

量子力學不斷進步 微波「勸和」極性分子

科學講堂

量子力學這個詞，大家應該從電影中聽說過，細微的粒子在微觀世界中的行為其實是依從量子的原理，與我們在日常生活中熟知的物料移動規律大不相同。這也代表，善用物料粒子之間的量子原理，可以發掘出新狀態的物料。今次就跟各位分享一下，近日科學家利用化學分子，在低溫環境下開發出的新的物料狀態。

低溫環境下的全新物料狀態

這個狀態其實我們並不完全陌生，早在1920年代，印度物理學家薩特延德拉·納特·玻色與阿爾伯特·愛因斯坦就已預測這種新的物料狀態存在的可能性，玻色認為有些粒子可以共存於同一種狀態之下（這些粒子稱為玻色子），所以當面臨低溫的環境，玻色子沒有太高的能量時，就會共處於同一個能量最低的狀態，以致所有玻色子表現得「同心一致」、一起行動，進入名為玻色-愛因斯坦凝聚體（Bose-Einstein condensate）的狀態。一些物料的超導電特性，就是因為玻色-愛因斯坦凝聚體的出現。

到了1995年，三位科學家將鉀-87降溫至絕對零度以上約0.0000001度，成功達到了玻色-愛因斯坦凝聚體的狀態，相關的科學家因而在2001年獲頒諾貝爾物理學獎。不過，鉀原子之間不太會互相影響，宛如獨立的個體，這不禁讓科學家們好奇：可否將相互影響的粒子，帶進玻色-愛因斯坦凝聚體的狀態？

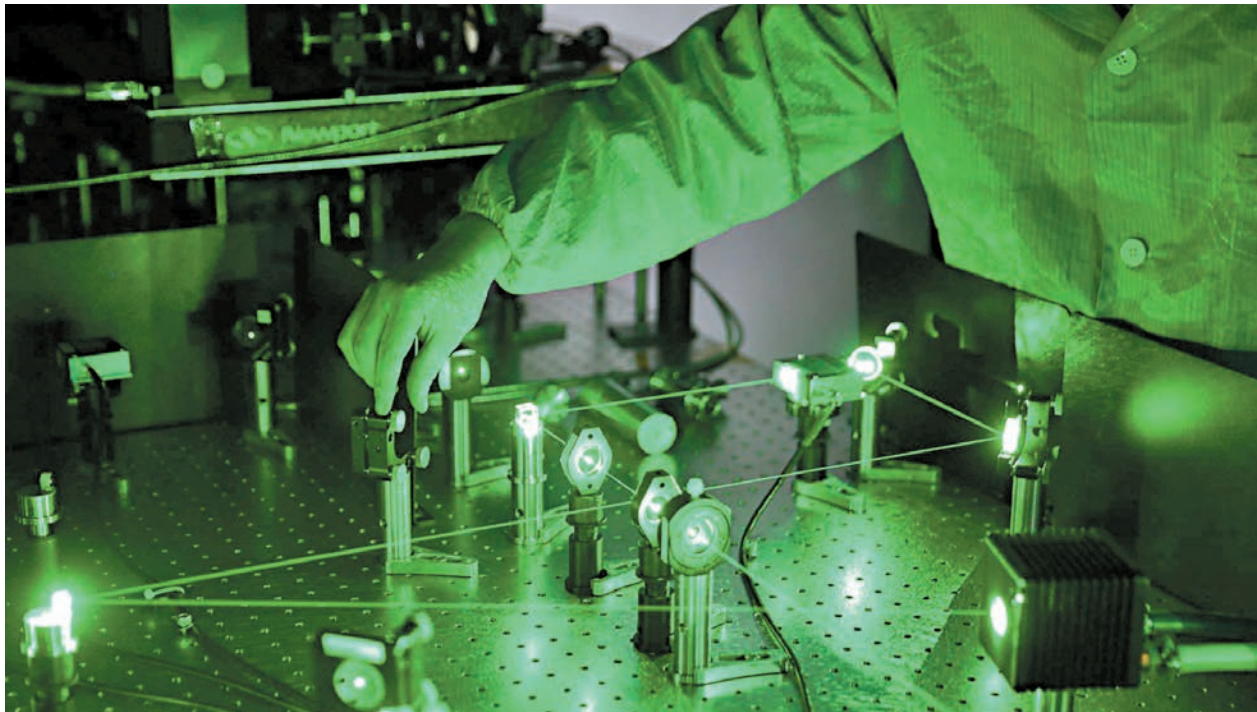
由鈉和鉀兩種元素組成的分子，正好就可以在較遠的距離內相互影響。這類物料被稱為極性分子，其內裏的電荷分布並不平均，

因此每一個分子就好像一枚磁鐵，當分子的同極靠在一起就會互相排斥，而不同的極在附近時就可以相互吸引。

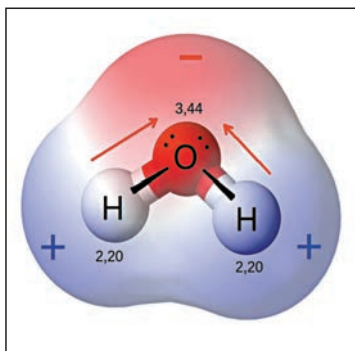
不過對玻色-愛因斯坦凝聚體來說，這些極性分子可能是太「活躍」了：這些分子很容易結合成更巨型的粒子，再慢慢離開系統，所以不能穩定地維持凝聚體的狀態。

近日的研究就利用了微波來解決這個問題，微波爐裏的微波其實也是電磁波的一種，能夠影響帶電粒子的活動，有科研團隊運用兩組不同的微波，減弱極性分子之間的吸引力，制止它們結合成更大的粒子，令它們穩定地進入玻色-愛因斯坦凝聚體的狀態。

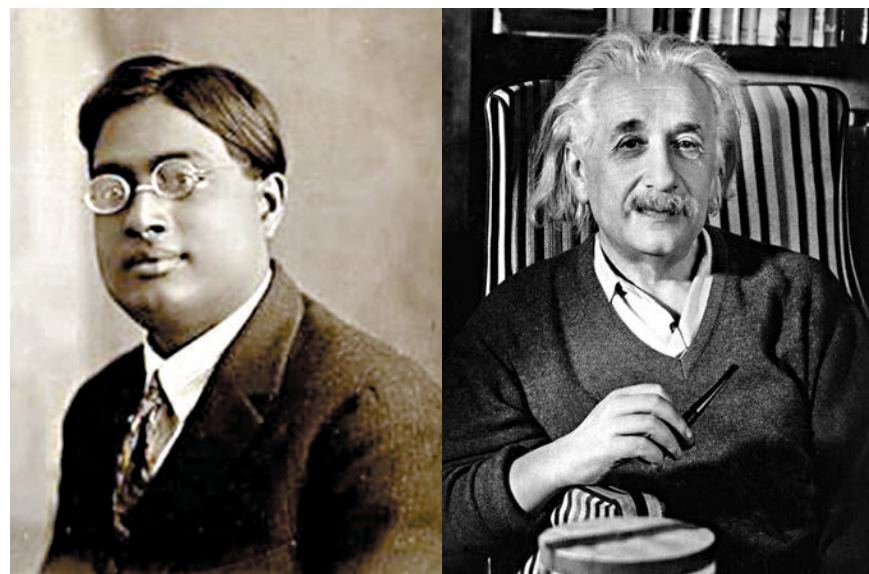
科研人員先將鈉原子和鉀原子放在一起，讓它們組合成分子，再啟動微波去限制它們的活動，並將它們降溫到絕對零度以上0.00000006度，所製造出的玻色-愛因斯坦凝聚體共有200個分子，能達到每立方厘米中有一萬億個分子的密度。這樣的密度在玻色-愛因斯坦凝聚體中不算高，但卻是相互之間有影響的粒子進入這個狀態的一個重要案例。



◆超冷原子光晶格平台可以人工操縱冷原子的量子狀態，從而模擬一些難以操縱的、複雜物理系統的機制。



▲水分子中電荷分布不均勻，也是一種極性分子。網上圖片



▶玻色（左）與愛因斯坦（右）資料圖片

小結

今次介紹了量子力學領域的研究進程，看似只是把兩種原子放在一起，卻是累積了科學家數十年努力才得到的突破。相互影響的粒子也可以進入玻色-愛因斯坦凝聚體的狀態，雖然現在這些粒子之間的相互作用相對較弱，但已為這方面的科學研究開啟了一條新的路徑。以後我們可以繼續研究如何藉此製造出新的物料，或進一步加強粒子之間的相互影響。

◆杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

記憶理解應用 三者缺一不可

奧數揭秘

問題：計算 $(1+\tan 1^\circ)(1+\tan 2^\circ)\dots(1+\tan 44^\circ)$ 。

答案：留意到 $1+\tan 45^\circ = \frac{\tan 1^\circ + \tan 44^\circ}{1 - \tan 1^\circ \tan 44^\circ}$ 。整理後得 $(1+\tan 1^\circ)(1+\tan 44^\circ) = 2$ 。類似地，把 k° 和 $45^\circ - k^\circ$ 組成一對，都會得到 $(1+\tan k^\circ)(1+\tan(45^\circ - k^\circ)) = 2$ ，這樣共有22對。故此原式為 $2^{22} = 4194304$ 。

解題的關鍵是看到 $\tan 45^\circ = 1$ ，然後可以將這個 45° 分成兩部分，用複角公式嘗試整理分拆後的項，之後發現原式要是配對得好，可以計算出整數值。

複角公式在課內是高中延伸部分的內容，上邊的複角公式，用上的是 $\tan(A+B) = \frac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A \tan B}$ 。初看時不太好記，但用處很明顯，就是可以把三角函數裏的角度分拆開，所以應用範圍很廣泛，值得記住。這些公式有些情況下考試時會提供，看似不用記住，但用起來要熟練、變化要想得通，還是要先記着。

數學也需要背誦

數學的學習上，由於解題中有許多推論過程，所以學習方法重在理解，那樣比較容易令人關注數理和算式的變化。學生思考起來有時會覺得，多問為什麼、找尋定理公式證明有助學習，不過理解之餘輕視了記憶，學習方法有偏頗，學習效果就會變差。

初學時發現有用的結果，當然會看些證明過程，加深了解，再在應用裏求變化，理解和應用始終會讓人無意中記住這個結果。喜歡思考的學生有時抗拒先記憶，後理解和應用，這樣反而學得慢。其實記憶不是用來取代理解的，記憶、理解、應用三方面並行才是行之有效的學習方法。

記憶數學算式實際上多多少少都需要理解能力，因為數學的符號較難記憶，需要相當

水平的理解才可以有效地記住。當你記憶時，能感覺到算式各方面的聯繫變得密切，比如哪些方面數理上是一致，或是可以用類比聯想，又或者符號上有相似的地方。

實際做題應用時，有時發現最好記的部分實際上是一些特殊例子，而不是原本的定義或定理。在應用中找尋一些自己覺得有重要內容的例子，然後圍繞例子聯想，去記住其他部分，不失為一個增長知識的好方法。

老師領進門 修行在自身

至於怎樣分辨有用的例子，大概請老師指導比較有效。老師對數學知識有着融會貫通的能力，能幫助學生把握重點，這些重點特別值得記住。在講解例題時學生也往往能夠反覆聽到，逐漸理解這些重點，在解決問題時如何發揮關鍵作用。從學生的角度來看學習的知識還不夠深，一時難以自行分辨哪些重點會反覆出現，有老師指導能少走一些彎路。

學生有時聽到不同老師傳授的心得，有的說理解重要，有的又說記憶重要，或許也有人說許多事情不用記，在眾說紛紜中，難免有點迷惑。

筆者總結，學習時記憶、理解和應用並重，但也要在過程中發現自己擅長的，發揚長處，找尋適合自己的方法，學習才能有效且高效。



◆五育中學的同學以原始的天然陶泥配置太陽能板製作成「冰陶陶」。

港燈供圖

港燈點亮百夢 綠色未來起航

綠得開心@校園

港燈每年舉辦的「綠色能源源夢成真」比賽，旨在鼓勵年輕一代的創新思維和無限創意，推動可持續發展的綠色能源解決方案。多年來，比賽已經幫助學界實現了逾百個「綠色夢工程」，並支持香港在2050年前達成碳中和的目標。「綠色能源源夢成真2024/25」現已開放報名，千萬不要錯過這個實現夢想的機會！

港燈將為入圍隊伍提供高達50,000元港幣的種子基金資助及技術顧問，協助同學們將理想藍圖呈現出來。得獎隊伍將獲得獎金以茲鼓勵，而大專組冠軍隊伍更可到港燈體驗環保發電的工作，深入了解香港的綠色能源發展。

中學生發明無電冰箱

2023/24學年港燈合計資助16支來自中學及大專的隊伍推行環保項目。中學組冠軍由五育中學隊伍製作的無電冰箱奪得，其得獎項目「冰陶陶」是一個無須連接電網的冰箱，該設計讓貧困地區的人也能夠使用當地材料來製造冰箱，幫助他們保存食物和藥物。團隊盼藉是次比賽幫助居

住在偏遠貧困地區的家庭，同時向各界強調善用能源和水資源的重要性。

「冰陶陶」不但有效地冷卻物品，更可減少溫室效應和節約能源，以無害、無污染的形式下達至可持續發展為目標。團隊感謝港燈的資助及導師的協助，讓他們完成理想中的「夢工程」，實踐環保的同時惠及貧困地區的人民，相當有意義。

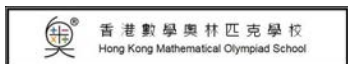
港大學生設計智慧化城市綠洲

而大專組冠軍由香港大學的項目「未來的智慧休憩公園：OASIS」奪得。團隊盼創造一個智慧化的公共休閒公園「Oasis」，一個可以在香港廣泛採用的智慧城市解決方案，為香港的智慧和節能作出貢獻。項目結合可持續性、智慧城市及創意等元素，希望為市民帶來一個獨特的休憩空間和體驗，在城中找到一片舒適的綠洲。

「綠色能源源夢成真」讓同學們以創新科技、創意藝術或遊戲實踐「夢想」的綠色能源方案，為香港的持續發展帶來嶄新的看法。有興趣參加的同學可掃描以下二維碼提交表格及建議書，截止日期為2024年9月25日。

◆港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前已超過五百四十間全港中小學校及幼稚園加入「綠得開心」學校網絡。如欲加入一同學習和推動環保，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。

掃碼報名



◆張志基

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。