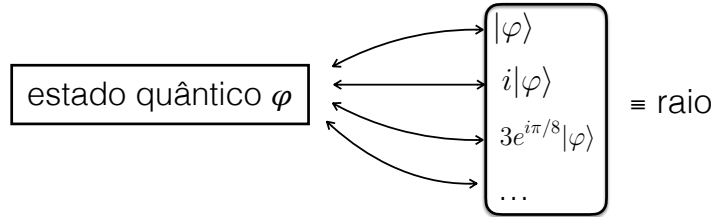


Regra I

Estado quântico puro = informação máxima sobre sistema

Estado quântico φ é representado por vetor $|\varphi\rangle$ de espaço vetorial \mathcal{E} , de dimensão N , com corpo **complexo**

correspondência estado quântico - vetor não é 1-1



raio associado a $|\varphi\rangle$ não nulo = $\{c|\varphi\rangle, c \in \mathbb{C}, c \neq 0\}$

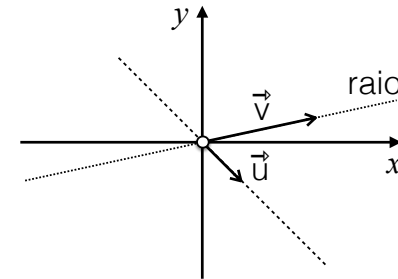
raio associado a vetor $|\varphi\rangle$ não nulo

$$\{c|\varphi\rangle, c \in \mathbb{C}, c \neq 0\}$$

Interpretação geometria no \mathbb{R}^2

(corpo real, mas na MQ corpo é complexo!)

- raio = reta pela origem / direção no plano (origem excluída)
- todo vetor **não nulo** define um raio



Regra I

Princípio da superposição

Qualquer vetor do espaço vetorial **representa** um estado quântico realizável, exceto o vetor nulo em particular, a partir de estados representados por vetores linearmente independentes

$$|\varphi_1\rangle \quad |\varphi_2\rangle$$

todas as combinações lineares

$$c_1|\varphi_1\rangle + c_2|\varphi_2\rangle$$

também representam estados!

mesmo se φ_1 e φ_2 forem macroscopicamente distinguíveis (gato de Schrödinger)

Regra I - polarização

Princípio da superposição - exemplo com polarização do fóton

Qualquer vetor do espaço vetorial **representa** um estado quântico realizável, exceto o vetor nulo

Vetor mais geral no espaço vetorial \mathcal{E} de dimensão $N = 2$

$$\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_1 e^{i\delta_1} \\ r_2 e^{i\delta_2} \end{pmatrix} = \sqrt{r_1^2 + r_2^2} e^{i\delta_1} \begin{pmatrix} \frac{r_1}{\sqrt{r_1^2 + r_2^2}} \\ \frac{r_2}{\sqrt{r_1^2 + r_2^2}} e^{i(\delta_2 - \delta_1)} \end{pmatrix} = c \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta e^{i\delta} \end{pmatrix}$$

no. de parâmetros reais

4

2

estado mais geral de polarização

2

Regra I

dimensão N do espaço vetorial \mathcal{E} depende apenas da natureza do sistema quântico (propriedade estrutural)
 $N =$ número máximo de resultados distintos numa medida do sistema

Teste/medida completa:

Se medida fornece N resultados distintos, então ela é completa

Estado quântico (puro) = informação máxima possível
Medida completa = preparação de estado quântico (puro)
Sempre o **mesmo** resultado para uma dada medida completa.
Probabilidades bem definidas para resultado de qualquer outra medida completa

Revisão de Álgebra Linear

- Base de espaço vetorial. Dimensão.
- Representação numa base.
- Produto interno ou escalar e métrica. Notação de Dirac: bra-(c)-ket. Base ortonormal. Expansão em base ortonormal.

Regra I - polarização

dimensão N do espaço vetorial \mathcal{E} depende apenas da natureza do sistema quântico (propriedade estrutural)
 $N =$ número máximo de resultados distintos numa medida do sistema

exemplo com polarização do fóton: $N = 2$

Por que $N = 2$ para este sistema?
polarização = spin do fóton
propriedade estrutural do fóton: partícula de spin $s = 1$
deveria ser $N = 2s + 1 = 3 \dots ?$
2 direções de polarização transversal, 1 direção longitudinal
Mas campo EM é transversal ... logo $N = 2$

Revisão de Álgebra Linear

1. Base de espaço vetorial. Dimensão.

espaço vetorial \mathcal{E}

conjunto de vetores

$$\mathcal{B} = \{|v_1\rangle, |v_2\rangle, \dots, |v_N\rangle\}$$

é uma base de \mathcal{E} se

- conjunto é linearmente independente
- geram todo o espaço vetorial \mathcal{E}

todas as bases de \mathcal{E} possuem o mesmo número de elementos
= dimensão N