

磁場對抗輻射 保護行星生命

科學講堂

上次與各位討論了外太空行星的一些有趣事，指出這些行星的成分可能與地球有很大的差別，因此要找出適合我們熟悉的生命發展的星球，其實並不簡單。今天就再和大家探討一下這個課題。

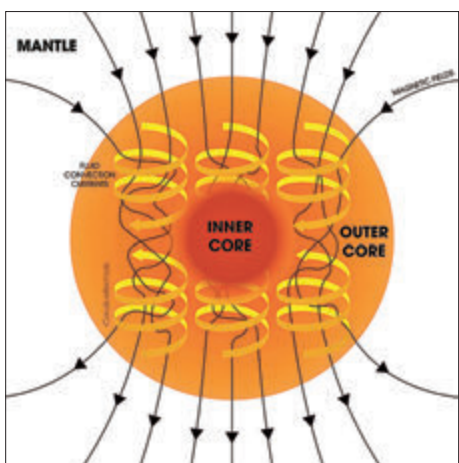
高能宇宙射線 因電磁改變軌跡

地球擁有自己的磁場，各位應該早已知道，但這個磁場一直在保護地球上的生命，大家又是否知道？原來太陽在給予我們溫暖和光明同時，亦不停地在向我們發放出高能量的輻射。就算撇開太陽不說，宇宙之中本來就存在高能量的宇宙射線，不時也會到達地球。

這些輻射往往對生命有害，尤其是當生命剛剛在地球上發展的時候，它們大多以較簡單和脆弱形式出現，不一定能夠抵受這些輻射（就好比我們利用紫外線殺死細菌）。

幸虧這些輻射大多由帶電荷的粒子組成，當它們經過地球磁場的時候，會因為電磁作用而改變它們移動的軌跡，不會直接到達地球並影響表面的生命。從這個角度來看，地球的磁場是一張很重要的「保護網」呢。

這張保護網又是怎樣得來的？它跟地球的地質又有什麼關係？電磁學告訴我們，磁場是由流動的電荷形成的。根據現行的理論，地球的中心含有鐵等金屬，並且處於半流體的狀態。在地球自轉的時候，中



● 在地球自轉的時候，中心帶電荷的金屬離子也跟着流動而形成電流，再因此而產生出地球的磁場。網上圖片

心帶電荷的金屬離子也跟着流動而形成電流，再因此而產生出地球的磁場。其他外太空的行星，如果沒有帶電荷、會流動的中心部分，就可能無法生成自己的磁場來保護行星上的生命。



● 板塊活動是地球碳循環重要的一環。圖為意大利火山爆發後的熔岩。資料圖片

板塊活動助衡溫 保留碳於岩石層

地球表面的板塊活動，對生命的健康成長也很有用。地球的板塊能夠隨着下面地幔的帶動而四處移動，有助於均衡全球的溫度。

板塊活動，同時也是地球碳循環重要的一環：大氣層中的二氧化碳會溶化於雨水中，變成碳酸再降落到地面；這些碳酸一方面侵蝕岩石，另一方面會經過一連串的化學反應而令碳與其他元素結合，將其留於岩石層之中。

如果沒有這個過程，就會有更多的碳以二氧化碳的形式存於大氣層中，令溫室效應變得更為嚴重。其後岩石會因為板塊活動而進入地球的深處變成熔岩，因而容許當中的碳元素經由火山再重新被釋放回大氣層中。

由此看來，認識板塊活動是如何形成的也是十分重要，不過這個課題看來絕不簡單：要認識板塊活動，需要深入了解岩石是在何種狀況下熔化成熔岩，也需要知道

熱能怎樣在地球的各個部分傳播。行星成分的大小改變，就可以大大影響這些特徵，因此需要精密的數據收集和研究所。

再者，行星成分並不是故事的全部：我們的鄰居金星，其實在成分、大小、跟太陽距離等等的許多方面，都與地球不相伯仲，但一個是能夠支持生命存在的綠色星球，另一個卻是在瞬間熔化成金屬的煉獄。要準確推算哪個星球適合生命發展，看來不是易事呢。

● 杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

無限項之和

奧數揭秘

小學時必定遇過 $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$ 之類之巧算題，到了中學，就會問 $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots$ ，無限個項加起來是什麼。這些無限項加起來的算式，叫做級數。高中的課程，會談到幾何級數。奧數裏就有另一些級數，會在解題中展現一些數學技巧。

問題：求級數S的值，其中 $S = \frac{1}{2} - \frac{2}{4} + \frac{3}{8} - \frac{4}{16} + \frac{5}{32} - \dots + \frac{n}{2^n}(-1)^{n+1} + \dots$

答案：考慮 $2S = 1 - \frac{2}{2} + \frac{3}{4} - \frac{4}{8} + \frac{5}{16} - \dots$ ，與S相加，

$$\text{得 } 3S = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} - \frac{1}{8} + \frac{1}{16} - \dots = \frac{1}{1+0.5} = \frac{2}{3}, \text{ 故此 } S = \frac{2}{9}.$$

留意題解之中，把S乘以2之後，各項的分母還是2、4、8、16、...之類2的次方，只是對應的分子不同了，跟原本的相差1，而且正負號也是相反的，於是S與2S加起來時，剛好分子都變了1。之後用上幾何級數的無限項之和的公式，就可以算出來了。

這題若果用一點微積分，也可以有別樣的方法，比如知道 $\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + \dots$ ，取微分後得 $\frac{1}{(1-x)^2} = 1 + 2x + 3x^2 + \dots$ ，這裏希望令

到最後代 $x = -\frac{1}{2}$ 時，剛好右方就是S，於是嘗試先把兩邊乘以-x，得 $\frac{-x}{(1-x)^2} = -x - 2x^2 - 3x^3 - \dots$ ，之後代入 $x = -\frac{1}{2}$ ，等號右方就是S，

左方化簡後得 $S = \frac{2}{9}$ 。

奧數裏比較少談及微積分，但若果對一些恒等式或者級數做些微積分，會發現一些平常難以想像的恒等式，這當中有頗大的趣味。

最初在中學見到級數時，如果學了微積分，就會覺得好像做過類似的練習。仔細看一下，題中的細節挺多，比如一開始的S這個數值，一直加起來，是不是會加到一個有限的數字，還是會加到無窮大；還得要問一下，這個是級數

數是否收斂的問題。

或者更基本地看，級數本身是什麼意思？比如一直加起來，當中先後的項是否能調位，意思是否還是一樣，這些都不是必然的。要好像上述那樣用微分來做，也要有特定條件。

級數本身由無窮個數加起來，而無窮這個概念，雖然好像很明白，但仔細分析時就會發現許多難以預料的現象。例如上述談及收斂的問題，即使級數的項越來越小，也難以由表面分得清，是收斂還是發散，還得計過才知道。

這些無窮的奇怪現象，在數學上初出現時，也不是一朝一夕就解決得了，一直到後來出現分析學，才把許多關於無窮的現象梳理好。分析學的課，在大學數學系裏是基礎的課程，也多數是初讀大學數學時最不習慣的一科。單單中學公開試成績好，是未夠讀得好這一科的，還得看邏輯和理解能力，再花多點時間，才可以讀得好一點。

奧數裏出現一些關於無窮的問題，大概原意也是想學生做問題時，多點思索關於無窮的現象，為老師提供一個引子，去談及一些分析上的基本問題。做題目固然有趣味，但停留在技巧上，未深入了解背後的原理，實屬可惜。不過，當中的知識基礎太多了，也不是奧數的培訓能涉獵的，奧數裏只能提一提，引起學生多一點興趣而已。 ● 張志基

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



● 廚餘製成有機肥料用作種植，讓學生明白生態系統的運作及其重要性。

作者供圖

回收午膳廚餘 製肥有機種植

綠得開心@校園

浸信會天虹小學一向致力推廣環保，在學校內，不論是教職員或學生，都努力實踐減碳環保生活。我們進行低減減廢辦公室計劃，各教員室及校務處均設置辦公室紙分類箱、塑膠回收箱及環保天然清潔劑，並定期與教職員進行環保講座，務求加強教職員對環境保護的認知，身體力行，更有效推動環保工作至學生層面。

至於學生方面，除了在課室設有廢紙回收籃鼓勵同學使用，亦委任同學擔任環保大使，定期進行培訓，使他們更積極協助推動班內的環保工作，例如放學時，大使會檢查課室的所有電器，確保電源關閉。即使在疫情期間，同學雖然不能參與大型活動，但仍透過邀請劇團在網上直播環保劇，讓同學在家中可與家長一起認識環保對人類的重要。學校同時亦上載多套自家製

作環保短片在學校網頁內，供同學觀看，例如配合新春大掃除的「天然清潔劑DIY」、「回收紙張急口令」及「減廢惜福」等，讓同學邊看邊動手做。

製環保樂器 膠樽變花盆

學生除了在常識科認識有關的環保課題外，本校的下午時段的單元課程，也加入不少有趣的環保活動，低年級進行環保樂器製作，把塑膠大變身，透過3Rs的概念，讓學生學習把膠水樽重用，改良成為有用的物品，例如花盆、筆座等。

此外，本校設有廚餘機，收集午膳的廚餘，製成有機的花肥用作種植。雖然本學年學生不能在學校午膳，但學校仍鼓勵教職員回收午膳的廚餘，製成種植的肥料。低年級同學透過學習有機種植，使他們明白生態系統的運作及其重要性，以及培養對大自然關愛的情懷。

至於高年級，透過「啟夢者」(DreamStarter)課程，讓學生發

揮創意，根據「聯合國可持續發展目標」，嘗試合力解決環境問題。其中一組同學和老師有感在疫情下，人們天天使用口罩，棄置的口罩造成海洋垃圾的嚴重問題，便想出重用水樽，製作「清洋SHARK」，來清理海洋垃圾，保育海洋的環境生態；配合STEM課程，同學嘗試多次實驗和改良，體驗成為發明家的夢想。又有些組別有感在疫情期間，家人經常儲備糧食，而食品保質期不長，食物容易腐壞，增加不少廚餘，所以同學想到「珍食」的題目，進行不同的活動，例如採訪社企，了解廚餘回收過程；又教導學生將家裏喝完的咖啡渣來做肥皂、除濕包和紮染成美麗的圖案布料，透過不同的活動，鼓勵大家實踐減廢、回收和重用。

我們明白推動環保教育本身就是一個可持續發展的課題，藉着是次疫情，讓本校師生再深入反思這個問題，又透過網上不同的環保工作坊，實行家校攜手為環保出力。

● 浸信會天虹小學

(港燈「綠得開心計劃」)「綠得開心學校」之一，2020年獲選為「最傑出綠得開心學校-卓越獎」) 港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識再生能源和實踐低碳生活，目前已有近五百多間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲加入一同學習和推動環保，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。