



PHYSICS
THE CHINESE UNIVERSITY OF HONG KONG

**中大
物理**

從基本粒子到宇宙
明萬物之理

中大物理通訊
CU Physics Newsletter

2026年 10月 第42期



系況速遞

- 今年收生情況：以大學聯合招生辦法(聯招)及非聯招入讀理論物理精研(JUPAS 4690)課程的本科生有27人。
- 2025-26年度暑期本科生研究交流計劃(SURE)及海外交換生計劃(OPUS)共有11位同學獲選，入選SURE的同學於6月至8月期間前往亞洲、歐洲及美洲等地的著名學府進行研究工作。
- 2025-26年度暑期教師學徒計劃(STAR)共有6位同學獲選。是次參與計劃的學校包括浸信會呂明才中學、聖母無玷聖心書院、路德會呂祥光中學、基督教宣道會宣基中學及基督書院。此外，有兩位同學獲選到香港太空館進行實習。2026年亦有7位同學獲天文台頒贈獎學金，於天文台參與有關氣象之研究工作。
- 今年度本系共有13個項目獲得研究資助局的優配研究金(General Research Fund)及傑出青年學者計劃(Early Career Scheme)撥款，款項總和約一仟二佰萬港元。研究課題包括「Dissecting the earth atmospheric gamma rays with G4Earth」、「Many-many-body theory via tensor networks」、和「Nanoscale chiral light sources」等。

獎項與殊榮

➔ 劉仁保教授

獲選為2025年度「美國物理學會會士」(APS Fellow)，以表揚其在使用自旋進行量子傳感，以及在理解與應對中心自旋退相干方面的開創性貢獻。

劉仁保教授



➔ 李華白教授

榮獲香港研究資助局(研資局)2026/27年度「海外研究學者計劃」資助。這項計劃為研資局今年新設的資助項目。李教授是六位獲選的中大教授之一。

李華白教授



➔ 吳澤博士 (博士後研究員)

榮獲香港研究資助局2026/27年度「新晉學者計劃」資助。吳博士是劉仁保教授研究組成員。他亦是12位獲選的中大學者之一。

吳澤博士



➡ 付予昂 (博士生; 導師: 路新慧教授)

榮獲「European Materials Research Society (E-MRS) Spring Conference」大會口頭報告獎。

付予昂同學



馮定龍同學(右)及頒獎嘉賓理學院院長宋春山教授

➡ 馮定龍 (博士生; 導師: 路新慧教授)

榮獲中大理學院2026年度「研究生科研分享會」最佳口頭報告獎。



梁軒瑋同學(右)及頒獎嘉賓理學院院長宋春山教授

➡ 梁軒瑋 (博士生; 導師: Otto Hannuksela教授)

榮獲中大理學院2026年度「研究生科研分享會」最佳海報獎及傑出提案獎。

➡ 本科生李一葦、李思彤、何其睿、華永鑫 (按姓氏筆畫排序)

榮獲香港物理學會「PLANCKS2026 Hong Kong Preliminary」冠軍及獲選代表香港參加於荷蘭燕豪芬舉行的 PLANCKS 2026 總決賽。他們在來自全球的54支精英隊伍當中, 經過一連串高強度的智力挑戰, 榮獲全球第17名的佳績, 並成為排名最高的香港隊伍。



(由左至右)何其睿、華永鑫、李思彤及李一葦同學

➡ 何其睿 (2026年本科畢業生)

獲頒2026年李約瑟優秀學生獎學金(The 2026 Joseph Needham Merit Scholarship)將前赴美國康奈爾大學修讀博士學位。

活動回顧

學術會議

本系在剛過去的暑假舉辦了三個學術會議及工作坊, 包括:

「Croucher Summer Course 2026: Emergent Symmetry」、「ICAP29 Satellite Meeting on Ultracold Molecules」及「2026 Hong Kong Workshop on Spin-based Quantum Science」。這些會議把在相關領域的專家帶到中大校園, 於會中展示和交流他們的研究成果。



Croucher Summer Course 2026: Emergent Symmetry (2026年6月)



ICAP29 Satellite Meeting on Ultracold Molecules (2026年6月)

物理學暑假遊學團及科普活動

本系於8月上旬由朱明中教授、Luis Roberto FLORES-CASTILLO教授、梁寶建博士、葉朗生博士及鄭學全博士帶領25位中大本科生和6位中學生前往參觀瑞士的Paul Scherrer Institute、愛因斯坦故居及歐洲核子研究組織(CERN)。他們亦在8月中旬帶領24位經選拔的中學老師前往參加由CERN舉辦的中學教師活動計劃。是次中學教師遊學團由裘槎基金會贊助。此外, 本系亦於7月下旬舉辦了一個短期課程「經典力學中的數學工具」給80多位由學校推薦參加的中學同學。課程導師賴裕衡博士及練立明博士在課程中向高中生介紹微積分在力學中的應用。



中學教師遊學團合照 (2026年8月)

人事動態

本學年有一位新老師加入本系，在這裡讓他向大家作自我介紹。

劉潤澤教授/研究助理教授

大家好，我於 2017 年及 2023 年在中國科學技術大學先後取得學士與博士學位，隨後在香港中文大學與香港城市大學開展博士後研究。如今，我非常榮幸能回到中大物理系，以研究助理教授的身份再次加入這個大家庭。在科研方面，我的工作核心聚焦於基於半導體量子點的量子光學研究。具體而言，我們透過分子束外延技術生長高質量樣品，並將其與光學微腔集成，致力於開發高性能的單光子源與糾纏光子源，以期推動量子信息科學的前沿應用。在實驗室以外，我的興趣愛好包括讀書和電影，也鍾愛跑步、戶外爬山等運動。我一直非常喜歡中大「博文約禮」的校訓，期待未來能在這美麗的校園裡與大家有更多的交流與合作！



科研焦點

量子糾纏的形態：量子糾纏熵與量子物態

研究助理教授 趙家瑞

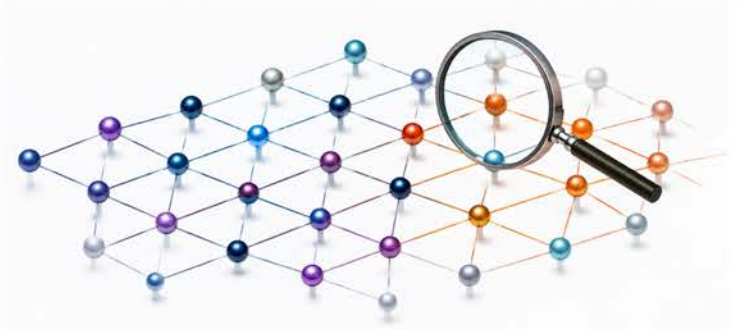
我在和行業外的人交流時發現，每當談到「量子」這個詞，大多數人的臉上都會浮現出一絲茫然。其實，「量子」並不是一個多麼神祕的概念。粗略地說，在微觀世界中，許多物理量並不是連續變化的，而是以一份一份的形式出現。為了方便理解，我們不妨暫時把這些量子化的自由度想像成樂高玩具中的基本元件(如圖1)。不過，僅僅有元件還不夠。就像樂高元件之間需要依靠特定的連接方式，才能拼成形形色色的結構，微觀世界中的量子自由度之間也存在各種非凡的關聯。其中，一種極具量子特色、且在多體系統中尤其重要的關聯，就是「量子糾纏」。在許多量子物態中，正是這種糾纏結構，幫助我們理解它們彼此之間為何如此不同。



圖 1：樂高玩具的基本元件。不同形態、顏色的原件可以組合成各種不同的物體。
(ChatGPT生成圖片)

我所感興趣的，恰恰是這些隱藏在量子物態背後的奇妙糾纏結構。而為了研究它們，我需要一個特殊的「放大鏡」來觀察(如圖2)。我所使用的這個「放大鏡」叫做量子糾纏熵(entanglement entropy)。簡單來說，我們可以在想像中把一個量子系統劃分成兩部分，而糾纏熵則告訴我們，這兩部分在量子力學意義上究竟糾纏得有多深。糾纏越強，它們就越難被看成兩個彼此獨立的系統。因此，透過研究不同劃分方式下的糾纏熵，我們便能夠窺見量子物態內部隱藏的糾纏結構。

圖 2:
不同的“量子”組成了一個二維格點方陣，我想知道如果二分這個方陣，兩部分之間的糾纏有多強。(ChatGPT生成圖片)



科學家們發現，對於很大一類由局域相互作用所形成的低能量量子態，糾纏熵並不隨其中一部分的「體積」增長，而主要取決於兩部分之間邊界的大小——這便是著名的「面積律」(area law)。直觀地說，如果一個系統中的量子關聯主要發生在較短的距離上，那麼當我們把系統一分为二時，最直接受到這次「切割」影響的，自然是邊界附近的那些自由度。因此，糾纏熵往往與邊界的尺寸密切相關。下面就給大家看幾組不同量子物態中，糾纏熵隨邊界尺寸變化的資料(如圖3、4)。

圖 3:
二維反鐵磁海森堡模型的糾纏熵隨系統兩部分的邊界長度(l)的變化趨勢。曲線擬合的結果是： $S=0.092L+\ln L-1.63$ 。第一項 $0.092L$ 是線性項，來自於短程糾纏，第二項 $\ln L$ 實際上來自於整個系統內部的Goldstone modes，這是反鐵磁體內部的一種元激發。

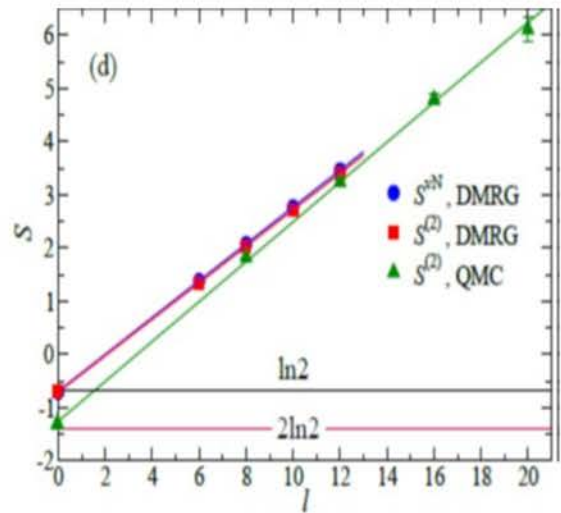
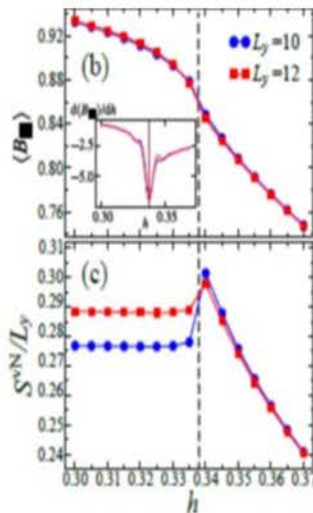
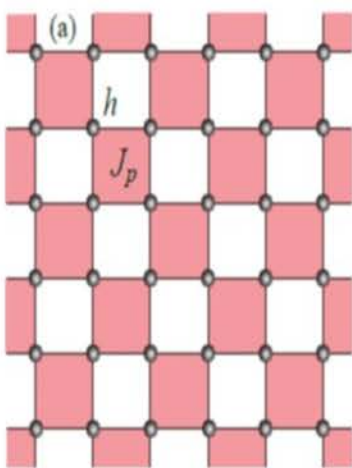
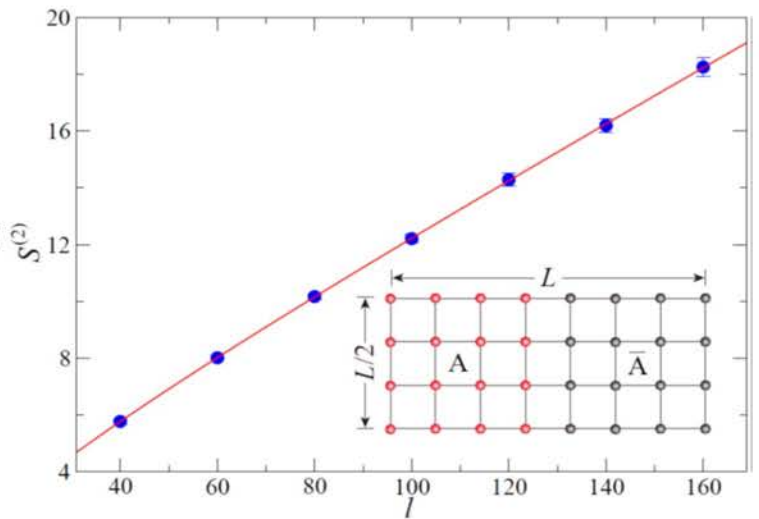


圖 4: Z2 拓撲物態內部的糾纏結構。對於拓撲序態: $S=aL-\text{const.}$ 。除了線性項 aL 之外，第二項的常數修正反映了這個拓撲態內部的量子自由度。

由上圖可以看出，量子糾纏熵與邊界尺寸之間的關係，實際上反映了不同量子物態內部不同的糾纏結構。透過研究這些看似簡單的數量關係，我們得以從一個新的角度理解複雜的多體量子世界。當然，要得到上面的這些結果，我們往往需要進行大規模的數值模擬。為了實現這一目的，我的研究中主要採用了量子蒙特卡洛(Quantum Monte Carlo)演算法。除此之外，張量網路(Tensor Network)也是研究量子多體系統非常強大而有效的工具，而這也正是我最近十分感興趣的研究方向。如果你對量子多體物理、量子糾纏，或者這些數值方法感興趣，也非常歡迎來進一步了解和交流。

半導體量子點量子光源：點亮量子信息時代

研究助理教授 劉潤澤

回顧人類文明史，光源的演進始終與科技的發展同頻共振。從遠古時代帶來溫暖與熟食的火光，到滿足現代生活需求的白熾燈與霓虹燈，再到為現代科技注入核心動力的激光，每一次光源的革新都引發了時代的飛躍。如今，在蓬勃發展的量子信息領域，量子光源的突破正蓄勢待發，必將為光量子計算、量子互聯網以及量子精密測量等前沿基礎研究與應用帶來深遠的影響。

簡而言之，量子光源是指必須以量子態來描述的新型光源，其典型代表為單光子源(單位時間內僅發射單一光子)與糾纏光子源(可發射具有量子糾纏特性的光子對)。

在我們的課題研究中，依托分子束外延(MBE)技術(見圖1a)，在 III-V 族半導體材料體系下，精準生長了 InAs/GaAs 與 GaAs/AlGaAs 兩類高質量量子點(見圖1b, c)，並將其分別應用於高性能單光子源與糾纏光子源的研發。如圖1(d)所示，我們的研究致力於打造全鏈條覆蓋的科研體系，涵蓋：底層材料生長、微納光學諧振腔設計與加工、量子光源測試與表徵和量子信息應用研究。此外，我們進一步拓展前沿邊界，探索基於光與物質相互作用的物理體系，致力於探索更多新奇量子態——例如具備強大量子糾錯潛力的 Gottesman-Kitaev-Preskill (GKP) 邏輯態。

如果你對如何利用半導體撬動光量子信息科學感興趣的話，歡迎聯繫交流！

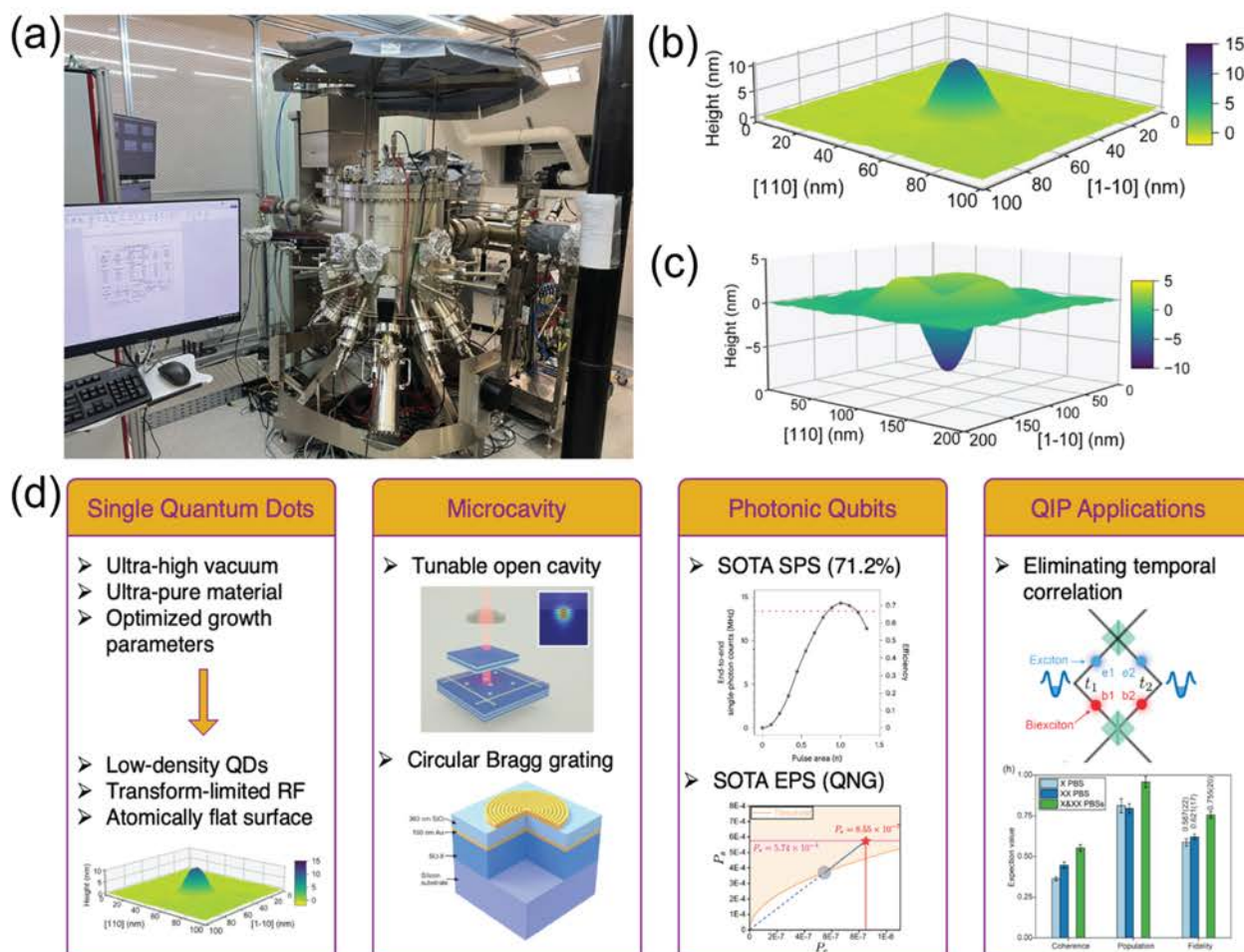


圖 1: (a) 分子束外延設備; (b) InAs量子點形貌圖; (c) GaAs量子點形貌圖; (d) 研究方法。