

Kuantum mekaniğinin öngördüğü korelasyonun değeri nedir?

Durum 1:

A : +1 (spin-yukarı)

B: +1 (spin-yukarı)

Olasılık:
$$P(+,+) = \left| \left(\left\langle \frac{1}{2} \middle|_A \otimes \left\langle \frac{1}{2} \middle|_B \right\rangle \right) |0,0\rangle \right|^2 = \frac{\sin^2(\alpha/2)}{2}$$

Durum 2:

A : +1 (spin-yukarı)

B: -1 (spin-aşağı)

Olasılık:
$$P(+,-) = \left| \left(\left\langle \frac{1}{2} \middle|_A \otimes \left\langle -\frac{1}{2} \middle|_B \right\rangle \right) |0,0\rangle \right|^2 = \frac{\cos^2(\alpha/2)}{2}$$

Durum 3:

A : -1 (spin-aşağı)

B: +1 (spin-yukarı)

Olasılık:
$$P(-,+)=\left|\left(\left\langle-\frac{1}{2}\right|_A\otimes\left\langle\frac{1}{2}\right|_B\right)\left|0,0\right\rangle\right|^2=\frac{\text{Cos}^2(\alpha/2)}{2}$$

Durum 4:

A : -1 (spin-aşağı)

B: -1 (spin-aşağı)

Olasılık:
$$P(-,-)=\left|\left(\left\langle-\frac{1}{2}\right|_A\otimes\left\langle-\frac{1}{2}\right|_B\right)\left|0,0\right\rangle\right|^2=\frac{\text{Sin}^2(\alpha/2)}{2}$$

Korelasyon=
$$\begin{aligned} & (+1)(+1)P(+,+) + (+1)(-1)P(+,-) + (-1)(+1)P(-,+) \\ & + (-1)(-1)P(-,-) \\ & = \frac{\text{Sin}^2(\alpha/2)}{2} - \frac{\text{Cos}^2(\alpha/2)}{2} \\ & = -\text{Cos}\alpha \end{aligned}$$

II. Yol :

Korelasyon=
$$\langle 0,0|\hat{C}|0,0\rangle ; \quad \hat{C} = (\vec{\sigma} \cdot \vec{n}_A)(\vec{\sigma} \cdot \vec{n}_B)$$

Aynı sonuç elde edilir !

Gizli deęişken teorisinin öngördüğü korelasyonun değeri nedir ?

Kendimizi **özel** bir gizli değişken teorisiyle kısıtlayalım. Gizli değişken θ açısı olsun ve olasılık dağılımını düzgün olsun. Ayrıca problemin 2-boyutlu olduğu durumu düşünelim.

$t=0$ anında üretilen ikili spin sistemi biz yönelimini bilmese de \vec{n} ile verilen bir spin-izdüşüm eksenine sahip olsun. \vec{n} yönelimi gerçeğin bir parçasıdır. Ancak hangi değere sahip olduğu bizim için gizli bir bilgidir ve θ gizli değişkeni ile belirlenir.

$$|\psi\rangle = \left| \frac{1}{2} \right\rangle_{\vec{n}} \otimes \left| -\frac{1}{2} \right\rangle_{\vec{n}}$$

$$\left| \frac{1}{2} \right\rangle_{\vec{n}} = \begin{pmatrix} \cos(\theta/2) \\ \sin(\theta/2) \end{pmatrix}; \quad \left| -\frac{1}{2} \right\rangle_{\vec{n}} = \begin{pmatrix} -\sin(\theta/2) \\ \cos(\theta/2) \end{pmatrix}$$

$$\hat{n}_A = \hat{z}, \quad \hat{n}_B = \cos\alpha \hat{z} + \sin\alpha \hat{x}, \quad \hat{n} = \cos\theta \hat{z} + \sin\theta \hat{x}$$

$$\text{Korelasyon} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \langle \psi | \hat{C} | \psi \rangle d\theta = -\cos\alpha / 2$$

Sonuç:

| Gizli deęişken korelasyon | < | Kuantum korelasyon |

Bu sonuç genel midir ? Yoksa burada ele aldığımız gizli değişken teorisine mi bağlıdır ?

KAYNAKLAR:

*The Einstein, Podolsky and Rosen Paradox in Atomic, Nuclear and Particle Physics, A. Afriat and F. Selleri Springer-Verlag, 1999.

*The Quantum Mechanics Solver, Jean-Louis Basdevant & Jean Dalibard, Springer-Verlag, 2000.

*Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics, J.S. Bell, Cambridge University Press, 1997.

*The Cellular Automaton Interpretation of Quantum Mechanics, G. 't Hooft, arXiv:1405.1548 [quant-ph], (2014).