



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

2022年 5月 第33期

系況速遞

- 🔗 王建方教授於2021年8月起就任物理系系主任。
- 🔗 2021-22年度共有42位本科生及3位博士研究生獲得本系頒贈獎學金，包括楊振寧獎學金、物理獎、入學獎學金、陳耀華教授及夫人獎學金、羅蔭權教授物理獎、學習進步獎及香港中文大學物理校友獎學金。
- 🔗 暑期本科生研究實習計劃：今年有33名各年級本科生獲選參加為期10週的研究實習。他們參與各老師研究組的工作。實習期結束前所有實習生會以海報的形式報告自己的研究成果並參加海報競賽。
- 🔗 物理夏令營 (7月6日至8日)：對象是申請於2023年秋季入讀哲學博士及哲學碩士課程的本科生；活動包括研究講座、參觀實驗室、海報展覽等等。期望透過是次活動，讓申請人對本系的研究院課程有更深入的了解之餘，亦能夠體驗中大多采多姿的校園生活。

獎項與殊榮

➡ **王建方教授** 獲法國國家科研署與香港研資局的合作研究計劃撥款港幣250多萬元，以資助有關「電激發的手性表面等離激元納米腔」的研究。

項目簡介：「手性物質」是指兩個互為鏡像、卻又無法完全重疊的立體異構物，人的左右手便是一例。這類物質廣泛存在於自然界中且與我們生活息息相關，例如蛋白質和核酸。王教授將與法國的科研人員攜手通過在金屬膜上沉積具有手性結構的化學合成的金納米粒子來製造手性納米腔，並利用它們來增強光與物質之間的手性相互作用，透過光學和電學手段去研究其特性。項目亦會探索增強手性響應的應用可能性，其研究成果將對未來光電納米器件的發展至關重要。

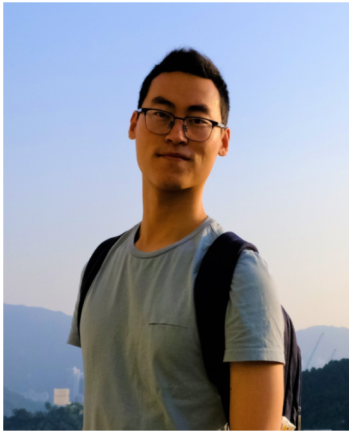
➡ **劉仁保教授**

獲頒美國光學學會2022年度會士 (Fellow Member of Optica for 2022)及國際頂尖學術會議「The Winter Colloquium on the Physics of Quantum Electronics」(PQE)頒發2022年度「激光科學與量子光學蘭姆獎」(The Willis E. Lamb Award for Laser Science and Quantum Optics)，以表彰他在相關領域的開創性貢獻。

➔ 程淑姿教授 榮獲 2021年度「理學院模範教學獎」。



程淑姿教授



秦敏超博士

➔ 王福俊教授和練立明博士
榮獲2021年度「物理系教學獎」。

➔ 秦敏超博士

以「基於同步輻射的鹵素鈣鈦礦從前驅液到晶體形成機理研究」為題的博士論文榮獲2020年度中大年青學者論文獎。他的論文指導老師是路新慧教授。

➔ 蔡安淘 (本科4年級生)
獲頒2021年度創新科技獎學金。



蔡安淘同學(右)和黎冠峰教授在頒獎禮上合照

活動回顧

校友FinTech職業分享會

本系於1月14日舉辦了一場校友FinTech職業分享會，邀請任職虛擬銀行軟件工程主管的校友梁銘林(物理系本科及計算機科學碩士)，與學弟妹們分享他在FinTech行業的見聞和心得，包括不同工種概要、畢業生求職指南、Virtual bank的工作日常和對香港FinTech的前景看法。系方亦將在五月和六月舉辦4場其它職業的校友分享會。



劉仁保教授

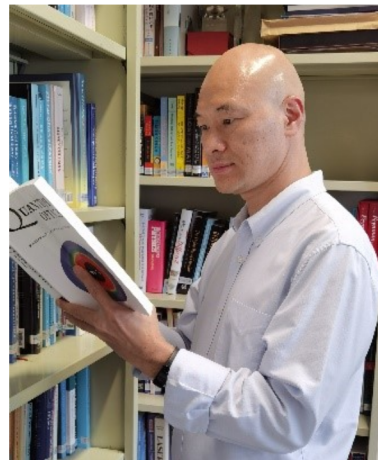
2022年度「激光科學與量子光學蘭姆獎」獲獎者

本系劉仁保教授獲國際頂尖學術會議「The Winter Colloquium on the Physics of Quantum Electronics」(PQE)頒發2022年度「激光科學與量子光學蘭姆獎」(The Willis E. Lamb Award for Laser Science and Quantum Optics), 以表彰他在相關領域的開創性貢獻。該獎項於2022年1月在美國猷他州舉行的第51屆會議上頒發。

研究自旋退相干和量子傳感

自旋是處理量子信息的重要單元, 例如可構成「量子比特」。「退相干」指四周環境雜訊干擾令量子態塌縮的現象。退相干是實現量子電腦的最大障礙, 也是量子力學中的基本問題。劉教授對理解固態材料中自旋退相干、抑制退相干等方面研究貢獻良多, 並提出利用自旋「量子比特」實現單分子核磁共振、原子尺度磁共振成像的量子傳感方案, 且進一步與合作者成功探測單原子核磁共振, 在靈敏度和頻譜分辨率方面刷新世界紀錄; 以及利用自旋相干首次觀察到李政道教授和楊振寧教授於1952年提出的「李楊零點」, 開創了以量子傳感研究物理參數復平面上物理現象的新方向。

劉仁保教授



劉教授對獲獎深感榮幸, 並說:「這一獎項證明了香港科學家在量子信息基礎研究領域佔有一席位, 也鼓勵我們的團隊和香港年輕學者在這一新興領域勇於創新, 作出更具影響力的研究工作。」

量子信息科技研究備受認可

劉教授亦獲美國光學學會(Optica, 前稱The Optical Society)推選為2022年度會士, 肯定了他在非線性光學、量子光學及量子信息技術應用的貢獻; 2013年亦獲頒中國物理學會第三屆黃昆固體物理和半導體物理科學研究獎, 表彰他在固體系統量子信息處理的創新研究。

劉教授至今於國際期刊發表超過100篇論文, 包括《自然》、《科學》及《物理評論快報》等。他亦多次獲邀於國際頂尖的物理學術會議擔任講者, 包括美國物理學會三月會議、美國材料科學學會秋季會議、國際半導體物理學會會議等。劉教授為「量子傳感」戈登研究會議(Gordon Research Conference)創辦人之一。

劉教授1995年畢業於南京大學, 2000年於中國科學院半導體研究所獲物理學博士學位, 並先後於清華大學和加州大學聖迭戈分校從事博士後研究, 直至2005年加入中大物理系。劉教授現為中大理學院傑出學人, 並擔任中大量子相干中心主任和香港量子信息科技研究所所長。

關於「激光科學與量子光學蘭姆獎」

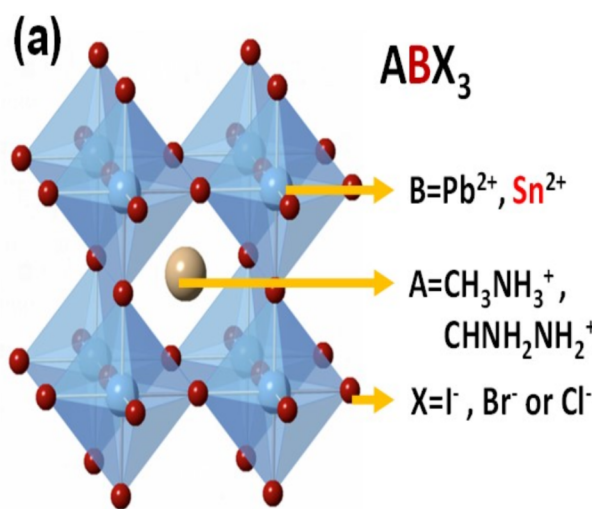
獎項由歷史悠久的國際頂尖學術會議「The Winter Colloquium on the Physics of Quantum Electronics」於1998年設立, 以著名物理學家、1955年諾貝爾物理學獎得主威利斯·蘭姆(Willis E. Lamb, Jr.)嘉名, 每年頒授予在激光科學和量子光學相關領域有傑出貢獻的科學家, 今屆共有3位學者獲獎。

光伏材料微觀結構的X射線散射研究

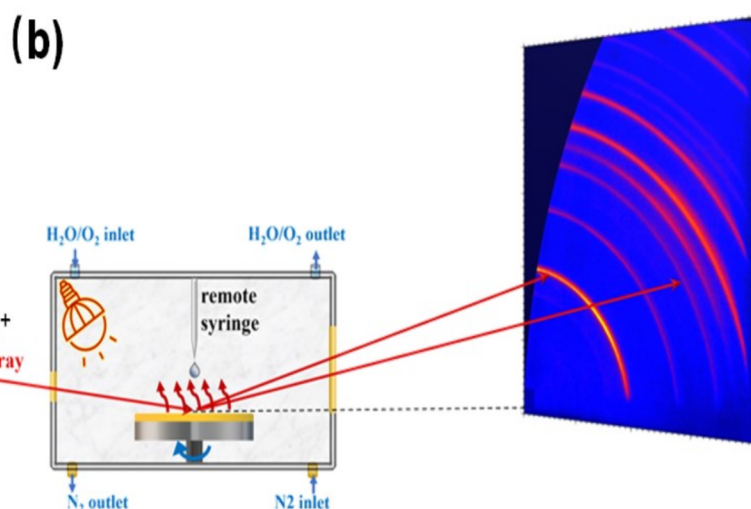
金屬鹵素鈣鈦礦(ABX_3 , 圖 1a)材料因其優良的光電學性質, 近年來受到了廣泛的關注。然而, 目前的高性能的鈣鈦礦太陽能電池, 均是採用B位為鉛的鈣鈦礦材料(鉛基鈣鈦礦), 而鉛對人體有毒性, 不利於其商業化應用並且會造成環境污染。相比於鉛, 錫或銻的毒性少得多, 例如錫在空氣中容易被氧化形成無毒的二氧化錫(SnO_2)。因此對人體毒性少、環境友好型的無鉛鈣鈦礦材料將是未來的發展趨勢。

但是, 目前無鉛鈣鈦礦材料所製備出的太陽能電池的光電轉換效率仍遠遠低於鉛基鈣鈦礦太陽能電池。造成其低效率的原因, 一方面是因為錫基鈣鈦礦中的 Sn^{2+} 非常容易被氧化成 Sn^{4+} , 相當於發生了P型摻雜, 而過量的 Sn^{4+} 會影響載流子遷移率, 提高電子空穴的覆合概率, 從而使器件的開路電壓顯著降低。目前已有各種辦法來有效抑制 Sn^{2+} 的氧化, 例如加入 SnF_2 添加劑, 引入大尺寸陽離子(GA^+ 、 PEA^+), 通過 Ge^+ 進行B位摻雜, 加入錫粉等, 從而將錫基鈣鈦礦的器件效率從最初的2%左右提升到了13%以上。但是從禁帶寬度來看, 錫基鈣鈦礦如 $MASnI_3$ 、 $FASnI_3$ 和 $CsSnI_3$ 擁有和鉛基鈣鈦礦 $MAPbI_3$ 、 $FAPbI_3$ 等相似甚至更窄的禁帶寬度, 因此其理論的最高光電轉換效率(33%)應當相差無幾。然而鉛基鈣鈦礦太陽能電池的最高效率已達25.5%, 錫基鈣鈦礦太陽能電池的最高效率卻僅13%左右, 仍遠低於其理論極限效率。鉛基鈣鈦礦太陽能電池的效率提升, 很大程度上可以歸功於對其結晶成膜過程的有效控制, 從而可以製備出高質量的鉛基鈣鈦礦薄膜; 相比之下, 錫基鈣鈦礦結晶過程過快、難以控制, 導致薄膜質量差, 是其效率低的另外一個主要原因。因此, 深入研究和控制錫基鈣鈦礦的結晶相變過程十分必要。

我們課題組的主要研究方向是同步輻射X射線、光伏薄膜微觀結構表徵與器件性能相關性等方面的基礎研究, 在有機太陽能電池活性層複雜形貌, 鈣鈦礦太陽能電池結晶過程, X射線散射技術發展等方面取得了一系列成果。因此, 我們希望藉助原位掠入射廣角X射線散射(*in situ* GIWAXS)技術(圖 1b), 通過利用同步輻射產生的高強度X射線, 快速捕捉晶體的變化過程, 對無鉛鈣鈦礦材料晶體生長退化過程及機理進行探究, 並通過無鉛鈣鈦礦材料的組分調節和維度調控來改變其晶體生長和退化過程, 從而實現高性能和高穩定性的無鉛鈣鈦礦光電器件。同時, 完善並實現更全面的晶體生長表徵平台和設立原位表徵的一般規則和步驟, 為研究無鉛鈣鈦礦晶體材料的原位表徵提供理論指導。該項目獲得2021年國家自然科學基金委優秀青年科學基金項目(港澳)資助。



(圖 1a)



(圖 1b)

星系中的動與靜

在香港這個繁華的國際大都市做科研，需要有能在鬧市中求靜的定力。遠離市區、坐山望海的中大校園提供了獨特的條件可以讓我們亂中求靜。靜下心來才好讓大腦去更活躍的思考宇宙中的星系活動。今天我來給大家講講宇宙中的星系是怎樣讓自己寧靜下來的，又是如何化靜為動，化動為靜的。

談到星系，你可能想到的是那些有著漂亮旋臂的漩渦星系，或者我們所處的銀河系，以及其中幾千億顆恒星。星系中除了恒星，還有大量的星際氣體、塵埃、和暗物質。正是星際氣體和塵埃的存在，讓星系難以平靜下來。因為這些星際氣體中的原子、離子、和電子會相互碰撞，從而直接或間接的產生輻射。能量的流失讓氣體冷卻下去，當氣體溫度足夠低，就會形成分子雲。分子雲的中心會變得又冷又黑又靜。但這份寧靜到極致的狀態恰恰是產生劇烈活動的條件。隨著分子雲變冷，壓強降低，在自身引力的作用下，分子雲變得越來越密。當它緻密到一定程度的時候，雲的中心會快速塌縮形成原恒星。原恒星繼續收縮，內部溫度快速上升，熱到足夠核聚變的時候，一顆光芒萬丈的恒星就誕生了。當恒星形成後，強烈的輻射和星風會驅散周圍剩餘的氣體和塵埃。如果恒星的質量足夠大，還可以解離分子，甚至電離中性原子，形成美麗的發射星雲。被電離並且驅散的氣體，會在附近密度較高的地方重新冷卻下來，重新聚集，冷卻，恢復那份寧靜，再形成分子雲，然後再形成新的恒星。如此周而復始，靜極而動，動極而靜。

在大部分漩渦星系中，星際氣體會不斷地孕育新的恒星，我們稱這些星系為“恒星形成星系”。但並不是所有的星系都是這樣的，很多星系已經停止了孕育新恒星的活動，並且可以把這種狀態保持下去，我們稱它們為“寧靜星系”。但其實這些星系並非真正的寧靜。它們之所以不能形成新的恒星，正是因為這些星系中的星際氣體過於“浮躁”，它們始終冷卻不下來，從而不能形成緻密的分子雲來孕育恒星。那是什麼原因讓它們冷靜不下來呢？一定是有某種機制在同時對氣體進行加熱。這個機制是什麼呢？這是天文學界一個懸而未決的問題。這些星系在形態上多數是橢圓星系或者透鏡星系，它們的中間部分具有很高的恒星密度，也都有超大質量黑洞。有人說是這些星系中心的超大質量黑洞的吸積過程中所產生的外流和輻射提供了能量，有人說是這些星系中劇烈並且無序的恒星運動防止了氣體雲的塌縮，也有人說是大量晚年恒星的物質拋射提供了能量。目前為止，從理論和觀測的角度，我們都沒有充足的證據來判斷究竟是什麼機制。我們的研究方向之一就是通過觀測寧靜星系的光譜，來分析其中的氣體的密度、溫度、運動以及電離狀態。通過與理論計算的比較，可以讓我們瞭解它們的加熱機制，從而理解寧靜星系是如何做到可以長期抑制新恒星的誕生。

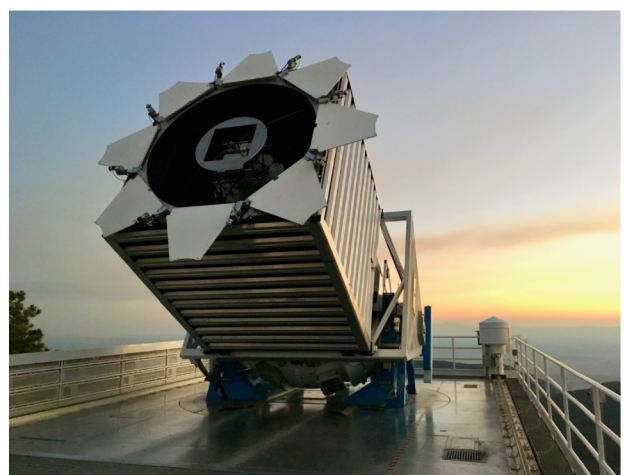
另外，我們也在設計一個新的光譜觀測系統來全面的採集銀河系內恒星形成區內每一點的光譜，來瞭解恒星形成後其周圍區域如何由動入靜，如何再激發下一代恒星的形成的物理過程。

星系是不是也像我們的人生和社會，起起伏伏，時動時靜？如果你想參與對星系、恒星、星際氣體的研究，或者天文儀器的設計，歡迎你來加入我們！



銀河系內的鷹狀星雲—圖中暗黑區域正是被塵埃隱藏起來的恒星形成區。

圖片來源: NASA, ESA and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)



斯隆數字巡天所用的斯隆望遠鏡為我們的研究提供了大量數據。筆者攝於2017年6月。

實習及交流天地

2020-21年度本系有七位同學完成了物理系暑期教師學徒計劃(STAR)。我們邀請了其中兩位同學們來分享他們的學習體驗。

CHIU Chun Ho

The STAR programme is a very fruitful and rewarding experience that allows me to utilize my knowledge to promote science education. In my 3 months at the C&MA Sun Kee Secondary School (SKSS), I worked on a STEM project called i-Marble Run, in which students from 17 schools, including SKSS, had to build a device that would allow marbles to run through. Before the event, I had to teach the students how to use CAD to design 3D models and use a 3D-printer to print the models. Although I may not be the best teacher of the topic, the students were all very nice and kind. Other than that, I also held several Physics remedial classes for S.4 and S.5 students. It was challenging as students in the same class do not generally have the same ability.



CHIU Chun Ho (second row left 1)

This program helps me understand how to be a good teacher and it makes me realize the importance of good education. Being a good teacher is harder than I thought, and I am grateful for the opportunity.

WONG Si Ching

I am honored to be part of the STAR program. It was a fruitful and rewarding experience and I gained valuable insight in different aspects of education. During the summer, I learned much from my supervisors and had the chances to conduct summer supplementary classes and STEM activities, as well as to prepare various teaching materials. These experiences are precious and valuable as there are not many opportunities for us to work in a real classroom and to teach a class of high school students. I have learned different teaching pedagogies and obtained useful guidance from experienced secondary school teachers to make progress and perform better in the future. Participating in the program has strengthened my ability to teach students with diverse education backgrounds and enhance the quality of lessons.



WONG Si Ching (right 1)