

練習問題 1

図1のような Mach-Zehnder 干渉計を考える。光子源から放出される単一光子の状態を $|1\rangle$ と表すことにする。ただし、

$$|0\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad |1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

とする。干渉計内の、上半分の光子の経路を状態 $|0\rangle$ で、下半分の光子の経路を状態 $|1\rangle$ で表現することにする。また、ビームスプリッタの動作は、次の二つのユニタリ行列で表されるとする。

$$BS1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}, \quad BS2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

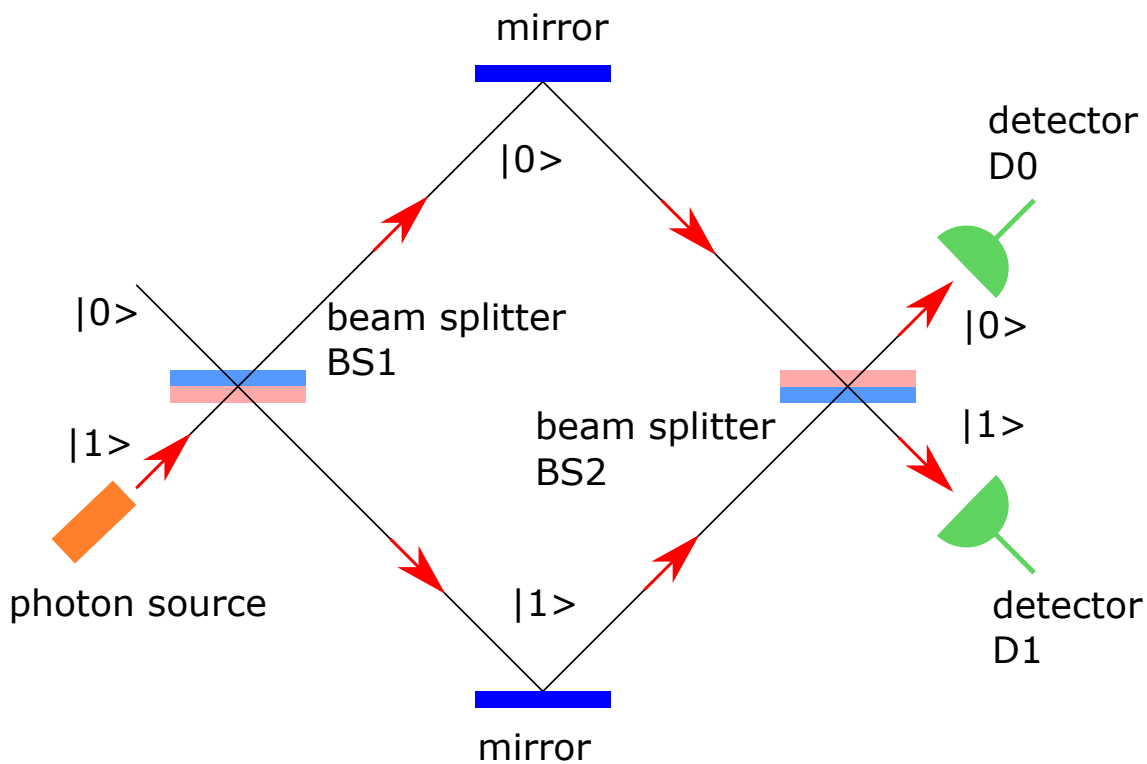


Figure 1: Mach-Zehnder 干渉計

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、どのような状態に変換されるか答えなさい。
2. 光子源から放出された単一光子 $|1\rangle$ が、ビームスプリッタ BS1、BS2 を順に通過すると、状態 $|0\rangle$ に変換されることを示しなさい。また、この光子が、検出器 D0、D1 のどちらで検出されるか答えなさい。
3. 上記の設定とは異なり、光子源から状態 $|0\rangle$ の単一光子が放出された場合、ビームスプリッタ BS1 を通過すると、光子はどのような状態に変換されるか答えなさい。

4. 光子源から放出された単一光子 $|0\rangle$ が、ビームスプリッター BS1、BS2 を順に通過すると、どのような状態に変換されるか答えなさい。また、この光子が、検出器 D0、D1 のどちらで検出されるか答えなさい。