

科學講堂

逢星期三見報

# 秘密在於水 使之低於自燃點 紙火鍋的紙燒不着？

到日式餐廳，有時可以品嚐紙火鍋。為什麼紙火鍋的紙不會燃燒呢？紙火鍋有兩面，上方盛放着食物與湯，下方被火加熱。因為紙火鍋的紙很薄，下方的熱透過紙以傳導 (conduction) 方式傳到食物及湯內，讓它們吸收，同時降低紙鍋的表面溫度。

水的沸點為 100℃，水沸時，水轉化為水蒸氣，在大氣中蒸發。就算低於

100℃，蒸發過程亦可以把熱能帶走，使紙張不能到達其自燃點，而不會因為高溫又自動燃燒起來。如果有看過小說《華氏 451 度》，就知道讓紙張自燃點的溫度為 451°F，即約 233℃，紙火鍋專用紙的自燃點會比這高很多，所以很難燃燒起來。

然而，當紙火鍋內的水盡數蒸發後，紙仍是會着火燃燒的，所以要一邊煮一邊加水或高湯。

## 紙張自燃點約 233℃

最近筆者拍攝一段趣味科學魔術劇場的短片，可參照以下網址：<https://www.youtube.com/watch?v=BY9-mcL6lTU>，短片由多個「科學魔術」組成。早前介紹了短片中「變色的茶」及「香蕉變槌」，今期介紹片中「不能燃燒的紙幣」。

### 紙幣着火不燒同樣道理

如圖所見，紙幣沒有燃燒，到底為什麼呢？聰明的讀者一定知道，紙幣上一定有某種東西讓紙幣的溫度低於 233℃，同時，亦有另外一種東西讓紙幣看起來在燃燒。

先說讓紙幣看起來在燃燒的東西，那是酒精，酒精易燃，低於室溫已經可以自燃。所以，紙幣因為未到自燃點，但酒精已到，所以只有酒精在燃燒。

然而，當溫度繼續上升，紙幣還是會燃燒，所以要把溫度控制在攝氏 233 度以下

的秘密，就是要加水了。

故此，要讓紙幣着火，卻又不燃燒，就要先把紙幣加入水與酒精的混合物中，當水蒸發時，水蒸氣會帶走燃點紙幣時所產生的大量熱能，紙幣的溫度在其自燃點以下，故不着火；若混合物中的水減少，紙幣就會燃燒。

在趣味科學魔術劇場的短片中，筆者亦以手取火，道理同上。筆者使用的酒精為藥用酒精或消毒火酒，主要用以消毒皮膚等外用，酒精濃度約為 70% 至 75%。筆者曾受專業訓練，各位不要在家亂試。



■以手取火。網上圖片



■紙火鍋的紙很薄，但因為上面有湯，使其不能達到自燃點。網上圖片



■把紙幣塗上水與酒精的混合物，便能使紙幣着火卻不燃燒。網上圖片

## 甜品亦有此噱頭

未知各位可有試過甜品阿拉斯加雪山？為什麼甜品會着火而不燃燒呢？同學可以嘗試解答。

如對科學魔術劇場有興趣，請到筆者的專頁（見簡介）的相關影片中 like 或留言，讓短片變成真正的科學魔術劇場。  
■吳俊熙博士



■燃燒中的甜品阿拉斯加雪山。網上圖片

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。讀者可通過 [www.facebook.com/drbenning](http://www.facebook.com/drbenning) 聯繫作者。

## 奧數揭秘

逢星期三見報

# 用不定方程分配房間

在放假的時候，一班同學去宿營，住在宿舍裡，分配房間的時候，當中也有點數學。比如房間有兩種，一種是 3 人房，一種是 4 人房，若果每間房都要住滿人，而學生人數共有 35 人，那麼需要多少間 3 人房和 4 人房呢？

不難看出問題是一道方程求解的問題。設 3 人房有 m 間，4 人房有 n 間，由題意得

$$3m + 4n = 35$$

其中 m 和 n 由於是房間數目，因此是正整數。

這裡要注意的是，未知數有兩個，而方程只有一條。一般而言，一道方程只能解出一個未知數。當一道方程的未知數多於

一個，就稱這是一道不定方程。不定方程可以是無解，一個解，多個解或者無限個解，而以上的問題就是有多個解的一類。

不難試出 (m,n)=(1,8) 是其中一組解。然後 4 人房少 3 間，3 人房就可以多 4 間，因此另一組為 (m,n)=(5,5)，同理得 (m,n)=(9,2)。之後無法再將 4 人房換 3 人房，於是答案只有此 3 組。

回顧剛才的解題過程，就是一開始先試出其中一組解，然後其他的解就可以依次代換出來。一般來說，二元一次的不定方程，也是如此解法。

以下就着另一道不定方程，練習一下剛才的方法。

### 問題

試求  $5x+8y=109$  的正整數解。

### 答案

觀察奇偶性得知，x 為單數。嘗試  $x=1$ ，得  $(x,y)=(1,13)$  為一組解。之後 y 減少 5，則 x 增加 8，因此  $(x,y)=(9,8)$  或  $(17,3)$ 。

故此共有 (1,13)、(9,8)、(17,3) 組解。

這裡可能有個疑問，就是開始時試數，會不會試很久也不中呢？這個是有方法的，比如可考慮等式兩邊關於 8 的餘數，那麼 5x 的餘數就要等於 109 除以 8 的餘數，即是 5。考慮餘數後數字一般不太複雜，要試出來是挺快的。

又或者會問，那麼是不是一定有解，會不會有些數字搭配會無解呢？也是有的，比如  $9x+6y=28$ 。只要觀察到等式左邊是 3 的倍數，而右邊不是，就知道這是無解的。

一般來說，對於不定方程  $ax+by=c$ ，a 和 b 的最大公因數為 d，而 d 能整除 c 的話，這方程就有解，否則就無解。若果有一組解  $(x_0, y_0)$ ，則全部解為

$$(x,y) = (x_0 + \frac{bt}{d}, y_0 - \frac{at}{d})$$

其中 t 為整數。

## 二元一次屬基本

一講到一些數學的普遍形式，看着那麼多符號，還真挺嚇人的。其實具體怎樣解，之前都講完了，就是先試出一組解，然後其中一個未知數增大一點，另外那個減少一點，一直幹下去，就能找到全部。明白了這個想法，再看代數的形式，也會多點頭緒。

二元一次不定方程，在不定方程的課題中，差不多是最基本的形式，是奧數和初等數論的必修課題。不定方程之中，若是未知數是較高次的，即使是兩三次，就已經可以很難解。當中的理論和技巧都是夠鑽研許多年的事情，奧數之中只能算是淺嘗一嘗。

■張志基

## 科技暢想

逢星期三見報

# 物聯網面臨保安挑戰

「2006 年 11 月，在物聯網世界出現了一種『殭屍網絡』(botnet) 在短短的 5 日內入侵了差不多 3,500 部物聯網設備。」

我們身邊很多的電子器材，一步步地連結上互聯網並透過網絡交換信息，物聯網 (Internet of Things) 的世界正在慢慢地建立起來。而這個物聯網內各種不同的設備存取大量不同的數據，甚至是處理物聯網通訊環境。

### 駭客可從「旁路」改數據

現時，有關個人資訊的設備可以透過傳統的通訊方式 (SSL) 並配合加密的方法處理，網絡上的駭客雖然未能輕易地讀取設備內的數據，但駭客可以寫一個小程序從設備外改變設備內的數據，從而影響設備的內部分析。這些駭客常用的「旁路攻擊」(side channel attack) 會把一些在末加密前的數據，包括設備內的傳感器例如時間、溫度計等收集的數據加以修改。

保安問題並不是我們如何處理數據的軟件設計，而是在設備內硬件的問題，英特

爾、ARM 等的晶片製造商也開始對自己生產的硬件提升對保安的要求，但這個就會提升了晶片製造的成本，並且對電流要求也會提高，所以平價的可穿戴的物聯網設備為了提升使用時間而放棄使用這類型的晶片。

### 三方法自測

不過，我們還有方法可以對自己的物聯網設備進行以下測試：

1. 物聯網設備的網絡可覆蓋範圍；
2. 網絡連接的速度和時間；
3. 使用官方的應用程序接口 (API) 進行測試。

最後，由於物聯網的發展起步短短數年時間，有關設備也有很多發展空間，我們需要對物聯網的硬件設備深切地在保安方



外國 IT 展上物聯網展區。資料圖片

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](http://www.hknetea.org)。



## 氣象萬千

隔星期三見報

# 網版《國際雲圖》明見新貌

雲朵變化萬千，除了欣賞它的美態，觀測雲也可以了解大氣運動的情況，幫助判別天氣。

提起雲，在氣象界最權威的觀雲天書，可以說是世界氣象組織的《國際雲圖》(下稱《雲圖》)。《雲圖》是全球用來分別各種雲，以及各種天氣現象的重要參考，也是培訓氣象人員的重要教材。

### 港天文台獲邀做網頁

《雲圖》在 1896 年面世，當時已經列出各種雲的定義，觀察雲的技巧等資料，不過當時只有 28 張相，其後的《雲圖》的內容便由 1932 年、1939 年、1956 年、1975 年及 1987 年逐步更新，到了 1987 年版，便收錄了大約 220 張相片。

隨著網絡科技及攝影器材越來越進步，創造了有利條件更新《雲圖》。早前世界氣象組織便委託了天文台建立新的《雲圖》，給全球的氣象群體及民眾使用，新版本是以網頁形式顯示，將在 2017 年 3 月 23 日世界氣象日當天推出。

網版總共收集了超過 600 張照片，並且附有相關的氣象資料，例如衛星圖片或是地面的氣壓圖，除了靜態相片，也有動態短片，大大豐富了其內容。

### 市民照片入圍 加入新雲種

在開發網頁版的過程中，天文台還建立



由香港天文台更新的《國際雲圖》將於 3 月 23 日公佈。視頻截圖

了另一個網站作為平台，收集世界各地各種天氣現象的相片，新版本內便有約 60 張相片是由香港市民拍攝，全部都需要經過專家的挑選。

另外新版本亦引入了新的雲種，包括「糙面雲」。糙面雲的雲底一般都有類似波浪的形狀，垂直方向高低起伏清晰，有

時候更有突出的尖點，從地面上看好像波濤洶湧的海面。

香港有市民在 2015 年 4 月，捕捉了糙面雲這些相當罕見的雲種。有興趣欣賞新版《雲圖》的朋友，記得留意 3 月 23 日天文台的公佈了！



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

### 《國際雲圖》

