

科學講堂

逢星期三見報

物料粒子「量子特性」阻力老是常出現

極低溫致超流體超導體現象

日常生活或工作上，我們可能會不時遇到「阻力」，公司推動新政、校園籌辦新活動，我們都殷切地期盼這些阻力消失殆盡。同樣地，在不太涉及情感意見的物質世界裡，阻力也是一個經常出現的現象：不同的物料有不同的電阻 (electrical resistance)，以不同程度阻礙電流流動，更會將電流的能量轉化為熱能，不單造成能源的損耗，過熱的電線還可能導致火災；在水管及水渠裡流動的液體，因為本身有或多或少的黏稠，需要人為消耗能量去維持流動 (比如利用壓力或地心吸力)。

低溫下能量減「量子特性」變明顯

令人驚喜的是，大自然裡原來真的存在着「無阻力」的狀態：在極低溫的環境下 (例如攝氏零下 271 度)，一些物料的電阻可以變成極小，即超導體現象 (superconductivity)；一些物質可以變成一點兒也不黏稠，只需輕輕一推就能流過狹窄的管道，稱為超流體現象 (superfluidity)。

為什麼會這樣？首先讓我們想想物質的特性與溫度的關係。物料的温度，其實代表着組成物料的粒子的移動速度：溫度愈高，粒子就有更多的能量四處移動。

普遍來說，導體的電阻會隨着溫度下降而降低，正如我們很難快速走過人山人海的年宵市場。這些活躍的粒子會將電流到處「彈飛」，阻礙電流的流動。

而流體黏稠度的故事卻大不相同。有能量的物料粒子能夠更容易無視粒子之間的「纏絆」 (比如相互的摩擦力或吸力)，因此溫度的提升能夠減低流體的黏稠度。

我們應該不難想像，冷得快要凝固的食用油會比在鍋裡被煮熟的要黏稠很多。

那麼在低溫出現的超導體現象和超流體現象又是怎麼回事？減低溫度雖然會降低導體的電阻，但卻不會突然將電阻降低至接近零的水平；只會提高流體的黏稠度，不會減低。

費米子「冷淡」玻色子「親密」

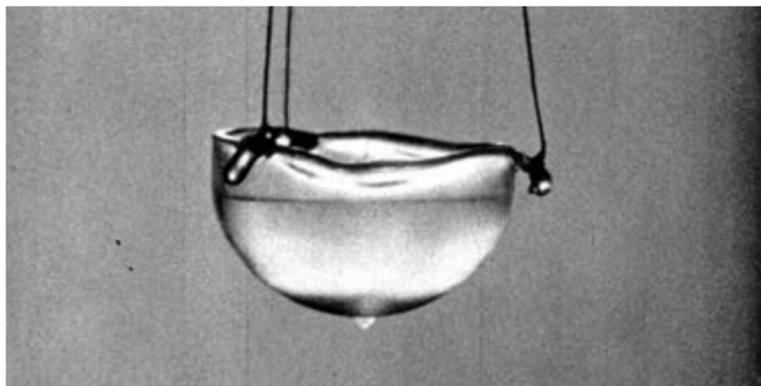
原來在低溫的狀況下，物料粒子的能量減低，因而令粒子本身的「量子特性」變得明顯。以量子特性而言，粒子可以分為兩類：一種是以美籍意大利物理學家費米 (Enrico Fermi) 而命名的費米子 (Fermion)，它們的特性是，任何兩顆費米子是不可能存在於完全相同的狀態之中。如果將粒子比喻為住在旅館的旅客，那麼每一間房間中就只能住一枚費米子，它們是絕對不會和同伴共享房間的。

另一種是以印度物理學家玻色

(Satyendra Nath Bose) 命名的玻色子。跟費米子完全相反，玻色子最愛聚在一起共同活動，凝聚於一個相同的狀態之中。一些展露超流體現象的物料，就是由玻色子組成。在低溫之下，這些玻色子會凝聚於能量最小的狀態，好像一個單一個體般共同流動，因而令物料變得一點兒也不黏稠。在一些導體中，電子會在低溫之下組成玻色子，因此能夠共同傳到電流，令物料的電阻變得極小。



物料中活躍的粒子會阻礙電流流動，正如人擁擠的通道。網上圖片



杯中的液態氦處於超流體狀態，可以從杯邊「爬」出，再在杯底凝聚成水滴向下滴落。網上圖片



受冷凍的超導體能夠長期維持電流流動，產生磁場，因此能令磁鐵長期漂浮於空中。網上圖片

小結

現今的很多研究，都旨在開發能令超流體及超導體現象在較高溫度呈現的方法。如果成功了，應該能令我們的科技水平再進一步呢！

張文彥博士

作者簡介：香港大學土木及結構工程學士。短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

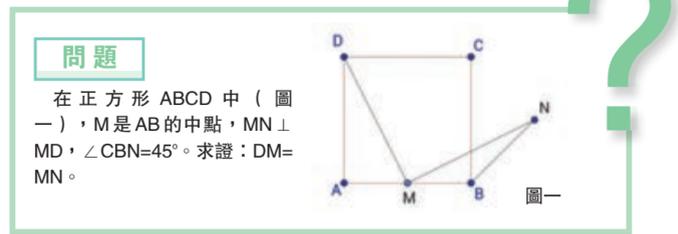
奧數揭秘

逢星期三見報

全等三角形不容易

初中學了幾何幾何，定理學了一大堆。「全等三角形」這個課題，大概是中一的内容，不少同學很早就懂，大概以為問題都很簡單，覺得是入門知識。若有天想開闊眼界，見識一下奧數程度的幾何題，或會有另一番體會。

得是入門知識。若有天想開闊眼界，見識一下奧數程度的幾何題，或會有另一番體會。



問題

在正方形 ABCD 中 (圖一)，M 是 AB 的中點，MN ⊥ MD，∠CBN=45°。求證：DM=MN。

如圖二，在 AD 上取中點 P，△MAP 為等腰直角三角形，因此 ∠MPA=45°。之後嘗試證明 △MDP 和 △NMB 全等，由 P 和 M 皆為中點，得 DP=MB。考慮直線上的鄰角，得 ∠DPM=180°-45°=135°=90°+45°=∠MBN。留意 △ADM 及 M 點周圍的直線上的鄰角，得 ∠PDM=180°-90°-∠DMA=∠NMB。這樣就證實了 △MDP 和 △NMB 全等，△



自律沉實煉邏輯能力

這題在奧數的幾何問題上，算是較淺的，但仍可以見解幾何題的難處。第一個問題是，要證明兩條線一樣長，不一定想到是用全等三角形的，尤其學的定理越多，好像懂得越多，但也由於多了選擇，未必選對合適的路徑。當然不這樣做也可能有別樣的解法，但知識多了反而找不到路徑，也是解幾何題目常見的難處。

的幾何知識而已，若是圖形中還滲透了其他的知識，圖形再複雜一點，難度不止多了一點點。

中學時期，幾何能力要達到奧數水平，要很用心。事實上，即使是課程內的幾何題，要練到可以寫出一個邏輯通順的證明，已經須花一番功夫。同時，學習時，由於每題都可能要寫十行八行，即使平日練習時有點漏洞，由於習題太多，老師就算很用心教學，也難以時刻幫自己找到錯誤。

因此自己要自律而沉實地煉好邏輯的能力，才可以在幾何上有較好的表現。就是邏輯能力都練好了，去到奧數水平，就會發現幾何能力不止是邏輯推論那回事，邏輯只是基礎而已，解難中還有些直覺的成分，有時也的確有運氣的成分。

說了很多難處，而事實上，也由於這點難處，使得奧數中的幾何題，值得見識。若缺乏這點見識，中學讀完了，應付得了課程內的幾何，很容易覺得幾何題目不外如是。難題使人謙卑，令人早日知道自己仍有發展空間，這個在學習上很重要。

張志基

要留意的是，這題還只是用了中一左右

簡介：香港首間提供奧數培訓的教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



科技暢想

隔星期三見報

傳統智慧告訴我們「三歲定八十」，一個人良好的性格及價值觀由 3 歲便開始建立。可是，在現今密集的不同學習範疇，如何讓學生在學習過程中，同時學習到德、智、體、群、美的精髓，實在需要加入科技去協助我們。應用大數據可減少分析教育成效的時間，因而有助我們集中提升教育質素。以下可看看大數據如何在不同範疇上提供協助。

現在老師是透過觀察上課情況、學生家課、測驗或考試成績等來評核學生的學習情況，大部分涉及及仍然以紙張為主的書本、家課及試卷，以現時的資源來說，要同時兼顧教學、評核及關懷學生的工作，實在吃力。

針對解答疑問 增互動溝通

若然把一切電子化，因為一切資料都可以由中央系統儲存、分析，到時候學生可以各自記錄書本上不明的地方，老師可以在系統中即時了解到整體學生情況，亦可以在網上找尋有關資料，針對地解答個別同學的疑問。這樣，不單可以令雙方對課程有更強的掌握，亦可加強學習時的互動及趣味，亦可強化大家的溝通及關係。

數據分析 教育政策更人性化

除課堂外，大數據分析對於測驗及考試的實際用途有更大的幫助。除個別老師更

大數據提升教學質素



大數據分析可助老師理解整體學生水平，教育官員更能透過系統分析了解全港學生的水平。圖為內地大數據綜合試驗區展示中心。網上圖片

容易掌握每位學生的優點外，更能容易理解到整體學生水平，校方可以更靈活去調配資源，作出對學生更到位的支援。

對於整個教育系統來說，負責教育項目的官員更能透過系統分析，實時了解全港的學生水平，在現今講求拔尖補底的整體方向下，各級官員可在公正的數據分析下，作出更人性化的政策安排。

當各方面減少了浪費在紙張上的時間

後，那便可以加強德育上的培育，體能上的訓練，強化全人教學的方式，同時亦可以免除了學生需要背負大量的書籍上學，使到學生可以輕鬆上學，愉快學習，容易掌握，達成目標。

在現今一切以科技為主軸的社會，盡早讓科技去協助學習，加入大數據刻不容緩。

香港新興科技教育協會 張詩軒

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽 www.hknetea.org。



有問有答

隔星期三見報

如何進行海嘯預警？通過地震台站和海潮觀測站來進行預警。

面對海嘯帶來的巨大災難，世界各國都在積極探索如何進行有效的海嘯預警，以拯救沿海地區更多人的生命。

日本設 100 全天候監測點

以日本為例，日本是一個海嘯多發的國家，目前海嘯警報機制相對比較成熟。為實時預警海嘯災害，日本氣象廳在全國設有 100 個海嘯觀測點，對海嘯實施 24 小時不間斷監測。

1983 年 5 月，日本海發生破壞性海嘯，地震發生後僅 7 分鐘，最靠近震中 (震央) 的監測站就發現了海嘯波，14 分鐘後海嘯警報傳遍了日本全國，這麼快的預警速度，使得這次海嘯的災害減輕到了最低限度，僅有 104 人死亡和幾乎可以忽略不計的經濟損失。

專家認為，如果未能就此海嘯發出警報，則人員傷亡至少幾千人。日本的海嘯預警，主要是通過覆蓋全國的地震台站和海潮觀測站來進行的。這些觀察站全天候地監測地震和海嘯，

海嘯預警減人命傷亡

一旦地震發生，立即以最快的速度得出地震影響區域、地震震級及其他地震參數。

海嘯數據庫模擬 66 預報區

當然，日本的海嘯數據庫也居功至偉。日本氣象廳將全國沿海地區劃分為 66 個海嘯預報區，預先對可能發生海嘯的斷層進行數值模擬並將模擬的結果存入海嘯數據庫。

這樣，一旦發生地震，依據地震的震中、規模，科學家可以迅速檢索海嘯數據庫，計算出海嘯等級、海嘯波的高度、影響區域、海嘯波到達沿岸的時間等相關參數，進而發佈沿岸各預報區的海嘯警報。

日本的目標是在海嘯地震發生後 3 分鐘內發出海嘯警報。儘管日本的海嘯預警水平比較高，但是仍然無法控制海嘯的結果。比如 2011 年 3 月 11 日發生的大海嘯，雖然日本氣象廳及時發佈了海嘯警報，但因為離海岸太近，要徹底規避風險是辦不到的。再好的預警，也只能減少損失。



世界各國都在積極探索如何進行有效的海嘯預警。圖為美國夏威夷的海嘯警報中心。教圖供圖

《十萬個為甚麼 (新視野版) 災難與防護 I》... 香港教育圖書公司