

科學講堂

逢星期三見報

固體液體氣體改變形態 都要由「與別不同」處引發

「變態」靠起點 無雜質難入手

不知道大家有沒有見過鹽的結晶？當鹽從溶解於水的形態轉換到固體形態的時候，鹽自身的特性會逼使它們以某一種的形式排列在一起，形成一粒一粒晶體。今天就和大家討論一下結晶以及一些相類的現象。

可發生但不發生

結晶的出現，很多時候始於某一種固體（比方說鹽）大量溶於另一種溶劑（例如水）中。當溶劑慢慢蒸發掉，或是慢慢冷卻下來，就無法繼續容納早已溶解的固體；這些時候，部分固體就會被「逼」出

來，形成結晶，不再溶解於液體中。但是倘若溶液十分均勻，沒有雜質，那麼縱使到了可以結晶的情況，晶體也會「群龍無首」，不知道哪裡先開始結晶，反而會進入了一個「敵不動，我不動」的狀態：結

晶現象可以隨時隨地發生，但是卻又沒有發生。當然現實中液體大多含有雜質，結晶因此會以這些雜質為中心開始。

在學校做實驗的時候，我們更會加入一些小的晶體，人工地引入「結晶的起點」。



水蒸氣以天空中的塵埃粒子為中心，慢慢凝聚成各種各樣的雲。 網上圖片

無塵便無雲 水至清怎結冰？

這種「需要一個起點」的現象並不只限於固體從溶液中結晶出來：比如說從氣態凝結成液體，也需要一些「起點」去開始。物理學家為了測量在實驗中被製造出來，或是來自宇宙射線的粒子，在過往利用這個原理設計了雲室（cloud chamber）這種裝置：在一個密封的空間中注入水蒸氣或是酒精，然後將它們帶到「將要凝結成液體卻又還沒發生」的狀態（例如用乾冰將它們冷卻到較低溫）。

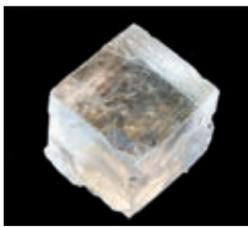
擁有高能量的粒子穿過雲室的時候，會激發附近的粒子變成帶電的離子；本來已是蠢蠢欲動的水蒸氣或是酒精就會馬上在這些離子附近凝結成「水滴」，將高能量粒子走過的路徑顯示出來。水蒸氣在高空

形成雲，也需要面對相同的問題。不知是幸還是不幸，天空中當然總會有些塵埃之類的粒子；水蒸氣就以它們為中心，慢慢凝聚成各種各樣的雲。

這個原理也應用於沸騰的現象之上。水可能已被加熱到可以沸騰的地步，但同樣也需要在一些特別的地方才開始進入氣態。這就是為什麼我們不應微波爐去加熱蒸餾水：蒸餾水理論上不含雜質，而微波爐顧名思義，運用微波令所有水分子一起摩擦生熱，因而能較均勻地令水分及食物升溫。

用微波爐加熱蒸餾水，由於沒有「特別的起點」去開始沸騰，有些時候蒸餾水其實早已熱得不可開交，快要變成蒸氣了，

但表面上卻是無比平靜，看不出一點玄機。這種情況對我們很是不利：我們可能會毫無戒備地伸手去拿微波爐中的這杯水，但一碰到水杯的時候就會破壞了它的平衡，令杯中的水突然沸騰；這些熱水更有可能從杯中濺出，燙傷我們。



岩鹽的結晶。 網上圖片

小結

今天的討論，隱隱涉及了「對稱」這個概念：假若一個物料真的是處處一樣，互相對稱，那麼某一點就不會無緣無故地變得「與別不同」。不過這樣「均稱」的物料並不一定是穩定的：輕輕的隨便一晃，就可能激起物料形態的轉變了。 ■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

二次函數中的趣味

一元二次函數 $f(x)=ax^2+bx+c$ ，是高中課程的重點內容，奧數裡初中就要懂。

函數符號 $f(x)$ 是一個隨着 x 而變化的數量，以下的討論按着這個理解就足夠，仔細一點的定義可以在網上找。

二次函數是高中的重點內容，經常提起，這是不難理解的。

比如面積的公式裡，經常出現二次方的項，例如圓柱體的表面積公式 $2\pi rh+2\pi r^2$ ，

就出現了半徑 r 的二次項。或者是圓形的方程 $x^2+y^2=r^2$ ，也有關於 x 和 y 的二次項。許多這些關於二次項的算式，求極大極小值的時候，或者在方程求解之中，多會用到一元二次函數相關的知識。由於牽涉的範圍廣泛，因此在課程內也是高中數學的重要基礎之一。

以下分享的是一道關於一元二次函數的題目。

問題

$f(x)=x^2+bx+c$ ，證明： $|f(1)|$ ， $|f(2)|$ ， $|f(3)|$ 中至少有一個大於或等於 $\frac{1}{2}$ 。

答案

答案：用反證法，假設 $|f(1)|$ ， $|f(2)|$ ， $|f(3)|$ 全都小於 $\frac{1}{2}$ 。

在函數中代入數值得知 $f(1)=1+b+c$ ， $f(2)=4+2b+c$ ， $f(3)=9+3b+c$ 。

留意到 $2f(2)+2=f(1)+f(3)$ 。

由三角不等式及假設得知， $|2f(2)+2| = |f(1)+f(3)| \leq |f(1)| + |f(3)| < \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$

因此 $-1 < 2f(2)+2 < 1$

$$-\frac{3}{2} < f(2) < -\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} < |f(2)| < \frac{3}{2}$$

由於 $|f(2)|$ 原本假設小於 $\frac{1}{2}$ ，因此得出矛盾。

故此 $|f(1)|$ ， $|f(2)|$ ， $|f(3)|$ 中至少有一個大於或等於 $\frac{1}{2}$ 。

條件看過無數次 不提還是找不到

這道題目有趣的地方，是情景很普遍。題目裡的二次函數，就只是有的係數為 1 的條件，不過原來這個條件，已經足夠有後來「 $|f(1)|$ ， $|f(2)|$ ， $|f(3)|$ 中至少有一個大於或等於 $\frac{1}{2}$ 」的結果，這個結論不太明顯。數學有時趣味就在於，明明那個條件看過無數次，但還是有些結論，別人不提，自己怎樣也想不出來的。奧數裡這些問題是很多的，久不久就會看到一些初等數學的問題，條件都見過無數次了，但結論卻是想像不到的，而且當中的推論技巧還很精妙。

數學裡精彩的結果當然多，但愈學得多，符號也多了一大截，平常的日子若是工作比較繁忙，就難以花費許多精神去理解。

奧數的基礎知識大都是中學課程內的，大眾對這些比較有經驗，容易從中體會到數學的趣味。

許多時候，奧數好像是給中小學生學的，其實我看也不一定。有些朋友在學生時

代對數學也多少有興趣的，但之後就沒有進一步進修數學，不過提起一些奧數問題，還是會覺得有趣味的。事實上，奧數作為一種平常的樂趣也很不錯，好像「數獨」之類的智力遊戲一樣，也是夠好的。

有時談起奧數，不時都講到要學很多東西，又說拔尖，好像很嚴肅，但其實也可以有輕鬆一點的看法，比如覺得做一題數就好像畫了一個漫畫人物一樣，是一種閒時的樂趣，也是挺好的。

學好數學固然是要下苦功的，只是苦功也不見得就是迫着自己就下得了許多。肯下苦功的人，許多時是因為能夠體驗學問當中的樂趣，在平凡的日子裡，在見識、欣賞和遊樂之中，感受到學問當中的趣味，才令人肯去下苦功。好像行山，有時也是因為嚮往着山峰上壯麗的景色，才會令人不怕勞累地走上去。奧數是難的，難得有時學生也緊張起來，其實懂得抱着輕鬆的心情，去欣賞和體驗，才會學得持久的。 ■張志基

科技暢想

隔星期三見報

手動駕駛多意外 自動化拯救人命

現時的汽車製造商正在不斷革新他們的產品，從外形、功能和配件，均在不停地創新，安全功能也不斷增加，甚至加入電腦以優化 GPS 定位功能。

預計 2030 年，汽車在美國的整體營業額達至 6.7 萬億美元。在未來，具有以下 4 種特點的汽車將走在市場的前端：自動駕駛、可連接互聯網及其他車輛、電動、可共享。

自動化和經濟共享模式將會改變整個交通運輸的模式。預計 2030 年，美國售出的新汽車，約有 70% 具有半自動駕駛功能，約有 15% 具有全自動駕駛功能。業界預期，自動駕駛車輛營業額會由 2015 年的 3.5 萬億美元，升至 2030 年的 6.7 萬億美元。

預每年救美 58.5 萬人命

根據美國國家統計局，在城市化的地方，美國人每年平均花 212 小時於交通運輸上，自動駕駛每年可為美國人節省 2.5 億小時的交通運輸時間。美國每年的致命交通事故約有 120 萬宗，主要是人為導致的，估計假如改用自動駕駛，大約 58.5 萬的人命或者可以救回，公眾安全的開支亦可以減少 234 億美元。

另外，愈來愈多汽車置入了連線到互聯網的功能，車與車之間可以直接傳輸數據，這些設施可以創造一些可能性，例如診斷與分析的工具、優化安全及提供資訊



多國正計劃以電動車完全取代汽油車。資料圖片

娛樂。將推出的 5G 為汽車物聯網發展的重要關鍵。

最遲 2020 年，連接互聯網將會是汽車的基本功能。很多國家、地區和大城市有此功能，而 2020 年將會增加至 98%。

以電動車取代汽油車

關注到全球暖化的問題，全球各國開始立法以解決。很多國家、地區和大城市致力終止汽油車的使用，以電動車取代。挪威（現已有 18% 電動車）、巴黎等地方率先計劃於 2025 年實施新例，之後是印度、蘇格蘭、法國和英國。

2040 年，全球電動車的銷售額將增加至 4,100 萬輛，佔總市場的 25%。

鋰電池對於電動汽車是相當重要的。過去數年，鋰電池的大量生產，令銷售價格降低，繼而吸引更多買家。

進入千禧年代，擁有汽車的金錢和時間成本愈來愈高，因此衍生了共享汽車的概念。使用共享汽車的成本比擁有一輛汽車的成本低 40%。

因此，在很多大城市，共享汽車模式逐漸受歡迎。2030 年，共享汽車的行駛里數將達至全球的 26%（2015 年為 4%）。 ■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。



有問有答

隔星期三見報

抽水過度累地裂縫惡化

如果搜索關於地裂縫的新聞，你會發現關於西安地裂縫災害的報道，不僅破壞嚴重，而且發生頻率很高。

目前中國地裂縫最嚴重的三個區域，分別是汾渭盆地、長江三角洲和華北平原，這三個區域同時也是地面塌陷災害嚴重的區域。

古城西安是汾渭盆地遭受地裂縫災害最嚴重的城市，受影響範圍超過 150 平方公里，全城出現的 14 條主要地裂縫中，最長的達十幾公里，其中位於南郊的地裂縫活動尤為劇烈，平均每年沉降 17 毫米。

西安的地裂縫給城市建設和人民生活造成了嚴重危害，其所經之處道路變形、交通不暢，地下管線破損、斷裂，房屋基礎錯動、牆體傾斜開裂，文物古蹟受損。

西安市本身位於構造地裂縫集中帶上，近年來由於對地下水的過度抽取，使西安城區形成了面積達 200 多平方公里的地下水下降漏斗區，導致地裂縫災害加速惡化。

為防治地裂縫災害，2007 年以來，西安市區內已累計封停、填埋各類抽水井 2000 多眼，同時修建了 7 個回灌點，向地下 200 米至 300 米深處灌水，有效地減緩了地表沉降。



《十萬個為甚麼(新視野版) 災難與防護 I》

香港教育圖書公司

