

Kwantowa Teleportacja



Jakub Zieliński

Instytut Fizyki Teoretycznej
Uniwersytet Warszawski

Plan Wykładu

- Czym kwantowa teleportacja NIE jest
- Zasada nieoznaczoności
- Polaryzacja światła
- Kwantowa superpozycja
- Splątanie cząstek
- Praktyczna realizacja teleportacji
- Pytanie o zastosowania

Teleportacja (za wiem.onet.pl)

Teleportacja, w psychotronice zjawisko telekinetyczne (telekineza) polegające na przemieszczaniu się przedmiotów pod wpływem oddziaływania parapsychoicznego. Zjawisko teleportacji nie zostało dotychczas naukowo potwierdzone.

Teleportacja (Star Trek)

Dematerializacja



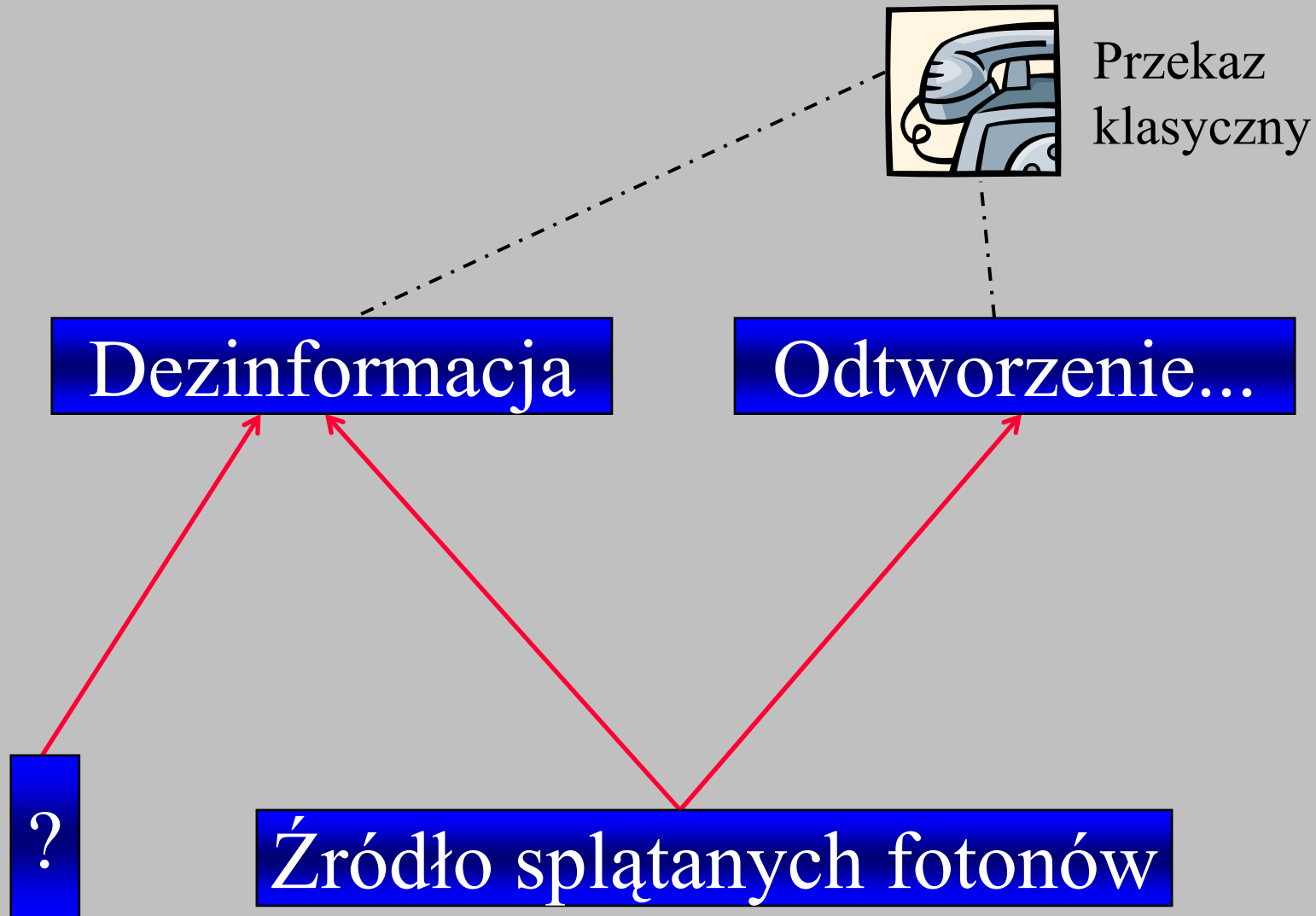
Reinkarnacja



Wiązka energii

Przekroczenie prędkości światła jest w filmie dopuszczalne

Schemat teleportacji



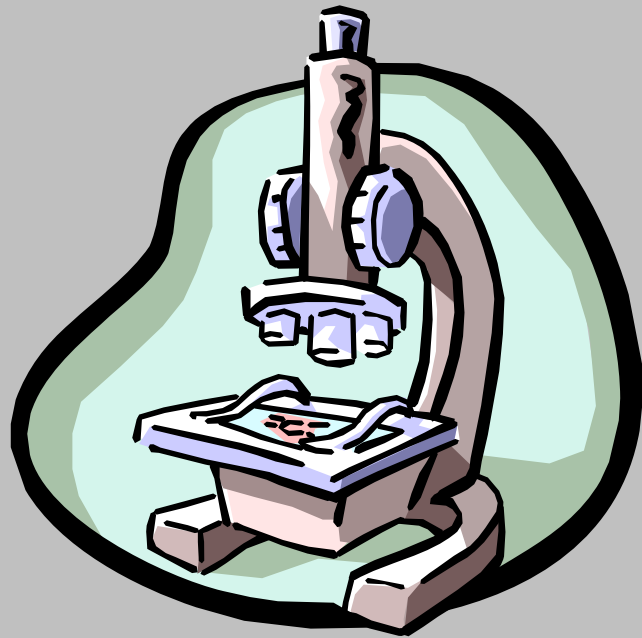
Zasada nieoznaczoności Heisenberga

$$\Delta x \cdot \Delta p > 10^{-34} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$$

Niemożliwy schemat

Pomiar (skan)


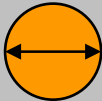


Odtworzenie



Przekaz
informacji



Polaryzacja światła

- Polaryzacja pionowa 
- Polaryzacja pozioma 
- Polaryzacja prawoskośna 
- Polaryzacja lewoskośna 

Superpozycja

$$\sqrt{2} \text{ (diagonal)} = \text{ (vertical)} + \text{ (horizontal)}$$

$$\sqrt{2} \text{ (diagonal)} = \text{ (vertical)} - \text{ (horizontal)}$$

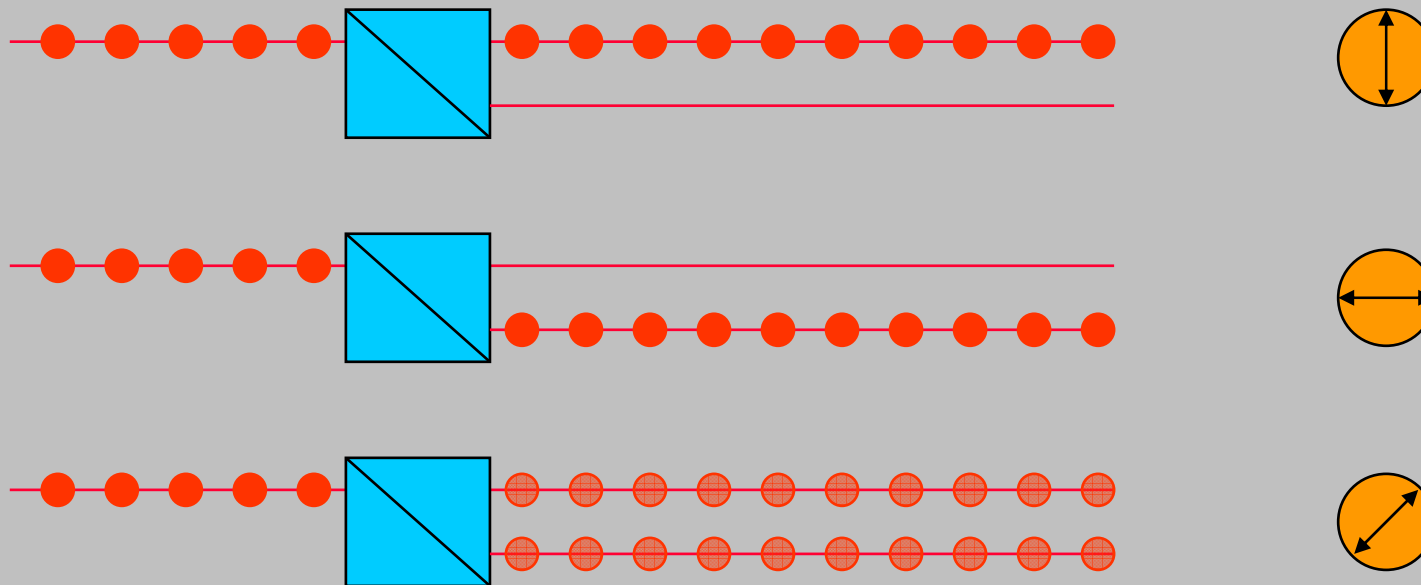
$$\sqrt{2} \text{ (vertical)} = \text{ (diagonal)} + \text{ (anti-diagonal)}$$

$$\sqrt{2} \text{ (horizontal)} = \text{ (diagonal)} - \text{ (anti-diagonal)}$$

Nie można powiedzieć, że polaryzacje pionowa i prawoskośna są całkowicie „różne”. Każdy foton o skośnej polaryzacji przejawia trochę cech fotonu spolaryzowanego pionowo. Każde urządzenie wykrywające 100% fotonów „pionowych” wykryje też co najmniej 50% „skośnych”.

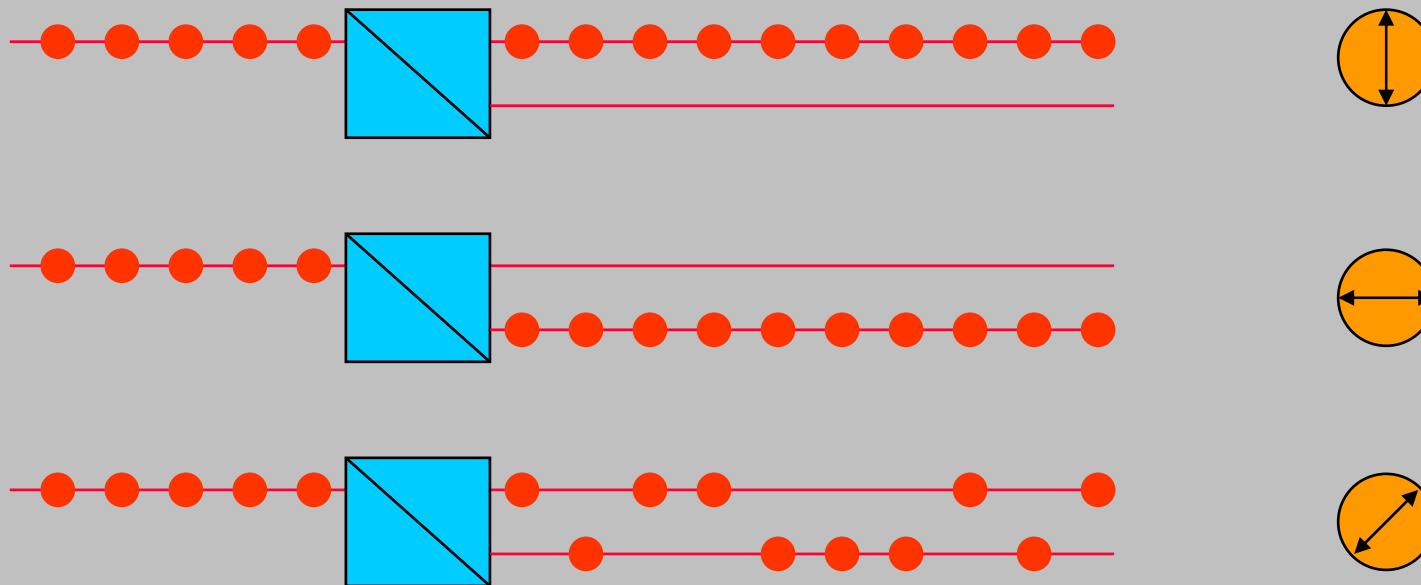
Brak dokładnego pomiaru

Nie można więc zmierzyć polaryzacji pojedynczego fotonu (zasada nieoznaczoności dla polaryzacji).



Brak dokładnego pomiaru

Nie można więc zmierzyć polaryzacji pojedynczego fotonu (zasada nieoznaczoności dla polaryzacji).



Zakaz klonowania



$$\text{○} = \text{○} + \text{○}$$



$$\text{○} = \text{○} + \text{○}$$

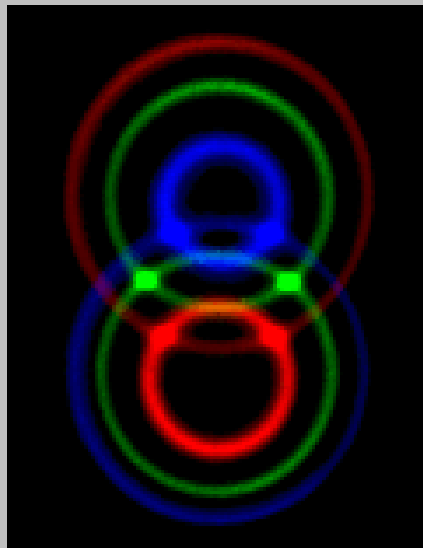
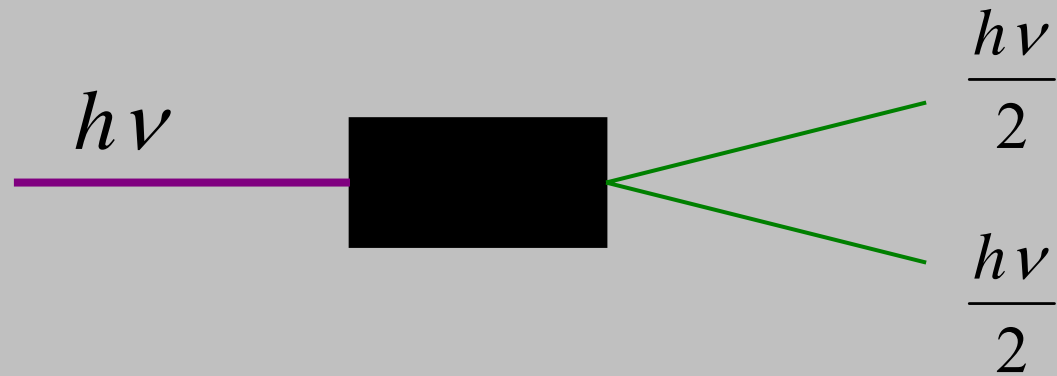


$$\left(\text{○} + \text{○} \right) = \text{○} + \text{○} + \text{○} + \text{○} \neq$$

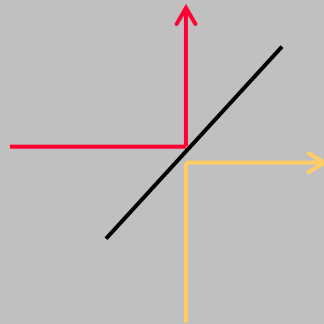
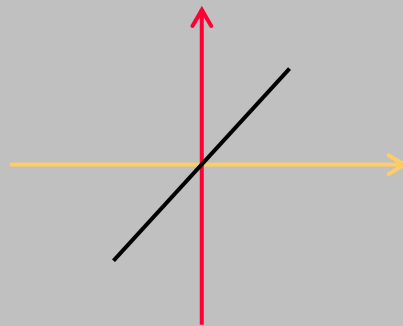
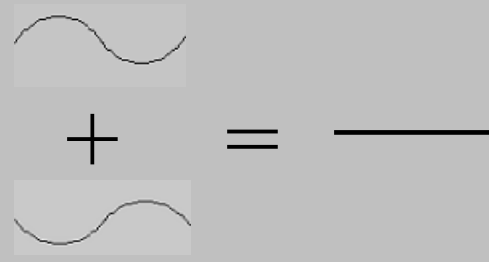
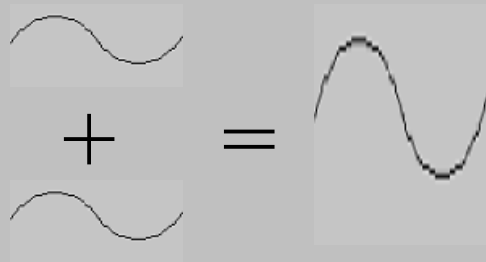
$$\left(\text{○} + \text{○} \right) \left(\text{○} + \text{○} \right) =$$

$$\text{○} + \text{○} + \text{○} + \text{○} + \text{○} + \text{○} + \text{○} + \text{○}$$

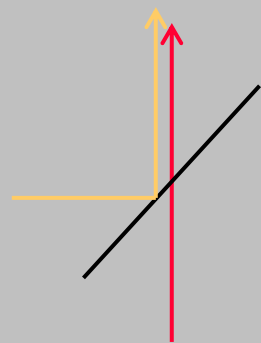
EPR



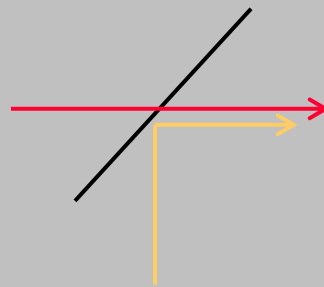
$$\begin{aligned} |\text{EPR}\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{cc} \updownarrow & \leftarrow\rightarrow \\ \leftarrow\rightarrow & \updownarrow \end{array} \right) \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{cc} \nearrow & \nwarrow \\ \nwarrow & \nearrow \end{array} \right) \end{aligned}$$



$$25\% \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \quad \rightleftarrows \\ - \quad \rightleftarrows \quad \updownarrow \end{array} \right)$$



50%

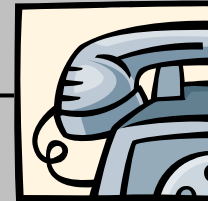


$$\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \quad \rightleftarrows \\ + \quad \rightleftarrows \quad \updownarrow \end{array} \right)$$

$$75\% \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \quad \updownarrow \\ - \quad \rightleftarrows \quad \rightleftarrows \end{array} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \quad \updownarrow \\ + \quad \rightleftarrows \quad \rightleftarrows \end{array} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ ? \end{array} - \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \updownarrow \\ ? \end{array} \right)$$



?

A

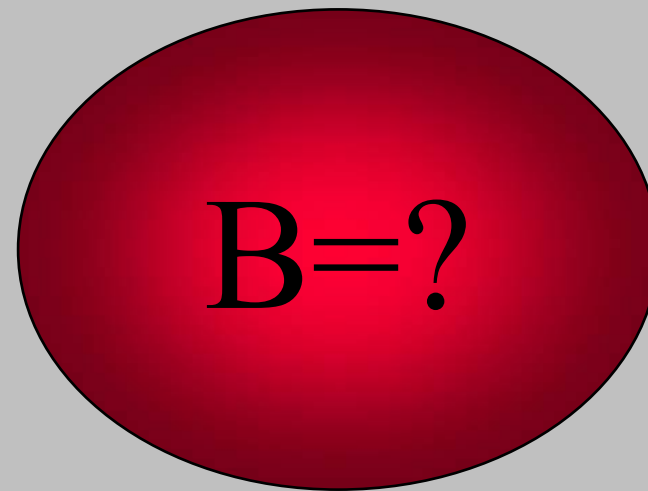
B

$|EPR\rangle =$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ \text{B} \end{array} - \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{B} \end{array} \right)$$

Źródło splątanych fotonów

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ ? \end{array} - \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \updownarrow \\ ? \end{array} \right)$$



Źródło splątanych fotonów

A

B

$$|EPR\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ \text{B} \end{array} - \begin{array}{c} \leftarrow \rightarrow \\ \text{A} \end{array} \begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{B} \end{array} \right)$$

Kto za tym wszystkim stoi?



(top, left) Richard Jozsa, William K. Woollers, Charles H. Bennett. (bottom, left) Gilles Brassard, Claude Crépeau, Asher Peres. Photo: André Berthiaume.

Kto za tym wszystkim stoi?



Anton Zeilinger

Odnosniki do stron WWW

- www.quantum.univie.ac.at/research/teleport/index.html
- www.research.ibm.com/quantuminfo/teleportation/
- www.cco.caltech.edu/~qoptics/teleport.html