

量子電路的超距作用

1 問題摘要

一個「貝爾態」(Bell state) 是兩個量子位元的量子態，具有兩位元間之最大量子糾纏，即愛因斯坦所稱的「鬼魅般的超距作用」(Spooky action at a distance)。設計一個量子電路，使兩個相距遠的量子位元處於貝爾態。

2 題目

考慮一特殊量子處理器 (QPU)，其量子位元的佈局呈一雙腳梯子狀 (見圖 Fig. 1)。處理器上的雙位元量子閘 (例如，CNOT 閘) 僅能作用於相鄰的兩個量子位元上。圖 Fig. 1 中實線連結可被雙位元量子閘作用的相鄰位元，也就是說，雙位元量子閘可作用於圖中編號為 e_0 及 1 之兩個量子位元，或 1 及 7 兩個位元，但不能作用於圖中編號為 1 及 3 兩個位元，或 e_0 及 6 兩個位元。

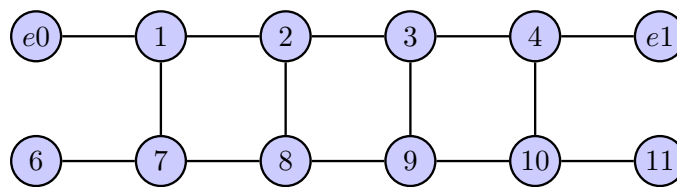


Fig. 1

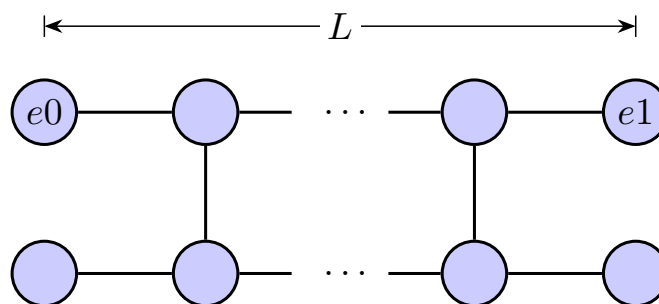


Fig. 2

- 設計一量子電路板，使單腳兩端量子位元 e_0 及 e_1 處於如下任一貝爾態：

$$|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

$$|\Phi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle - |11\rangle)$$

$$|\Psi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle)$$

$$|\Psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle)$$

- 可使用之量子閘僅限於單位元閘及相鄰雙位元閘。
- 此電路板應具備橫向（沿梯腳方向）可擴充性，適用於任何長度 (L) 的雙腳梯子型位元佈局 (見圖 Fig. 2)。

3 競賽規則

- 本競賽參加者資格：全國在學大專生、碩士生、或博士生。
- 可 1 至最多 4 人組隊參加，每人限參加 1 組隊伍。
- 競賽過程分兩階段：初賽及決賽。
- 初賽作品以線上方式繳交，作品須包含
 - * 量子電路板圖示說明。
 - * 說明兩個目標量子位元處於哪一貝爾態 $|\Phi^+\rangle$, $|\Phi^-\rangle$, $|\Psi^+\rangle$, 或 $|\Psi^-\rangle$ 。
 - * 解答驗證方法，或/及推導。
 - * 執行量子電路板之程式碼，加註程式所需套件及執行說明。
 - * 簡述研究、解題、學習過程；若有參考資料、指導教師貢獻、使用 AI 工具、使用他人作品等，應明確列出，並說明使用範圍。
- 決賽

通過初賽者，將被邀請於 2026/5/16 (星期六) 參加作品發表決賽。當天評審委員將擇優選出獲獎隊伍及作品。

- 參賽獎勵

本活動將依據參賽作品的正確性、創新性、驗證方法/推導之嚴謹度、程式碼品質、作品書面說明及口頭發表之清晰度，擇優選出以下獎項：

- * **特優獎**：頒發 **2 萬元** 獎勵金。

- * **創新獎**：頒發 **1 萬元** 獎勵金。

- * **佳作**：頒發 **5 千元** 獎勵金。

另外，將提供

- * **手刀獎**：頒發 **500 元** 獎勵金給最快完成報名且於期限內上傳作品者的前 6 組隊伍。評比時間以報名完成時間為準，非作品上傳時間，惟後者須落於期限內。

- 活動時間及地點

- * **2026/05/06, 23:59** 前，完成報名及作品上傳。

報名及繳交作品網址：<https://forms.gle/bDQBQZ8aSJUHbzZE7>

(參賽者可於期限內，先報名，再上傳作品，且作品可更新上傳)。

- * **2026/05/11**：公佈入選隊伍，通知參加決賽。

- * **2026/05/16**：決賽，由入選隊伍口頭發表、講解作品。

地點：國立政治大學(國關中心園區) 應用物理研究所

- 主辦單位將於「政治大學應用物理研究所」網頁公告入選隊伍、及獲獎隊伍。

4 其他注意事項

- 競賽獎項由評審於 5/16 作品發表決賽擇優選出，必要時可從缺、調整或增加。
- 獎金含稅並依所得稅法規定辦理扣繳。
- 主辦單位保有最終修改變更活動解釋及取消本活動之權利。
- 決賽活動將進行錄影、拍攝，其影像供主辦單位、協辦單位日後教育推廣及成果紀錄使用。

主辦單位：

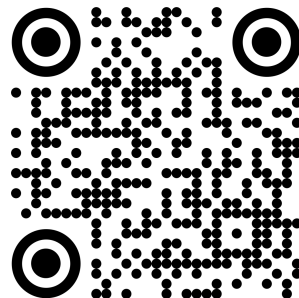
國立政治大學應用物理研究所

國立政治大學電子物理學士學位學程

協辦：

國科會「量子虛擬機」計畫

國科會「物理系所研究特色發展」計畫



報名網址