

2023年 10月 第36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26人。
- 本年度舉辦的暑期本科生研究實習計劃提供了31個名額，為本科生提供在研究型實驗室實習的機會。實習期從5月15日開始，為期10週，並於7月21日圓滿結束。在當天，實習生以海報形式來報告自己的研究結果，並參加海報競賽。
- 2022-23年度暑期本科生研究交流計劃(SURE)共有14位同學獲選，他們已於6月至8月期間前往歐、美等地的著名學府的研究組進行研究工作。此外，亦有1位同學獲選參加物理系的海外交換生計劃(OPUS)，前往美國加州大學柏克萊分校學習。
- 2022-23年度暑期教師學徒計劃(STAR)共有4位同學獲選。是次參與計劃的學校包括聖母無玷聖心書院、基督教宣道會宣基中學、德望學校和基督書院。此外，亦有1位同學獲選到香港太空館實習。2023年亦共有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14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，款項總和約港幣1千3佰萬元。研究課題包括「Enforced symmetry breaking by topological order in 3D interacting fermion systems」、「Evaporative cooling of bosonic ultracold polar molecules」、和「Gravitational-wave strong lensing follow-up applications」等。

## 獎項與殊榮

### 吳藝林教授

獲「新基石科學基金會」頒發2023年度前沿交叉領域「科學探索獎」，是本年度香港區兩名得獎者之一。是次獲獎的項目，是吳教授和其團隊正在進行的有關生命物質的自組織和湧現力學行為之研究，目標是建立生命物質產生空間與時間有序結構的物理機制，並根據這些機制設計自驅動生命材料的湧現力學功能，這類全新的生命材料有望用於生物醫學和軟體機器領域。



吳藝林教授



## ⇒ 王建方教授

榮獲香港中文大學理學院傑出學人(為期5年)。



王建方教授



劉仁保教授

## ⇒ 劉仁保教授

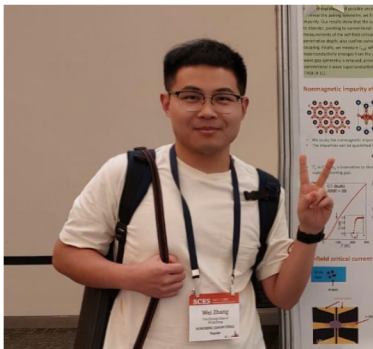
獲中大委任為「卓敏物理學教授」。劉教授在5年任期中將獲大學專款支持其教研工作。劉教授同時亦獲得研究資助局「主題研究計劃」撥款700多萬港元,資助他領導的研究團隊展開「納米磁性的多模鑽石量子傳感研究」。

## ⇒ 顧正澄教授

榮獲研究資助局頒發2023-24年度「研資局研究學者計劃」獎項。顧教授的研究項目是「拓撲相變和量子臨界性:超越朗道範式」。



顧正澄教授



## ⇒ 張威博士

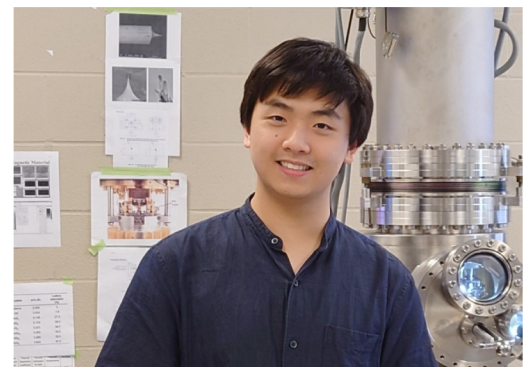
榮獲 International Conference on Strongly Correlated Electron System 2023「最佳海報獎」。張博士是吳瑞權教授團隊的副研究員。

張威博士

## ⇒ 黎樂勤 (本科4年級生)

榮獲 2023年「創新科技獎學金」和 2022/23年度「滙豐香港獎學金」。

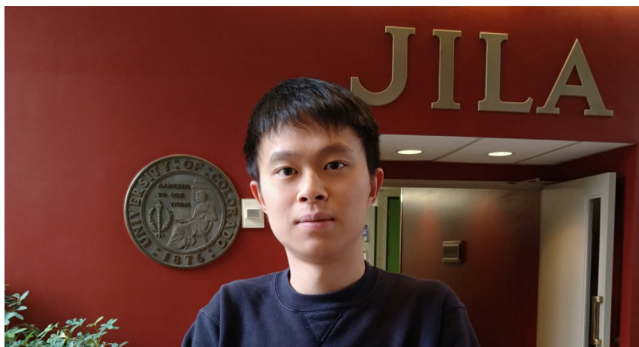
黎樂勤同學



## ⇒ 陳灝生 (2022年碩士畢業生)

榮獲2023年度「裘槎博士生獎學金」,赴美國科羅拉多大學波德分校修讀博士學位。陳同學的碩士論文指導老師是朱明中教授。

陳灝生同學





## 徐磊教授

# 中大團隊運用隱形魔法研製多功能超材料裝置 有望用於細胞培養和藥物遞送

(轉載自中文大學新聞稿)

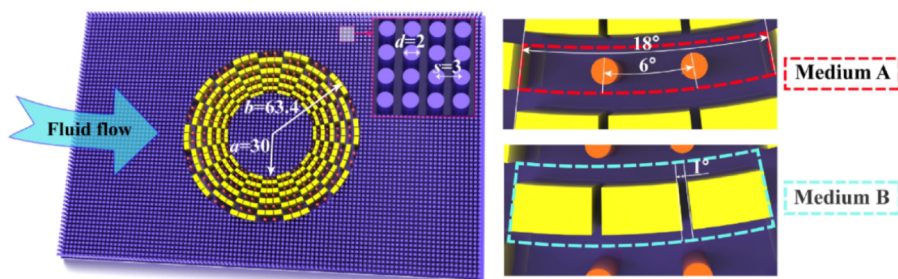
由香港中文大學(中大)物理系教授徐磊教授帶領的團隊聯同內地科學家,成功開發全球首個集隱形、聚集、旋轉等功能於一體的超材料裝置。它具潛力用於開發新型細胞和生物組織培養、藥物遞送等裝置,為組織工程及藥物遞送技術帶來新設計方向。研究結果已發表於國際頂級學術期刊《美國科學院院刊》(Proceedings of the National Academy of Sciences)。

### 可簡易轉換功能的超材料裝置

《哈利波特》電影及小說中的隱形斗篷可讓使用者瞬間消失,中國古代小說《封神演義》中也有八卦仙衣和混元幡等隱形法寶。英國理論物理學家John Pendry教授於2006年提出變換光學理論,利用特殊設計的光學材料來扭曲光線,可讓光線繞過物體,令物體恍如隱形。基於此理論,科學家利用類似的物理場,包括聲波、機械波、水波、熱傳導、直流電場等,設計出許多既可隱形又能操控內部物理場的超結構裝置,例如增強內部物理場運輸強度的聚集器、控制運輸方向的旋轉器等。然而,這些裝置只有單一功能,若要開發集多種功能、可簡易轉換功能的「超級裝置」,需要可調節度極高的材料參數,因此過去一直未有人成功開發這類裝置。

是次合作研究團隊發現,多孔介質流場是實現「超級裝置」的可行方法。多孔介質(例如一堆沙子)在結構上有大量可讓流體通過的微小縫隙,而多孔介質流場的流體運輸特性與孔隙大小有密切關係,只需稍微調節孔隙便可大幅度改變流場的運輸行為。利用這特性,團隊在多孔介質流場中,成功開發集隱形斗篷、聚集器及旋轉器於一身的多功能超材料裝置。它能以3D打印技術簡易製造,由多層的環狀多孔材料組成,每層均可獨立旋轉。研究人員可依照不同功能的設定,利用特別設計的手柄,將各材料層旋轉至特定位置,以調節孔隙大小,控制裝置內部流速的大小和方向,從而轉換和執行「隱形」、「聚集」和「旋轉」等不同功能。

多功能超材料裝置由多層的環狀多孔材料組成,每層均可獨立旋轉。研究人員可依照不同功能的設定,將各材料層旋轉至特定位置,從而轉換功能。



### 具潛力用於設計新型細胞培養和藥物遞送裝置

中大團隊的實驗結果表明,「聚集」和「旋轉」功能可分別加強裝置內的運輸強度以及調節流體的速度和方向,有效地調控細菌生物膜生長的方向和速度;而「隱形」功能令裝置的內部流場不受外部流場影響,將細菌的生長情況隱藏起來。因此,在裝置內同步培養不同生長模式的細菌,每種生長模式可自成一隅,互不干擾。這些優點令新裝置有潛力成為一種新型的微生物或細胞培養控制裝置。

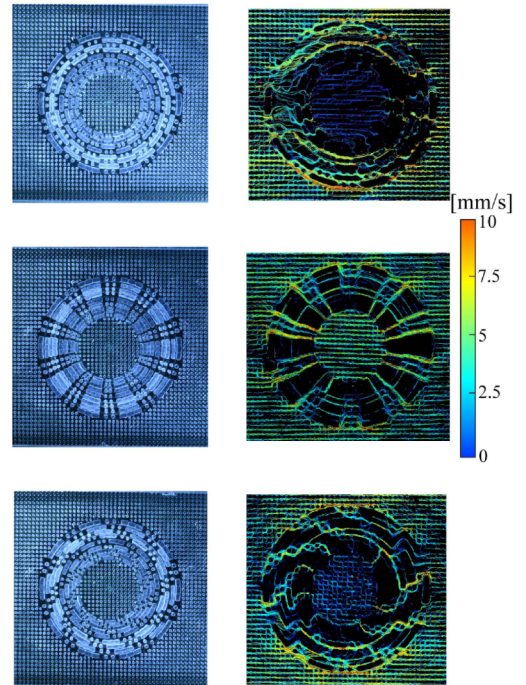
另外,人體器官如肺、肝和乳腺等都屬於多孔介質,時刻都在進行流體運輸。如這些重要器官發生病變,常見治療方法是將醫療器具如支架,置入病變位置。困難之處是如何減少器具對人體內部原有流場的干擾,以免影響其他器官運作。團隊研發的新裝置具備「隱形」功能,能將裝置隱藏起來,不會干擾人體原有流場,而「聚集」和「旋轉」功能可調節裝置的內部流場速度和方向,將藥物等注入合適位置。因此,新裝置有望作為理想的設計方案,用於製造植入式藥物遞送裝置,以控制藥物釋放位置和遞送量;以及生物組織培養裝置,用於製備人工支架等。



徐磊教授表示：「我們的研究實現了可調控的流體多功能超材料裝置，為製造多功能的體內或體外生物組織培養、智慧藥物遞送裝置提供了切實可行的設計思路，亦為運用其他物理場以設計和製造多功能超材料帶來新啟示。」

是次研究獲香港研究資助局、中國國家自然科學基金和廣東省自然科學基金支持開展。論文共同第一作者為中大物理系博士畢業生陳夢瑤博士、前博士後研究員沈翔瀛博士(現為南方科技大學材料科學與工程系副研究員)，在徐磊教授指導下完成研究。中大團隊成員還包括物理系陳陣博士、盧孝勇博士、劉嫻博士及吳藝林教授。

第一至三排分別為隱身斗篷、聚集器、旋轉器的實驗圖。左列為裝置在不同功能狀態下的靜止圖，右列為不同功能狀態在流場中的動態圖(不同顏色表示不同的流速大小)。



## 人事動態

新學年有兩位新老師加入本系，在這裡讓他們向大家作自我介紹。

### 高堯教授/中大物理系研究助理教授

2011年我在廈門大學獲得本科學位，同年年底來到香港科技大學機械工程系，並於2016年獲得博士學位，師從張統一院士。博士期間主要研究微納材料表/界面的機電耦合效應，使我對納米力學、界面電化學等領域產生了濃厚的興趣。博後期間進一步開發了基於原子力顯微鏡的微納表/界面力學測試方法，並將其應用於二次電池領域。我很榮幸於2023年加入中大物理系，擔任研究助理教授，我將與李泉老師和劉仁保老師合作，致力於將微納力學測試和量子探測相結合，實現在細胞力學領域的應用，並推動光學探測和量子探測術在電化學系統中的應用。我平時喜歡閱讀游記、小說和歷史類書籍，也喜歡各種有氧和無氧類健身運動。



### 葉朗生博士/中大物理系講師

大家好，我於2023年9月以教師身份重返物理系。我於2016年在中大物理本科畢業，留在學系一年當研究助理，師承梁培燈教授，研究緻密星及相關理論方法。及後我負笈加拿大多倫多大學，於2023年獲得博士學位，博士論文涉及如何運用共鳴控制聲波，以及設計可控制聲波的次波長結構。閒時我喜歡閱讀、跑步、飲咖啡、飲果汁。歡迎各位同學來到我的辦公室(科學館北座222室)討論你感興趣的物理問題。



## 高溫超導材料的中子散射研究

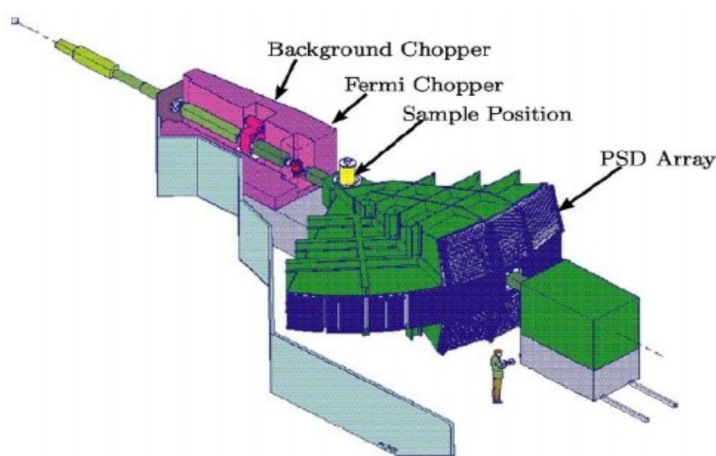
物理系助理教授 王奇思

超導是一種宏觀量子現象，具有零電阻和完全抗磁性等特點。因為其巨大的應用價值和理論研究意義一直是凝聚態物理學領域的熱點問題。早期發現的傳統金屬和合金超導體中的超導機制可以由BCS理論(Bardeen、Cooper和Schrieffer提出的微觀理論)很好解釋。該理論認為這類材料中的電子通過交換聲子(晶格振動的能量量子)，兩兩結合配對。超導即是這些電子對實現相位相干的超流狀態。在這一類傳統超導體中，由於晶格穩定性對電子和聲子耦合強度的限制，常壓下超導臨界溫度存在一個理論預言約40 K的上限，被稱為“麥克米蘭極限”。

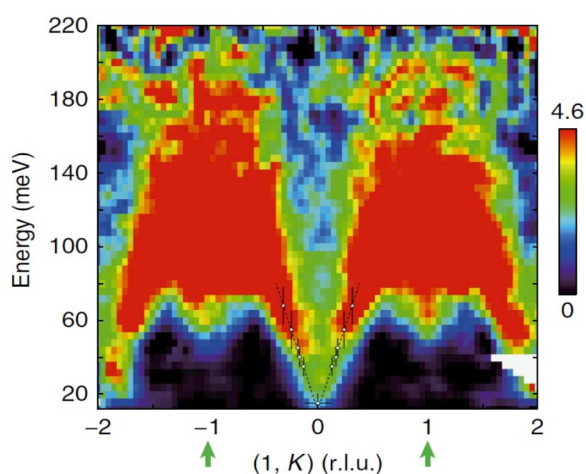
隨著對超導的不斷探索，科學家們發現了一些超導臨界溫度超過麥克米蘭極限的材料，被稱為高溫超導體，主要由一些銅氧化物和鐵砷或鐵硒類化合物構成。這些材料中超導電子配對的機制是高溫超導研究的主要問題。在銅氧化物和鐵基超導體中往往存在很强的磁性關聯，其對應的能量尺度滿足超導電子配對的需求，磁漲落因此被認為可能在這些材料中驅動了超導電子對的形成。理解高溫超導體中的磁性成爲解決高溫超導機理問題的關鍵。

針對這一問題，我們研究組主要利用中子散射對高溫超導材料中的磁性及其與超導的關係進行研究。中子可以有效探測材料內部晶格及磁性是得益於其獨特的性質：(1) 中子自旋為1/2，可以與材料的磁矩發生相互作用；(2) 與原子核相互作用，可以探測材料的晶格結構；(3) 不帶電荷，對材料的穿透性強，可以探測材料的體性質；(4) 實驗所用中子的波長和能量與固體材料中的晶格尺寸及元激發的能量尺度相匹配，具有很高的動量和能量分辨率。中子散射實驗依賴於大型中子源，圖1展示了常用中子散射譜儀的結構示意。

利用中子散射我們從實驗上確定了鐵硒類高溫超導體中磁激發在能量-動量空間的色散關係(圖2)，得到其磁交換相互作用的能量尺度。同時我們發現該材料中磁漲落和超導存在強烈的耦合關係，說明其超導電子配對主要由磁漲落驅動。未來我們將繼續把中子散射這一實驗手段應用在更多高溫超導材料的研究上。有興趣參加我們研究組的同學，請跟我聯絡。



(圖 1)



(圖 2)

(圖片來源:Rev. Sci. Instrum. 78, 043901 (2007))



# 解開宇宙的奧秘： 與香港中文大學重力波研究小組一起踏上重力波之旅

物理系助理教授 Otto Hannuksela  
物理系博士研究生 潘尚智

所有有志探索宇宙的冒險家們，你好！我們誠邀你踏上引人入勝的重力波之旅。重力波是一個世紀多前由偉大科學家愛因斯坦在他的廣義相對論中首次發現的現象，它是宇宙間的漣漪，它們穿越空間並攜帶關於非凡天文現象的重要信息。在宇宙的浩瀚空間中，巨大的天體物體，如黑洞和中子星，相互作用並形成時空中的漣漪。這些漣漪被稱為重力波，以光速穿越宇宙，能夠揭示傳統望遠鏡之前無法觀測到的現象。

在香港中文大學，我們的科學家、教職員、博士後和博士生致力於利用重力波探索宇宙。我們的研究之旅深植於尋求知識的追求，熱情驅使我們理解宇宙的根本。為了解讀重力波所攜帶的奧秘，我們精心分析從LIGO、Virgo和KAGRA探測器收集到的大量數據。憑藉尖端技術和貝氏統計等先進方法，我們旨在解開這些信號所編織的宇宙交響樂。

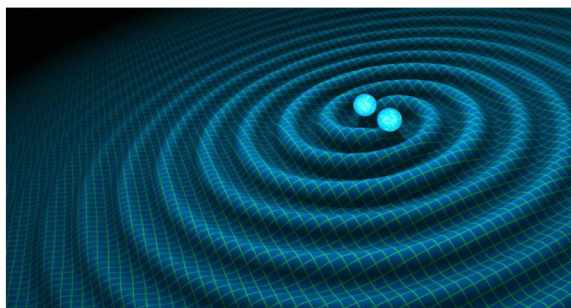


圖 1: 雙中子星系統於碰撞前互相圍繞對方並產生重力波 (來源: NASA)



圖 2: LIGO 探測器 (來源: LIGO)

重力波為我們提供了獨特的洞察方向，讓我們一窺最極端的天體事件。通過研究重力波信號，我們可以揭示黑洞合併、中子星碰撞和其他令人驚嘆的宇宙現象的秘密。透過這些觀察，我們更深入地了解物質和重力在最極端的條件下的行為及特性。我們的研究並非孤立的。香港中文大學重力波研究小組是全球科學合作中的重要一環，該合作跨越歐洲、亞洲和美國的LIGO-Virgo-KAGRA組織。來自世界各地的科學家結合專業知識和資源，攜手合作，推動我們對宇宙的理解，揭示天文物理學的新領域。

隨著我們進入未來，對重力波研究的期盼不斷增加。即將來臨的新技术及設備，如愛因斯坦望遠鏡和宇宙探測器等第三代探測器，將打開新的窗口，揭示以前無法觀察到的天體現象。此外，像激光干涉空間探測器(LISA)的太空任務將另外提供獨特的視角，觀測來自深空的重力波。香港中文大學重力波研究小組熱烈歡迎你參與這一激動人心的研究事業。請來高錕樓的SC210室訪問我們，無任歡迎！



圖 3: 中文大學重力波研究小組。Hannuksela教授(後排右一)及潘尚智同學(後排右四)。