

證廣義相對論 靠日蝕時觀星

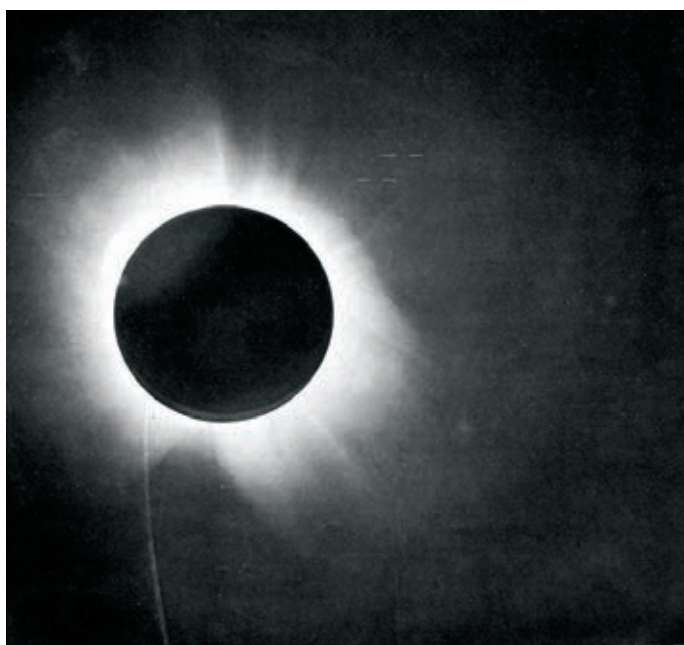
科學講堂 逢星期三見報

大家還記得去年8月在美國可以看到的日蝕嗎？日蝕除了是罕有的天文現象外，也是一個很難得的機會去進行一些特別的實驗。今天就跟各位討論日蝕與測試愛因斯坦理論的關係；在經歷過「日蝕的試煉」後，愛因斯坦的理論才得到廣泛的接納。

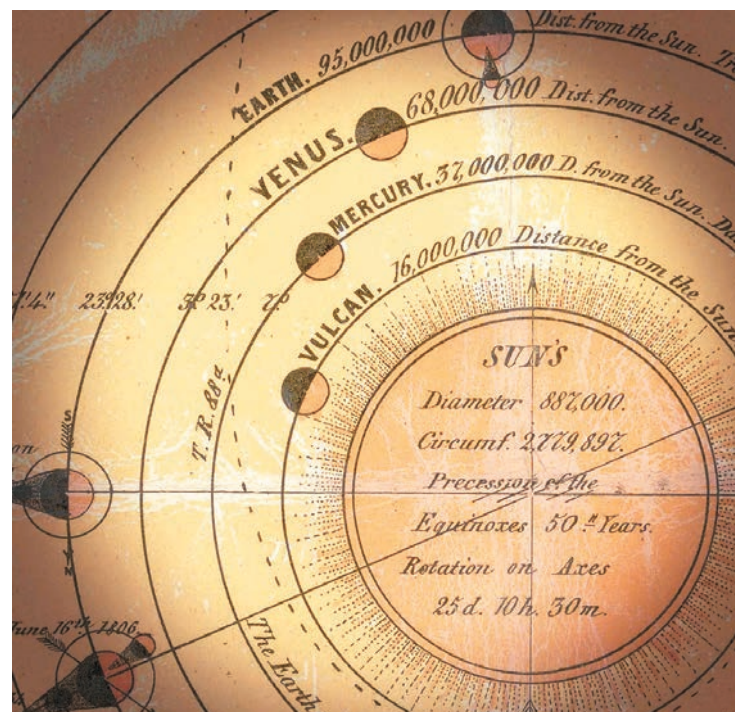
水星軌跡奇怪 牛頓理論無解

今次涉及的，是愛因斯坦描述萬有引力的理論：廣義相對論。很久以前也跟大家提過，19世紀的人們發現，牛頓的萬有引力理論所描述的水星軌跡，跟現實並不相符。起初大家懷疑，這是否代表在水星跟太陽之間，有一個還沒有被發現的新行星？它的質量影響了水星的軌跡，以致牛頓的理論看上去好像錯了。當時，這個猜想得到了不少的關注：天

文學家認真地推算這個新行星的軌跡，期望在夜空中找到它；甚至已經替它改了個名字：火神星 (Vulcan)。現在看來，這個舉動好像有點兒衝動了。不過，牛頓的理論在之前的百多年一直十分成功，得到了大家的信任；而且在不久之前，天文學家利用一樣的思路發現了海王星，因此這個想法應該值得信賴。只是在多番努力下，這個「火神星」還是無影無蹤；看來它可能根本不存在。



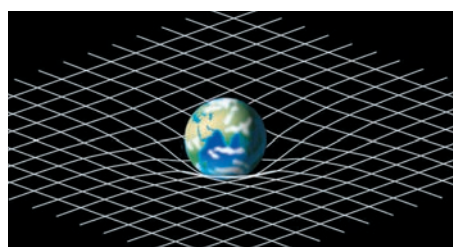
愛丁頓 (Arthur Eddington) 善用了1919年的日全蝕，在沒有太陽光的騷擾下量度太陽附近星星的位置，驗證廣義相對論。網上圖片



19世紀的一幅地圖展示了火神星 (Vulcan)。網上圖片

質量扭曲空間 影響物品活動

然而「沒有了」火神星，我們又怎麼解釋水星的軌跡？愛因斯坦嘗試了另外一個



愛因斯坦提出地球的質量會扭曲空間，從而影響其他物品的活動。網上圖片

方向：修改萬有引力的理論，因而提出了他的廣義相對論。他這個理論在理念上跟大家熟悉的很不一樣：愛因斯坦提出質量跟能量會扭曲空間，從而影響其他物品的活動。愛因斯坦的這個理論，能夠成功地描述水星的軌跡，不過從科學的角度來看，還是不足夠去取信於其他科學家：水星的軌跡是一早已知的事實，而要創建一個解釋已知事實的理論相對容易；廣義相對論需要預測一個新的現象，再證明現實與這個預測一致。

太陽質量太大 扭曲路過星光

廣義相對論有什麼新的預測？在這個理論裡，空間會被質量跟能量扭曲；光線因此也會以曲線的方式移動。不過要有顯著的效果，相關的質量或能量必須十分龐大。太陽正好就是太陽系中質量最大的東西；遙遠的星光在太陽旁邊經過的時候，應該會被太陽

影響而彎曲；如果我們比較太陽在旁邊及太陽不在的時候，應該會發現同一顆星星的位置看起來會有所不同。不過「太陽在旁邊的時候」，也就是白晝吧？要在這個時間觀看星光，看來不是十分方便。英國科學家愛丁頓 (Arthur Eddington) 善用了1919年的日全蝕，跟他的團隊遠赴非洲西岸，以求在沒有太陽光的騷擾下，量度太陽附近星星的位置。愛丁頓其後再與「太陽不在」時星星的位置比較，成功量度到星光受太陽影響而彎曲的幅度，與廣義相對論預測的數值一致。

張文彥 香港大學土木工程學士
短暫任職實習土木工程師後，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。

小結

今天的故事，希望能為大家展示科學的精神：我們「絞盡腦汁」，務求能夠理解身邊的各種現象，提出解釋；不過任何解釋都需要進一步驗證，才可以被我們接受。

活用抽屜原理 分類揀出元素

奧數揭秘 逢星期三見報

在1至10這10個自然數裡，抽出6個數，這堆數當中可以有什麼樣的關係呢？例如可以是必有一個單數和一個雙數。還有沒有其他關係呢？若是思索下去大概有不少的，以下要證明的就是其中一個。

問題 在1, 2, 3, ..., 10這10個數中，取出6個。證明：必有兩個數，其中一個是另一個的倍數。

答案 將數字分成5組：{1,2,4,8}, {3,6}, {5,10}, {7}, {9}。若是取出6個數，必有兩個數同在一組中，而最後兩組只有1個數，因此必有2個數同在前三組中的其中一組裡。而前三組裡，每兩個數之間，較大的數都是較小的數的倍數。因此命題得到證實。

回顧剛才解題的過程，主要就是用到抽屜原理。所謂抽屜原理，就是好像把4個蘋果，放在3個抽屜裡，則必能保證有一個抽屜至少有2個蘋果。這意思挺簡單的，只是應用起來時，什麼是蘋果，什麼是抽屜，也不是輕易知道的。比如剛才的題解，把10個數考慮作蘋果，然後分作5個抽屜，那麼6個數中，就必有兩個數在同一抽屜中。只是還得要思考，怎樣把10個自然數分組，可以使得同一組之中，每兩個數之間，必然有一個數是另一個數的倍數呢？這個還得要嘗試一下，才得知怎樣做得到。看到這裡，也就正正說明了，原先為什麼要分類成5組，也明白了那5組為什麼是這樣。首先，要用抽屜原理，6個數中有2個有關，就要分5組，使得有2個在同一組，而同一組之間必然需要任意兩個數有倍數和因數的關係。明白了這個，也不難知道那個分組的方式並非唯一的，比如還可以分成：{1,3,9}, {2,4,8}, {5,10}, {6}, {7}。抽屜原理在最基礎的意思上，是簡單到不得了的，只是應用起來，有兩個難處。一是它簡單到令人很易忽略，二是即使明知要用的時候，如何分類也是

要一番思索，並不經常是有很明顯的線索可以依循的。原本意思很簡單的抽屜原理，應用上可以是很廣泛的，基本上，凡是一堆東西作分類的時候，都可以由抽屜原理推論出必有其中一類有相當多的元素。這種分類是可以很任意的，比如一開始談起1至10這10個自然數，若是考慮5組連續數：{1,2}, {3,4}, {5,6}, {7,8}, {9,10}，則可以推出6個數總有2個連續數。若是按着除以5的餘數考慮，則為{1,6}, {2,7}, {3,8}, {4,9}, {5,10}，則可以推出6個數總有2個數除以5所得餘數相同。按着不同的分類，就可以推論出各樣的結論，而且是取之不盡的，不過想起原本的道理，還不過是簡單的抽屜原理而已。要是考慮的範圍不止1至10，而是更多元化的對象，那意思就更豐富了。在數學裡，許多時簡單一句定理，在應用之間，可以有無窮變化，只有在練習推論的過程中，養成良好的邏輯能力，才可以一步步發現到定理之中隱藏的意味，才明白當中深遠的意義。這當然遠比背了基本的意思難得多，但得到的卻是豐厚多了。

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。



氣象萬千

星期三見報

1972年6月18日，在觀塘秀茂坪臨時安置區，近中午時分，秀茂坪一幅填土坡突然塌下，一瞬間翠屏道一帶近百間木屋，被山泥全部掩蓋，78間寮屋被沖毀，71人喪生。阿華與阿芝兩姊妹，當年住在木屋區旁邊的七層大廈，親歷六一八山泥傾瀉災難。當時只有10歲的阿華，還意識不到危險，和朋友在走廊看雨。阿華：「聽到鄰居的小朋友說，第十一座的水渠滿溢，水一直噴上來。然後我望着那山坡，為什麼那山坡好像會動？浮來浮去，然後就好像滑梯一樣，山泥都滑下來。我們十分害怕，很快

六一八雨災 泥傾毀民居

走回家。」山泥傾瀉的一刻，阿芝剛離家上班，差點成為山泥下的亡魂。阿芝：「我一下樓梯，就已經看到我的左邊有很多山泥，已經差不多沖到我身邊。」山泥填山坡 遇雨向下滑 土力工程處副處長鍾偉強解釋，秀茂坪塌下的山坡，在上世紀60年代，其實是一個山谷，後來在附近找些泥土，填平了山坡，相信當時的施工準則及監督未必像現時般嚴謹，我們懷疑那些泥土相當鬆軟，所以在連場大雨之下，泥土就像滑梯一樣下滑。引發山泥傾瀉的暴雨，由6月16日開始，連續3天，每日雨量超出200毫米，加起來總雨量有652.3毫米，是有記錄以來，6

月份連續3日總雨量最高紀錄。暴雨的成因源於廣東沿岸一帶的活躍低壓槽，嚴重影響香港的天氣，更帶來災難性的雨量。同一天，驚人的山泥傾瀉不只在觀塘出現，還有港島半山區。6月18日傍晚，寶珊道的天然山坡崩塌，山泥向下沖，先捲走一幢空置的6層大樓，再沖毀了12層高的旭龢大廈，然後削去另一幢大廈的4層樓。「因為那是天然山坡，所以山泥沖下來時，就像滾雪球效

應，當日差不多有超過2萬立方米的泥石沖了下來。」鍾偉強解釋，寶珊道山泥傾瀉有三大成因，一是山坡地質容易讓水滲透，二是暴雨令地下水水位急升，三是干德道一個地盤在進行開挖工程，支撐泥土的鐵板變形，造成寶珊道的泥土下墜，最終有67人喪生。到今天，災難痕跡猶在，當年塌下的山坡，特別用了鋼和石屎加固，倒塌的旭龢大廈沒有重建，當年的慘劇現場，變成休憩公園。

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>。



為什麼氟被稱為「死亡元素」？

單質氟的分離製備尤為艱辛，而且充滿了危險，曾令早期許多科學家嚴重中毒或因爆炸而受傷，甚至死亡。

有問有答 隔星期三見報

1768年，德國化學家馬格拉夫首次報道了氫氟酸。但直到1810年，法國科學家安培才正式提出氫氟酸中含有一種新的元素，英國化學家戴維將其命名為氟。但是，要想提取單質氟，卻比預想的要艱難得多，此後長達70多年的製備單質氟的漫長而又悲壯的歷程就是明證。許多化學家投入到了分離單質氟的研究中。然而，元素氟的分離是如此的危險和艱辛，早期的研究者為此付出了沉重的代價，甚至是自己的生命。英國化學家戴維最先嘗試製備單質氟，但很快就因為中毒而被迫放棄了研究。1836年，愛爾蘭科學院的喬治·諾克斯和托馬斯·諾克斯兩兄弟在製

備氟的研究中都嚴重中毒。隨後，比利時的魯耶特和法國的尼克雷不幸中毒身亡。而英國化學家戈爾則在電解氫氟酸製氟的過程中遭遇了爆炸事故。為什麼氟的分離這麼困難呢？這是因為氟是化學性質最活潑、氧化性（與其他元素發生化學反應時奪取電子的能力）最強的化學元素。通常的化學方法是無法製備單質氟的，只能通過電解的辦法才有可能得到它。而氟在常溫下是一種淺黃色的劇毒氣體，能和大多數其他元素發生反應，也可以和除全氟有機物以外的所有有機化合物發生劇烈反應；在受熱的情況下，氟還能腐蝕金、鉑等貴金屬。因此，當時的化學家在實驗中即使製備了少量的單質氟，也由於它立即與其他物質發生反應而難以收集、鑑定。另一方面，氟氣和氫氟酸有非常強的毒性，即使吸入少量也會中毒，甚至可能致命。在

早期製備單質氟的探索中，由於當時實驗技術條件不夠完善，容易發生不慎吸入氟化氫而導致中毒的事故。然而，科學家不屈不撓的探索精神和為真理獻身的精神是任何困難都阻止不了的。在汲取前人經驗教訓的基礎上，法國化學家穆瓦桑經過長期艱苦、細緻的探索，雖然多次中毒，仍然鏗而不捨，終於在1886年6月26日通過電解無水氟化氫和氟化鉀混合物的方法首次成功製備分離了單質氟。直至今日，現代工業大規模生產氟氣仍然利用穆瓦桑電解製氟的方法。1906年，為了表彰他在製備元素氟方面所做的傑出貢獻以及所發明的穆氏電爐，穆瓦桑被授予諾貝爾化學獎。1907年，由於長期和劇毒物質接觸，嚴重損害了健康，年僅55歲的穆瓦桑過早地離開了人世。

氟在常溫下是一種淺黃色的劇毒氣體。



螢石，又稱氟石，是一種含氟的礦物，主要成分是氟化鈣。

