida apparaten, så att vi sortera i olika riktningar; vi betecknar de som S, T osv. ($S, T \ldots$ kan vara, till ex. $\hat{x}$, $\hat{z}$, $\hat{x}+\hat{z}$, ...)

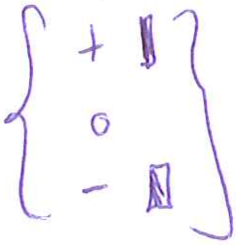
Vi kan blockera en eller flera strålar:



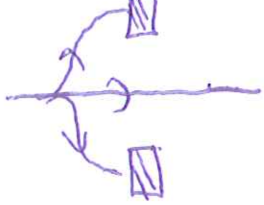
skrivs som:

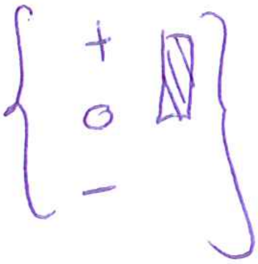


Så:

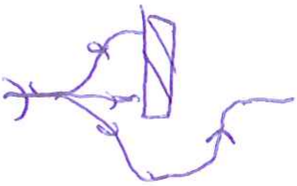


är





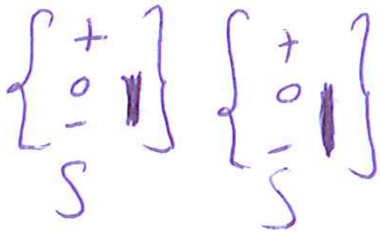
är



I de tre fallen: alla partiklar som kommer genom en apparat har samma s_z: de är i ett 'rent' tillstånd, eller är polariserade.

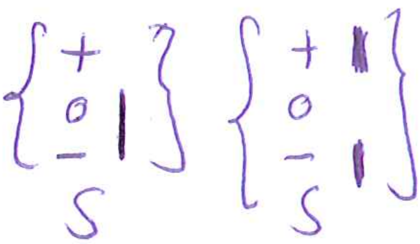
Nu sätter vi flera apparater i rad, och ställer frågan: Vad är sannolikheten att en partikel som kommer genom den första, <u>kommer genom helt</u>?

Först: apparater har samma orientering:

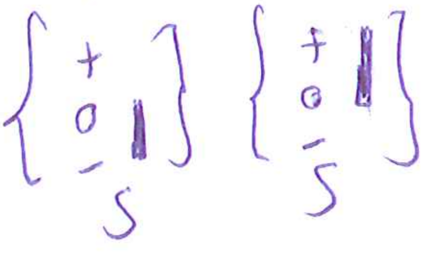


→ ger amplitud: $\langle +S | +S \rangle = 1$

$$P = |\langle +S | +S \rangle|^2 = 1$$



: $\langle 0S | +S \rangle = 0$

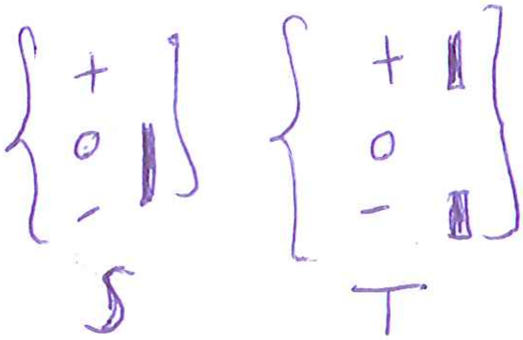


$\langle -S | +S \rangle = 0$

		från		
		$+S$	$0S$	$-S$
till	$+S$	1	0	0
	$0S$	0	1	0
	$-S$	0	0	1

Nu vrider vi den andra apparaten (vinkel α)

Ex:

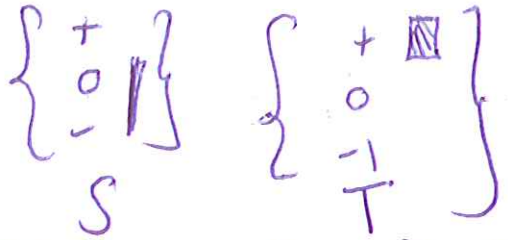


då $\langle 0T | +S \rangle \neq 0$

i allmänhet; beror på vinkel α!

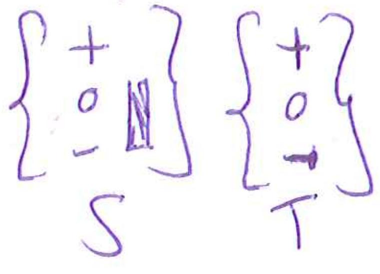
$$P = |\langle 0T | +S \rangle|^2 \neq 0$$

Om T har två öppna utgångar:



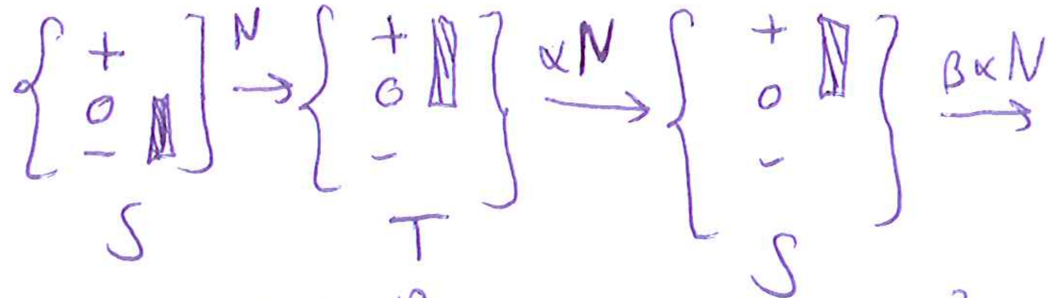
$$\Rightarrow P = |\langle 0T | +S \rangle|^2 + |\langle -T | +S \rangle|^2$$

Till slut:



$$\Rightarrow P = 1 = |\langle +T | +S \rangle|^2 + |\langle 0T | +S \rangle|^2 + |\langle -T | +S \rangle|^2$$

Tre apparater i rad:



$$\alpha = |\langle -T | +S \rangle|^2 ; \quad \beta = |\langle -S | -T \rangle|^2$$

~~Vid 3^e GSA inget minne av den första~~

Nu: samma, men T helt öppet (så den gör inget!):