

解答

(自発的パラメトリック下方変換で単一光子を生成する方法の短所・長所)

短所としては、もつれ合った光子対が発生する確率が 10^{-6} 程度と、極めて低いことが挙げられる。長所は、以下のような点である。もつれ合った光子対の一方の光子を検出器 Detector1 で測定し、Detector1 でその光子が検出された時刻で、他方の光子が量子通信等に利用される場合を考える。こうした設定をすると、他方の光子が放出される時刻が Detector1 で特定され、その時刻で必ず 1 個の光子が放出されたことが保証される。従って、事実上、単一光子発生源として使えることになる。

(コヒーレント光で単一光子を生成する方法の短所・長所)

長所は、単一光子が発生する確率が、

$$P(1) = \exp(-|\alpha|^2)|\alpha|^2 \quad (1)$$

で与えられることである。例えば $\alpha = 1$ とすると、 $P(1) = 1/e = 0.3678\dots$ となり、37 パーセント程度の発生率を期待できる。短所は、放出される光子の個数が確率的に揺らぐ点である。例えば $\alpha = 1$ とすると、 $P(0) = 1/e = 0.3678\dots$ 、 $P(1) = 1/e = 0.3678\dots$ 、 $P(2) = 1/(2e) = 0.1839\dots$ となり、発生する光子の個数によって、その実現確率は大きく変化する。この場合、光子が放出されない確率が 37 パーセント程度あるので、いつ単一光子が放出されるか、事実上全く分からないことになる。従って、単一光子がいつ放出されたかが確定せず、量子通信では非常に利用しづらいことになる。