

# 理學院

## 110 學年度第一學期模組化課程

### 糾纏光子與光子量子計算

### Entangled Photons and Photonic Quantum Computing

授課教師	任職單位	畢業學校
李哲明	國立成功大學 工程科學系	國立交通大學

課程類別	學分數	選必修	開課人數	其他注意事項
Lecture + Recitation	1	選修	24	若因 COVID-19 疫情導致無法實體授課，本課程將延至 2022 寒假(110-2)。

先修課程或先備能力

無

課程難易度

難 中偏難 中偏易 易

建議修課學生背景

理學院，工學院，電資學院

教學方法

講授 70%，實作 10%，討論 10%，報告 10%

評量方式

問題考試 70%，報告 30%

補充說明：

- 1.筆試為問題考試之實施方式，於最後上課日週五舉行，時間為 11:00 - 12:40。
- 2.共三份報告，每一份皆佔 10%，將分別於星期一、二、三上課結束後訂出報告題目，並請分別於隔天上課之前上傳於 moodle；報告需具備完整、系統性、邏輯性、詳實地回答所提出之問題與課題，根據以上之要點評分。

學習規範

無

課程概述

“糾纏光子”具備奇異的量子特性，作為“光子量子計算”重要之媒介與資源，與傳統資訊處理相較起來，這種嶄新的資訊處理方式具備更快之計算效率，並讓資訊保存與傳遞更加安全。本課程將介紹糾纏光子之製造、轉換與識別所需的基本概念與實現方法，了解如何利用光子的糾纏特性完成光子量子計算，與當前光子量子資訊處理之最新進展。

課程概述(英文)

Entangled photons possess strange quantum characteristics, which serve as an important medium and resource for photonic quantum computation. Compared to the traditional information processing, such novel quantum technology provides superior efficiency and unconditional security for transmitting and storing information. Here, we will systematically introduce the concepts and methods

# 理學院

## 110 學年度第一學期模組化課程

of generation, transformation, and identification of entangled photons. We will also detail how the photon entanglement can be utilized to implement quantum computing. The advances of generic quantum photonic technology will be reviewed as well.

### 課程進度

堂次	時間	進度說明
8/16(一)	9:00-12:00	1. 簡介光子量子計算之重要性。 2. 概述糾纏光子之量子特性，與其如何作為量子計算重要之媒介。 3. 介紹如何描述光子量子系統之狀態、演化與量測。
	12:00-12:40	4. 光子量子系統之實務分析與描述。
8/17(二)	9:00-12:00	1. 介紹糾纏光子的製造原理。 2. 介紹糾纏光子的識別方法。
	12:00-12:40	3. 實務糾纏光子實驗之分析與討論。
8/18(三)	9:00-12:00	1. 說明多光子糾纏之製造原理。 2. 介紹多光子糾纏之偵測之方法。
	12:00-12:40	3. 實務多光子糾纏實驗分析與討論。
8/19(四)	9:00-12:00	1. 量子計算基本模型之介紹。 2. 說明如何利用多光子糾纏完成單向量子計算與盲量子計算。
	12:00-12:40	3. 光子量子計算之實務分析與練習。
8/20(五)	9:00-11:00	1. 簡介積體化光子技術之重要性，以及光子量子晶片之原理與特性。 2. 介紹光子量子晶片中糾纏光子之產生、控制與偵測。 3. 當前積體化光子量子糾纏與計算之實驗進展介紹。 4. 光子量子晶片之實務分析與練習。
	11:00-12:40	5. 考試

### 課程學習目標

1. 認識糾纏光子之基本性質。
2. 理解糾纏光子之製造、操控與偵測之基本原理與方法。
3. 了解如何利用糾纏光子之特性與光子工程技術，完成量子計算。

### 課程的重要性、跨域性與時代性

利用糾纏光子的量子特性，完成光子量子計算，其量子資訊之操作與傳遞展現了巨大的計算效率與安全性，對於過往未曾有效可解之問題，例如質因數分解、密鑰分發、多方資訊分享與計算，提供了可能的答案，並迎來可能的全新應用。本課程介紹如何以糾纏光子為媒介完成量子計算，認識糾纏光子之基本性質與其工程化技術，內容涵蓋量子物性、光子工程技術、資訊理論等理工資三種領域，促進了解此新世代量子光子科技之核心原理與技術。

### 其他備註

#### 參考書目：

1. Jeremy L. O'Brien, Akira Furusawa and Jelena Vučković, Photonic quantum technologies. Nature Photonics 3, 687 (2009).

# 理 學 院

## 110 學 年 度 第 一 學 期 模 組 化 課 程

2. Jianwei Wang, Fabio Sciarrino, Anthony Laing and Mark G. Thompson, Integrated photonic quantum technologies. *Nature Photonics* 14, 273 (2020).
3. Mark Fox, *Quantum Optics: An Introduction (Oxford Master Series in Physics)*, Oxford University Press (2006).
4. Yanhua Shih, *An Introduction to Quantum Optics: Photon and Biphoton Physics (Series in Optics and Optoelectronics)*, CRC Press; 2nd edition (2021).
5. A. I. Lvovsky, *Quantum Physics: An Introduction Based on Photons (Undergraduate Lecture Notes in Physics)*, Springer (2018).
6. M. A. Nielsen, I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press; 10 Anv edition (2011).