

科學講堂

逢星期三見報

2018前完成 料改變其他國際單位

質量隨時變 將重新定義



■科學家調校實驗儀器，以重新定義質量單位。網上圖片

前一期「科學講堂」討論質量的量度，除了因為質量的單位牽涉多個國際單位制SI的基礎外，還因為質量的準確度是商業及科技所需求的。

日常生活量度物料的硬度和密度、它所能承受的壓力、液體的黏稠度（viscosity），還有液體和氣體的流動對船隻及飛機的影響等等，都牽涉質量的量度。

上次提到我們現在使用的質量

單位為1889年定義的千克（kilogram），現在以鉑金合金所製作的國際公斤原型（IPK）儲存於相關國家的政府。

然而，因為空氣中的粒子污染了該合金，它的重量隨著時間而改變了。質量的單位欠缺穩定性，成為了百多年來科學家的難題。

實驗全球複製冀普及

最新的研究顯示，現在可以根

據物理常數來定義千克，而該常數的本質是不變而且普及的。現在的任務是要協調不同的實驗，重新定義千克，並測試定義的可行性（feasibility）及是否可以把實驗在世上不同地方複製，務求把新的定義無縫地應用到各種工業科技當中，使用戶包括商人及普羅大眾明白這個改變。

國際上的科學家希望2018年前可以完成這個目標。



■國際公斤原型的重量被空氣中的粒子污染而改變，欠缺穩定性。網上圖片

新定義不受時地影響 擁三大優點

質量的單位對其他的國際單位制SI影響很多，重新定義後，這個新的千克可以在任何時間地點均會相同，而且還有三大優點：

電：國際單位制SI中，所有與電有關的單位均直接或間接受約瑟夫遜及量子霍爾效應（Josephson and quantum Hall effects，題目涉及量子力學，在此不詳述）影響，要是新的千克與普朗克常數（Planck's constant, h ，量子力學中的常數，用以描述量子的尺寸）

掛鉤，那麼所有與電有關的單位的準確度會大大提升，而電流與電荷數目也會直接掛鉤。

溫度更準 區分「物質」與「質量」

溫度：目前，開氏溫度（Kelvin）是根據水固有的性質而定義，本來是一個不變數。然而，現實中，它的實際數字取決於實驗室內所用的水的純度。同樣地，若新的千克與普朗克常數掛鉤，而開氏溫度與波茲曼常數（Boltzmann

constant, k_B ，熱力學thermodynamics中的常數）掛鉤，可以讓開氏溫度定義得更為準確。

物質：中學化學教科書內所學習的摩爾（mole）將會被重新定義，使其不再依賴於千克的定義，同時直接與阿伏伽德羅常數（Avogadro constant, N_A ）掛鉤。同時，這個新的定義將強調「物質」量（amount of substance，某物件中有多少粒子）和「質量」（mass）之間的區別。

小結

2018年，千克將會被重新定義，與普朗克常數掛鉤，此舉減少了其數值的不穩定性，亦大大增加其他單位的精確數值。質量看似簡單，但它影響深遠。這一百年間，科技的進步對質量準確性的要求十分嚴謹，差不多我們日常生活使用的電力、溫度及物質均與質量有關。

■吳俊熙博士

作者簡介：畢業於加州大學洛杉磯分校（UCLA），曾任教於加州的州立大學及香港大學，現於洛杉磯Pierce College化學系任助理教授。

奧數揭秘

逢星期三見報

河邊倒影問最短路徑

現在的學生，每天放學後回家，路程車程都是一個小時左右，回到家裡，開水龍頭就有水。

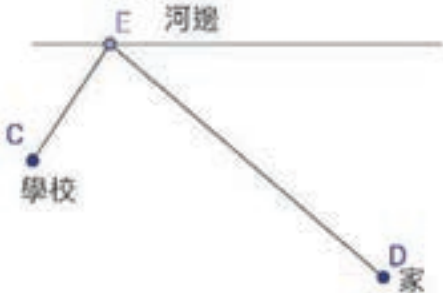
落後的地區就不同了，可能要在井裡打水，或者在河邊盛水回家，回家的路，

可能要走兩三小時。

想像落後地區的一個學生，每天放學後，總拿着水桶，到河邊盛水，順道洗刷一下，然後回家，路途這麼遠，總是想走得近一點。這裡有個最短路徑的問題。

問題

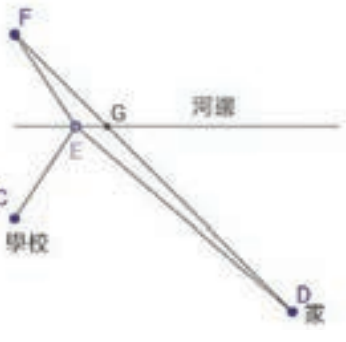
用圖像來表示（下圖），學生每天由C點到河邊的E點，然後回到家裡的D點，其中E點在什麼位置，會使到總距離CE+ED最短呢？



答案

若是把E左右移動，不太容易發現那個令CE+ED最短的位置。這裡有個特殊技巧，就是反射。

考慮代表河邊的線為對稱軸，C點反射到F點，那麼FE的距離就是CE的距離。因此要找到最短的CE+ED，即要找最短的FE+ED。明顯地，當E點在直線FD上，即圖上的G點，FE+ED為最短。



運用反射技巧 坐標幾何亦可解

以上的問題，用到了反射，這是一個幾何變換的技巧。這個變換的特性是，原像點C和反射後的點F各自與對稱軸的距離相等，進一步普遍一點來說，是對於對稱軸上任何一點E，CE與FE都相等。

反射在日常生活上，常見的情景就是照鏡子，或者是在河邊看倒影。看着倒影裡的自己，跟自己一般的大小，但又左右相反。有時把手指碰碰鏡面，看着鏡子裡的手指，就是跟自己手上的一般大。

反射的幾何特性之一，就是保持了物件的大小。再談談之前的問題，若果問題不用反射，而是用坐標幾何的角度看，會看到什麼呢？

假設C點坐標為(0,-2)，D點為(6,-4)，代表河邊的線為x軸，E點為(a,0)。那麼代表路線總距離的代數式為

$\sqrt{a^2+(-2)^2}+\sqrt{(a-6)^2+(-4)^2}=\sqrt{a^2+4}+\sqrt{a^2-12a+52}$

這道代數式要求最小值，也不是很輕鬆的，即使技巧夠，也沒用反射那麼直觀。套用之前的解法，F點就是(2,0)，而最短總距離就是 $\sqrt{6^2+(2+4)^2}=6\sqrt{2}$ 。

而且經過幾何變換這樣處理一下，再由代數的角度看，又會看到 $\sqrt{a^2+4}+\sqrt{a^2-12a+52}\geq 6\sqrt{2}$ 這個不太明顯的不等式。因此多了反射的角度，不單是多了一個技巧，而是更進一步可以配合代數的角度，有了發現不等式或其他數學結果的方法。

這個反射的變換，說到底就是照鏡子那回事，天天都在幹。不過若是能配合另一些數學工具，卻是連不等式也發現出來了。這也是數學令人驚喜的地方。

■張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，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

逢星期三見報

區塊鏈安全透明 非傳統用途廣



■創新及科技局局長楊偉雄出席區塊鏈技術商業策略研討會。資料圖片

現時有不少大銀行和大企業都正在應用區塊鏈技術。區塊鏈是一個在電腦網絡中共享的分散數據庫，所有交易必須被確認才會被記錄，當中無須涉及中介銀行，因為區塊鏈的信息安全而透明地保存在數位分類賬上，供網絡上的所有用戶查看。

這項技術對社會有巨大的影響，以下是一些區塊鏈的非傳統用途。

房地產交易透明化

瑞典正在試驗將區塊鏈技術應用在其土地登記制度上，計劃期望透過區塊鏈技術讓所有銀行、經紀人、政府官員、買方和賣方看到房地產交易的細節。

對於發展中國家來說，在區塊鏈上建立不可變的所有權制度有助打擊欺詐和鼓勵人們將未登記的土地納入記錄。

助證「無名者」身份

根據世界銀行的數據，世界上約有15億人沒有官方文件證明他們的身份，導致他們很容易遭受販運、賣淫和剝削。微軟宣佈它們與合作夥伴正在開發一個安全的身份驗證系統，期望使用區塊鏈技術獨立地驗證人們的身份。

追蹤鑽石來源

一家初創企業已經在使用區塊鏈技術來驗證鑽石所有權。該技術也可以應用於解決其他問題，如打擊象牙偷獵和假冒商品。

而在音樂行業中，區塊鏈技術可提高歌手之間的競爭力，因為這項技術允許他們直接向歌迷銷售歌曲。

■香港新興科技教育協會 洪文正

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。



氣象萬千

隔星期三見報

「天文台之友」開心分享氣象知識

朋友對於每個人來說相當重要，對於天文台來說也不例外，到底誰是天文台的朋友呢？他們便是「天文台之友」。

「天文台之友」在1996年成立，成立當時只有幾百人，剛過去的2016年，剛剛成立20周年，會員人數已超過了一萬名啦，大家一起想想，香港大約有七百萬人左右，原來每七百個香港人當中，便有一位是天文台的朋友。

「天文台之友」成立的目的，是為了提高大家的對天文台服務的認識，也可以促進天文台的交流，使我們更加了解大家的需要。「天文台之友」中有不少義工和義務導賞員，他們是每年天文台開放日的幕後功臣，協助主持攤位遊戲及人流管制等等。

另一方面，義務導賞員也會協助天文台全方位遊，帶領市民進入天文台發展130年的時光隧道，和大家一起參觀天文台。

導賞員讚得着多

不如一起聽聽資深導賞員的分享：

「天文台之友」資深導賞員關冠華：我負責舉行一些導賞課程，處理開放日和很多事務，一些地方是我們一般市民不能進入的，在這十多年裡我看到很多東西也學了很多，不單可以透過「天文台之友」內認識多些氣象及天氣知識，認識很多朋友，認識科學主任朋友，各方面都有很大得着。



■「天文台之友」慶祝天文台成立20周年。視頻截圖

「天文台之友」資深導賞員劉浩泰：我做全方位導賞員，最高興是帶着小朋友及長者參觀，因為他們會很開心地來，很開心地離開，會把我們的訊息一個一個傳出去。

「天文台之友」還有其他活動，例如參觀天文台預測總部、機場預報中心、其他地方的氣象機構，以及參加不同的講座等等。為

了慶祝「天文台之友」成立20周年，剛過去的12月舉辦了一個慶祝會，我們也聯同太空館舉辦了一個氣象觀星黃昏營。

如果大家想成為「天文台之友」其中一分子，可以在這個網頁申請：<http://url.hko.hk/FoOb>。

《天文台的朋友》



簡介：本欄以天文台的網上氣象節目《氣象冷知識》向讀者簡介有趣的天氣現象。詳情可瀏覽天文台YouTube專頁：<https://www.youtube.com/user/hkweather>。

