

►圖為2023年，港科大物理系提供、香港資優教育學苑協辦的「資優學生量子計算訓練」課程，學生進行成果展示。
資料圖片

量子新紀元 4.人才培育

量子理論因為抽象深奧，常被視為「高不可攀」的尖端科學。在香港現行教育體系中，量子知識的普及仍處於萌芽階段，惟其獨特魅力，其實亦可融入更多青少年的學習中，助他們迸發出如「量子態」般的無限潛能。在特區政府資優教育基金推動下，本港中學生近年亦透過資優量子課程，由淺入深認識量子技術原理與應用，從人才培育與教育創新層面，為國家科技強國與未來產業之路積蓄動能。有就讀課程的香港高中生，早前更獲推薦出席國際量子學術會議匯報學習成果，有機會接觸各地優秀的量子科學家及汲取靈感。他們期望能繼續深入鑽研，在未來的量子新紀元，寫下香港新一代的篇章。

●香港文匯報記者 陸雅楠

因應香港中學生的校外進階資優量子課程於2022年起開辦，其中由香港科技大學物理系提供、香港資優教育學苑協辦的「量子技術探索與實踐」課程為期九個月，分三階段為學生講解量子知識。首階段包括量子計算的整體背景、基本定義及運算方式；第二階段會深入量子演算法與應用，如利用量子力學特性實現密碼協定的安全通訊的量子密鑰分發（QKD）等關鍵技術；第三階段由科大學生任組長，於導師指導下分組開展專題研究。

從科幻走進科學 誓破解量子「密碼」

早前完成課程的香港浸會大學附屬學校王錦輝中小學中六生羅啟嘉笑說，自己對量子科技的興趣源自科幻電影，「我平時喜歡觀看各類電影，例如《蟻俠》中涉及量子領域的情節，讓我好奇這些科幻概念是否具有科學依據。」好奇心驅使他上網搜尋科普影片，逐步建立對量子科學的初步認識，「但觀看學習後，我反而產生了更多疑問，因此決定報讀這個課程，系統化學習量子技術。」

另一學員、基督教香港信義會宏信書院中六生鄧信昶則期望藉課程了解量子計算對加密技術的衝擊，「現今普遍使用的RSA加密技術，在傳統電腦運算下相對安全，但量子電腦可能對其構成威脅。這促使我思考未來加密技術的方向，因而對量子計算產生研究興趣。」

他們直言，課程難度頗高，內容環環相扣。羅啟嘉舉例說，其中的「量子相位估計」課題本身相當複雜，而其後學習的演算法更是以此為基礎，若一節課未能掌握，理解後續內容會更覺困難，只得積極複習課堂錄音與簡報逐步克服。

他認為對中學生來說，量子科技彷彿很遙遠、很難接觸，但課程讓自己對其歷史脈絡與發展潛力有了清晰認識，更感受到這些未來科技原來已經觸手可及。他在完成此次量子課程後，已決定在大學選讀相關學科，深入鑽研量子力學。

與未來科學對話 同路人齊探索

兩人早前有機會代表資優學苑，參與「2025量子電腦暨資訊科技研討會暨TAQCIT年會」，在國際學術舞台上分享量子計算的學習經驗。鄧信昶憶述，自己是首次在此類場合匯報，上台前心情極為緊張，「當時更擔心的是，在場專家和教授會質疑我們這些剛接觸量子科技的年輕人沒有足夠資格發言嗎？因此一直在思考，怎樣才能表現得好，分享到他們真正想聽的內容。」

轉化抽象複雜理論 提早發掘學生潛能

配合新興的量子科技，資優學苑於2021年開始構思為中學生引入相關課程。院長黃金耀坦言，量子力學涉及抽象複雜的理論，為中學生從零開始設計相關資優課程實屬不易，為此學苑與科大專家及資深教師組成團隊，將大學程度的內容適度轉化，逐步引入各相關概念並以視覺化工具輔助解釋，包括介紹薛丁格的貓、雙縫實驗等著名量子力學知識與實驗，同時安排以模擬器進行量子編碼實操環節，確保學生能更具體掌握量子知識。「有學生告訴我，正是修讀學苑的量子課程，讓他學到基礎量子力學知識，並在大學面試中獲得教授賞識，最終成功入讀相關學科，令我倍感欣慰。」他說。

黃金耀表示，不少學員在過程中展現出對量子科技的好奇心與解決複雜問題的能力，課程亦協助他們確立志向、規劃前路，「我相信，愈早發掘學生的潛能，鼓勵有能力的學生投身量子科技領域，對培育本港科研人才，以及在計算、密碼學、通訊技術等量子科技領域的發展，愈可帶來巨大裨益。」

展望未來，學苑將持續開辦現有的量子計算課程，並正與其他大學及機構合作，開設不同程度的新型量子物理課程，讓更多資優中學生甚至小學生可按能力與興趣報讀，從探索、進階到專研階段，逐步學習量子科技的相關知識與技術。



香港中學生 「量子技術探索與實踐」課程



由香港科技大學物理系提供、香港資優教育學苑協辦的「量子技術探索與實踐」課程為期九個月，分三階段為學生講解量子知識。

1. 首階段包括量子計算的整體背景、基本定義及運算方式
2. 第二階段會深入量子演算法與應用
3. 第三階段由科大學生任組長，於導師指導下分組開展專題研究

◀羅啟嘉(右)與鄧信昶(左)早前代表香港資優教育學苑，參與「2025量子電腦暨資訊科技研討會暨TAQCIT年會」，在國際舞台上分享學習量子計算課程的經驗與心得。

香港文匯報記者 黃艾力 攝

擘畫量子課程 中學起步蓄潛能

資優課啟蒙港生 國際舞台初試啼聲



●羅啟嘉(右)與鄧信昶(左)。資優學苑供圖

正式參會時，他們發現會場多為年齡接近的學生及關心教學成效的教育工作者，整體氛圍更側重學習交流，加上同場亦有本港大學教授報告，壓力大大緩解。

令兩人驚喜的是，很多來自不同地方的同齡學生，都對量子科技有濃厚興趣，積極向他們問詢學習準備與方法。鄧信昶說：「這讓我們意識到，這九個月在學苑的學習經歷極具價值，應該珍惜並善用。」

羅啟嘉也從會議中看到量子科技的廣泛應用前景：「量子原理不僅可應用於多個科學領域，在產品設計上也具潛力。量子電腦的強大運算能力，對有限元素分析等複雜模擬特別有效，在當今物理學領域屬於先進且實用的方向。」會議期間，他遇到不少專業人士，聽取了他們關於量子科技的豐富觀點，也讓他受益匪淺。

鄧信昶笑說，會上很多專家的報告內容如同「魔法書」般，自己幾乎全都聽不懂，感覺相當有趣，這些經驗讓他深刻體會量子科技的博大精深，並學習保持謙遜的態度。



●「2025量子電腦暨資訊科技研討會暨TAQCIT年會」。

資優學苑供圖

DSE物理擬增相關內容 學者倡三步走奠基礎

現時香港高中的中學文憑試(DSE)物理科課程，觸及了一些量子相關內容。在「原子世界」選修單元中，包括了光量子的證據，以及區別波耳原子模型中「量子」和「經典」觀點等內容，惟未有作更有系統的說明。香港文匯報記者獲悉，DSE物理科正就課程優化開展討論，加入更多量子力學以至量子科技元素，正是其中一個重要環節。

羅錦團：學歷史與精髓 再到實際應用

有份參與高中物理科課程改革的香港科技大學物理系講座教授羅錦團表示，為更好地銜接本港中學與大學的量子物理課題，在高中階段引入相關內容時，可從以下幾個層面入手：首先是可讓學生認識量子力學的歷史背景；其次是理解量子力學的精髓，即其核

心原理，以及如何運用這些原理解釋各類現象；第三，可進一步介紹量子力學的實際應用。透過這三個層次，讓學生了解這門學問的起源，掌握其在原子尺度下的基本定律，認識這些原理如何顛覆傳統對世界的理解，並認識量子理論在現實生活中的應用價值。

修讀DSE物理科的中六生鄧信昶說，現有課程涵蓋光電效應等量子相關基礎概念，未能反映當代量子科技的重要性，建議相關課程改革可於DSE實驗部分加入量子科技元素，並適度引入相關數學知識：「不用過於艱深，但應將基本概念納入課程大綱，例如讓學生認識各項量子前沿技術，從而激發興趣。」他坦言，量子科技始終涉及較高的數理基礎要求，難免令部分學生卻步，而這正是全球推廣量子科普的挑戰。

生活化比喻教概念 增添實驗強化實踐

港科大物理系研究員蔡定邦是資優量子課程的負責導師。他表示，為將大學程度的內容轉化成適合中學生研讀，團隊投入不少時間完善課程設計，包括大量運用生活化比喻，如將量子疊加態比作「旋轉中的硬幣」，「在硬幣落地前，朝上的一面既是公也是字，存在多種可能性，一旦硬幣落地後被觀察，狀態就會坍縮為確定的公或字，概率各佔50%。透過這類類比，學生能更直觀地理解量子相關的概念。」

本身是物理奧林匹克港隊教練的蔡定邦坦言，近年觀察到本港學生普遍動手能力較弱，可能與中學科學課程緊湊未有足夠時間讓學生親手做實驗有關，為此，團隊在量子課程中加入更多實驗項目，以強化學生的實踐經驗。他以2022年10月，量子糾纏的研究獲頒諾貝爾物理學獎為例，其團隊當時在獎項剛公布後立刻將相關實驗轉化成課堂內容，並邀請學生到實驗室自己動手做，「學生都非常開心，沒想過早兩日在新聞上看到的內容，能立刻在課堂上學到；能將課堂所學在實驗中重現，他們都非常興奮。」

蔡定邦強調，香港於量子科技人才培育上，有相當明顯優勢，一方面因為學生語文能力普遍不錯，可直接閱讀量子相關的中英文新聞，以至原版專業文獻內容，另一方面香港背靠祖國量子計算和量子通信的蓬勃發展，學生可發揮內外聯通的優勢，緊貼內地及全球最前沿的量子科技資訊。

鼓勵投身量子初創 邀企業代表分享

量子科技發展潛力巨大，蔡定邦表示，香港及周邊地區近年出現了一些相關初創企業，而社會應多鼓勵初創投身量子科技，讓未來更多學生能參與其中。團隊近年舉辦分享會邀請量子科企代表與學生交流，介紹創業經驗與業務發展，為學生拓寬視野。

他笑言，修讀量子科技並不代表將來要從事量子科研工作，「學生將來可以創業，也可以成為記者，這些科技素養和背景知識同樣受用。隨著量子科技普及，正如人工智能一樣，未來每個人都可受惠，我相信那將成為新一代不可或缺的基礎素養。」



●2015年，朱克伯格分享為初生女兒讀量子物理繪本的照片。Fb圖片

談到量子人才培育，不少人可能會想起Meta行政總裁朱克伯格。10年前他在Fb發布一張家庭照，抱着剛出生的女兒在讀《寶寶的量子物理學》一書。香港靈光量子創辦人鄭紹輝憶述，自己對此印象非常深刻，「很好奇這麼小的孩子是否能看懂？」為此他特意購買該書，發現書中以淺顯方式，透過原子、質子、中子、電子等，說明能量量子的基本概念，令他深受啟發。

「其實量子通識教育並不如想像中困難，這本書非常簡單地把什麼是量子、量子科技的特點講明白。幼稚園小朋友也可以理解。」鄭紹輝認為無論是青少年通識還是社會層面，量子科普教育都可分層推進，如美國已有針對3歲兒童的教材，內地亦有翻譯版本，針對不同年齡層學生都有相應材料。他指出：「學習量子計算其實沒有大眾想像中那麼難，10歲左右的孩子也會覺得有趣而受啟發。」他建議香港應考慮建立量子計算的雲平台，供兒童和學生體驗相關的演算法並發掘興趣，同時對接潛在行業客戶供免費試用，讓物流、產品設計等企業嘗試量子計算，使高端技術能走入公眾視野，做到普及推廣。

寶寶也學量子？
3歲起已有教材