Nu kommer inget genom längre!
När vi blockerar väg + och 0 i T, då får vi partiklar genom!

Bas tillstånd

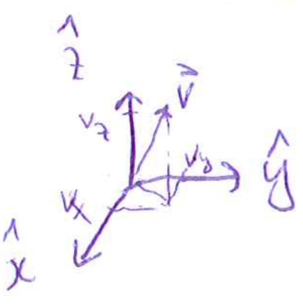
Vi skriver amplituden som: $\langle \text{slut} \mid \text{start} \rangle$
men: $|\chi\rangle$ är som en vektor, den innehåller all information om en partikel. $\langle \chi |$ innehåller samma information.

Om vi har en $s=1$ partikel: $|\chi\rangle$ kan uttryckas i termer av en bas; $|+S\rangle, |0S\rangle, |-S\rangle$ är bas (komplett uppsättning bastillstånd), men man kan använda vilken bas som helst:

$\begin{Bmatrix} + \\ 0 \\ - \end{Bmatrix}_T \to |+T\rangle$, osv: $|+T\rangle; |0T\rangle; |-T\rangle$:

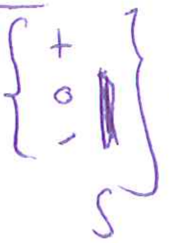
$$|\chi\rangle = a|+S\rangle + b|0S\rangle + c|-S\rangle$$
$$= a'|+T\rangle + b'|0T\rangle + c'|-T\rangle$$

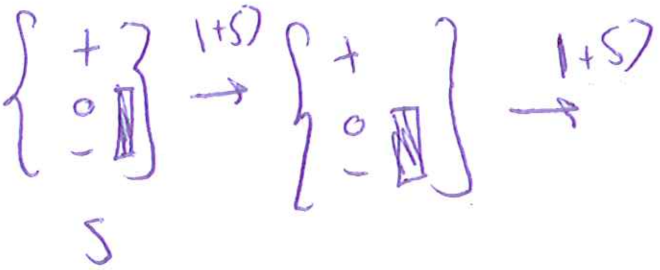
a, a', etc. komplexa tal.



$\vec{v} = v_x \hat{x} + v_y \hat{y} + v_z \hat{z}$

Egenskaper av bastillstånd:

Vi skickar $|+S\rangle$ genom  :



$$\langle +S|+S\rangle = 1$$

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

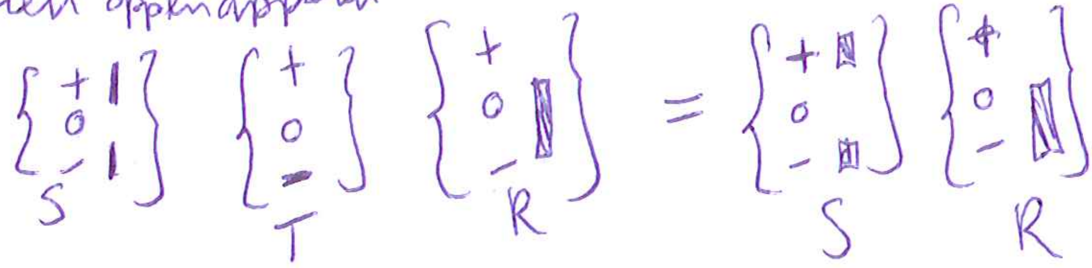
Allmänt för en uppsättning bastillstånd:

(1) $$\langle i|j\rangle = \delta_{ij} \qquad \delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{om } i=j \\ 0 & \text{om } i\neq j \end{cases}$$

(där: $|i\rangle$: $|+S\rangle, |0S\rangle, |-S\rangle$)

Kronecker-delta

Helt öppen apparat:



Amplitud:

$$\langle +R|+T\rangle\langle +T|0S\rangle + \langle +R|0T\rangle\langle 0T|0S\rangle + \langle +R|-T\rangle\langle -T|0S\rangle$$

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

Vänster led: $\sum_{\text{alla } i} \langle +R|i\rangle\langle i|0S\rangle \qquad |i\rangle = |+T\rangle, |0T\rangle, |-T\rangle$

I allmänhet: $$\langle \chi|\varphi\rangle = \sum_{\text{alla } i} \langle \chi|i\rangle\langle i|\varphi\rangle$$

Så; $\sum_{\text{alla } i} |i\rangle\langle i|$ fungerar som 'identitet':

$$\sum_i \langle x|i\rangle\langle i|\varphi\rangle = \langle x|\Big(\sum_i |i\rangle\langle i|\Big)|\varphi\rangle$$

$$\| $$

$\langle x|\varphi\rangle$ detta gäller för alla $|x\rangle$, $|\varphi\rangle$,

Så vi måste ha: $\sum_{\text{alla } i} |i\rangle\langle i| = \mathbb{1}$: 'enhetsoperator'

Vi kan alltid sätta in en "etta" $\mathbb{1}$ någonstans!

Exempel: $|x\rangle = \sum_i |i\rangle\underbrace{\langle i|x\rangle}_{\text{komplext tal, tag } a_i} = \sum_i a_i |i\rangle$

$|x\rangle$ är uttryckt i en bas nu; allt vi behöver veta är

$a_i = \langle i|x\rangle$

Jämför: $|x\rangle = a|+S\rangle + b|0S\rangle + c|-S\rangle$.

③ I allmänhet: $\langle x|\varphi\rangle = \langle\varphi|x\rangle^*$

Jämför: $\vec{a}\cdot\vec{b} = a_x^* b_x + a_y^* b_y + a_z^* b_z$

$\vec{b}\cdot\vec{a} = b_x^* a_x + b_y^* a_y + b_z^* a_z = (\vec{a}\cdot\vec{b})^*$

Så: $\langle x|\mathbb{1} = \sum_i \langle x|i\rangle\langle i| = \sum_i \langle i|x\rangle^*\langle i| = \sum_i a_i^*\langle i|$

Vad är betydelsen av $\langle i | x \rangle$?

<u>Viktig</u>

$\langle i | x \rangle$ = amplituden att gå från initialtillståndet $|x\rangle$ till sluttillståndet $\langle i|$.

= amplituden att få mätvärdet som motsvara $|i\rangle'$ om vi gör en mätning på $|x\rangle$.

Vi tittar i $|S_z\rangle$ basen: $|+\rangle$; $|0\rangle$; $|-\rangle$

Låt $|x\rangle = \frac{1}{3}|+\rangle - \frac{2\sqrt{2}}{3}|0\rangle + 0 \cdot |-\rangle$

Vi gör en mätning av S_z:

$$P(S_z = +\hbar) = |\langle + | x \rangle|^2 =$$

$$= \left| \frac{1}{3} \underbrace{\langle + | + \rangle}_{=1} - \frac{2\sqrt{2}}{3} \underbrace{\langle + | 0 \rangle}_{=0} + 0 \cdot \underbrace{\langle + | - \rangle}_{=0} \right|^2$$

$$= \frac{1}{9}$$

$$P(S_z = 0\hbar) = \left| -\frac{2\sqrt{2}}{3} \right|^2 = 8/9 \ ; \ P(S_z = -\hbar) = 0$$

Vi vet nu hur vi skriver tillstånd i en bas.

Hur beskriver vi godtyckliga (SG) apparater?

Vi måste då veta vad den gör med en godtycklig tillstånd!

Vi har en apparat A_{pp}, och ett tillstånd $|\chi\rangle$, antar att ~~at~~ A_{pp} gör att $|\chi\rangle$ blir $|\varphi\rangle$:

$$|\chi\rangle \rightsquigarrow A_{pp} \rightsquigarrow |\phi\rangle$$

Vi skriver det som att A_{pp} 'verkar' på $|\chi\rangle$, vi associerar en operator ~~med~~ A med Apparaten:

$$|\phi\rangle = \underbrace{A|\chi\rangle}$$

$\hookrightarrow$ operator A verkande på tillstånd $|\chi\rangle$.

Det är en abstrakt notation, men fungerar mycket smidigt!

Vi är ute efter sannolikheter, ~~för~~ till för att en partikel kommer genom:

$$\underset{S}{\begin{Bmatrix} + & \blacksquare \\ 0 & \blacksquare \\ - & \end{Bmatrix}} \begin{Bmatrix} A \end{Bmatrix} \underset{T}{\begin{Bmatrix} + & \blacksquare \\ 0 & \\ - & \blacksquare \end{Bmatrix}}$$

Använd ~~D~~ Dirac notation:

$$\underset{S}{\begin{Bmatrix} + & \blacksquare \\ 0 & \blacksquare \\ - & \end{Bmatrix}} \xrightarrow[|-S\rangle]{} \begin{Bmatrix} A \end{Bmatrix} \xrightarrow[A|-S\rangle]{} \underset{T}{\begin{Bmatrix} + & \blacksquare \\ 0 & \\ - & \blacksquare \end{Bmatrix}} \xrightarrow[|+T\rangle]{}$$

Amplituden för en partikel som kommer genom A, och så kommer genom T:

$$\langle +T | A | -S \rangle$$

det är ett tal!

I allmän-het behöver vi veta amplituden

$$\langle \chi | A | \varphi \rangle,$$ med $|\chi\rangle$ och $|\varphi\rangle$

godtyckliga.

Betydelsen: amplituden att en partikel i $|\varphi\rangle$ som går genom app. A, hamnar i tillstånd $|\chi\rangle$.

För att veta det, behöver vi en beskrivning av apparaten!. Vi använda tricket med $\mathbb{1}$ or igen:

$$\langle \chi | \underset{\uparrow \atop \mathbb{1}}{} A \underset{\uparrow \atop \mathbb{1}}{} | \varphi \rangle = \sum_{i,j} \langle \chi | i \rangle \langle i | A | j \rangle \langle j | \varphi \rangle$$

OBS! två olika summor

$\langle \chi | i \rangle = \langle i | \chi \rangle^*$: känd om vi vet tillståndet $|\chi\rangle$

$\langle j | \varphi \rangle$: " " " " " $|\varphi\rangle$

$\langle i | A | j \rangle$ komplexa tal, som beskriver A i basen $|i\rangle$ fullständigt.

I vårt fall: $3 \times 3 = 9$ stycken komplexa tal.
$(S=1)$