



作成者：吾妻広夫

解答

1. 光子源から放出された単一光子 $|1\rangle$ は、ビームスプリッタ BS1 を通過すると、以下の状態に変換される。

$$\begin{aligned} \text{BS1}|1\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle - |1\rangle) \end{aligned} \tag{1}$$

遮蔽物は状態 $|1\rangle$ を破壊してしまう。これは、確率 $1/2$ で光子が消滅してしまうことを意味する。一方、確率 $1/2$ で光子が消滅しなかった場合、状態は $(1/\sqrt{2})|0\rangle$ となる。

2. 確率 $1/2$ で状態 $(1/\sqrt{2})|0\rangle$ が BS2 を通過すると、状態は以下のように変換される。

$$\begin{aligned} \text{BS2} \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{2}(-|0\rangle + |1\rangle) \end{aligned} \tag{2}$$

検出器 D0、D1 が光子を検出する確率は、それぞれ $1/4$ ずつである。