

科學講堂

逢星期三見報

與現有理論相悖 「上帝粒子」質量成疑團

物理學家常問「自然」

科學家們都在替什麼樣的問題找答案？我們心中都有一個大約的概念：他們在解釋各種各樣的「為什麼」。

這個想法大致正確，不過實際上來說卻不是如想像般直接：是否每一件事物，每一種現象，背後都有一個值得探究的原因？

和牛頓 (Isaac Newton) 同時期的萊布尼茲 (Gottfried Wilhelm Leibniz) 就在他的哲學論述中經常用到一個相關的原則——充

分理由原則 (Principle of Sufficient Reason)：每一個事實、真理或事件都有一個充分的理由去解釋它們的存在或發生。

這個原則在哲學的範圍內受到廣泛討論，今天不在此詳細分享，不過這個原則看來是太強了，因為萊布尼茲利用它，看來不是很難地就證明了很多驚人的結論：上帝是存在的、一模一樣的兩件物件 (例如兩顆鑽石) 是不可能存在的等等。

地球半徑「自然」因已對其有一定了解

當然當我們細想，應該不難想到有些問題真的好像是沒有什麼特別原因的：比方說，為什麼地球的半徑是大約6,400公里，而不是其他數字？

我們有這樣的想法，其實並不理所當然：主要是因為我們現在對太陽系及地球形成的理解，告訴我們地球的大小沒有什麼特別意義。假若我們對太陽系及地球的形成並不知曉，又怎麼可以肯定地球的半徑沒有什麼特別原因？在這個骨節眼上，探索宇宙是如何形成的物理學家很愛問一種問題：這個數值是否「自然」？大家可能會有點疑惑：這個問題是什麼意思？什麼是「自然」？

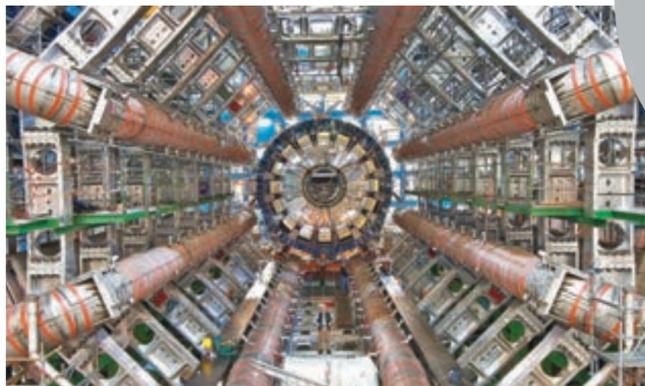
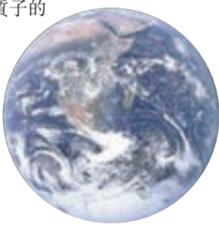
舉例來說，對物理學家來講，原子核中的質子 (proton) 的大小就自然得很。為什麼？因為質子是由更細小的夸克 (quark)

所組成，而這些夸克是因為強核力 (strong nuclear force) 的吸引力而聚在一起。強核力跟我們熟悉的地心吸力 (gravitational force) 或電磁力 (electromagnetic force) 「有點」不同：兩顆夸克的距離越遠，它們之間的強核力就越大。

到了某個距離，夸克之間的強核力變得無比巨大而將它們「黏」在一起；而這個距離，剛好就是一枚質子的大小。

■ 為什麼地球的半徑是大約6,400公里，而不是其他數字？

網上圖片

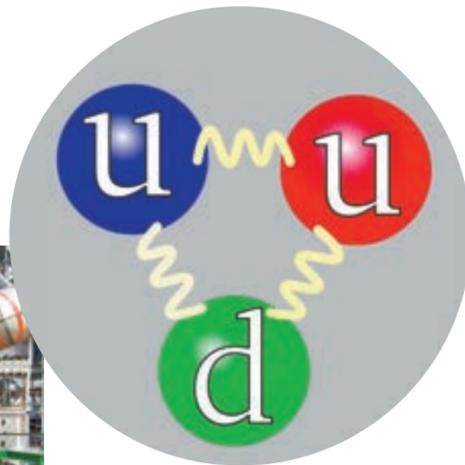


大型強子對撞器 (Large Hadron Collider) 中的 ATLAS 探測器。為偵測到希格斯粒子的探測器的其中一個。

希格斯粒子質量「不自然」地小

那麼有沒有什麼「不自然」的例子？2013年確定發現的希格斯粒子 (Higgs boson) 正好就是。這類被戲稱為「上帝粒子」的質量，理論上來說應該受到各種其他粒子 (包括尚未發現的粒子) 影響。縱使這些影響絕對不小，它們之間卻大部分奇蹟似地互相抵消，致令希格

斯粒子的質量不自然地小。這就好比一間公司每天都有着大量的金額流進流出 (例如今天進賬一萬萬，明天支出六百萬)，然而月底結賬時才發現只賺了五元六角，這是很不自然？這也好像一枚放在金字塔頂端的雞蛋：為什麼它還沒有滾下來？



質子的組成：紅、綠、藍的圓形代表夸克，夸克之間的彈簧代表牽引它們的強核力。

網上圖片

小結

「為什麼」這種問題不難問，然而卻不一定問得有意思，因此有些科學家就以「自然不自然」來作為發問的出發點。當你看見在金字塔頂端沒有滾下來的雞蛋，是否也覺得背後一定有什麼值得了解的原因？

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

略說無窮現象

中學時學會了根式的運算，單是化簡，又要做質因數連乘式，加減乘除時也有許多考慮，相當麻煩。

若是根式裡又有根式，那還真是挺恐怖，例如化簡 $\sqrt{3+2\sqrt{2}}$ ，也不是許多中學生一看就懂的事，這個有興趣的讀者可以試試，答案

是 $1+\sqrt{2}$ 。上面講的根式，也不過是根式之中多了一個根式而已，看了已經有點複雜，若是根式之中不斷還有許多個根式，那倒是難得得很。這個普遍來說也是的，只是也有些情況做得到的，頗為好玩。

問題一

計算 $\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\dots}}}}$ 。

答案

這個看來還真神奇的，一直開方下去，究竟有沒有數值，其實也不易理解的，不過大體上來說，根式裡有1加多一點點什麼，那麼大概整體也是比1大的。為了討論方便，不妨設 $x = \sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\dots}}}$ 。解題關鍵就在於留意到根式之中，其

實也是x的樣子，於是 $x = \sqrt{1+x}$ ，從而可以移項解方程，得如下算式：
 $x^2 - x - 1 = 0$
 $x = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$
由於x為根式，必然非負，因此 $x = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ 。

中學課程解「無窮」足夠

剛剛解一元二次方程 $x^2-x-1=0$ 時用到了公式，那是高中的內容，若是奧數就要初中就懂。普遍對於一元次方程 $ax^2+bx-c=0$ ，其中 $a \neq 0$ ，普遍解為

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

解題當中，留意到有個特點，就是根式之中有x的形式，於是把根式之中部分也當成x，這裡用了一個想法，就是根式之中有無窮無盡地延伸下去的特性。因此根式內還不斷有根式在其中。這當中有個無窮的概念。

無窮的概念在數學中的現象是有點特別的，以下拿中學課程中的一些例子說明一下。

無窮的概念在中學數學裡，初中階段有循環小數的討論，比如 $0.4444\dots = \frac{4}{9}$ ，化成分數的過程中，設 $y = 0.444\dots$ ，那麼：

$$10y = 4.444\dots$$
$$10y - y = 4$$
$$9y = 4$$
$$y = \frac{4}{9}$$

這過程中，也有 $0.444\dots$ 這個循環小數後邊有無窮個4這特點，因而 $10y-y$ 可以完全消去了小數部分。留意到這裡的y的小數點後有許多個4，而 $10y$ 的小數點後明明少了一個4的，因為乘10後有一個4去了個位，

而消去小數部分的過程中，把y和 $10y$ 小數點右邊的4當成一樣多的，究竟y和 $10y$ 小數點右邊的4是差一個還是差一多？這是無窮的概念特別的地方。

高中階段，有無窮個幾何數列的項和的過程，比如 $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots = 2$ 。等式左邊若是有限個加起來，總是比2小一點點，再多幾個也好，還是比2小一點點，但加起來，就是2了，好像有點跳了一些步，這個若有若無的一點點差異，當中有個無窮的概念。

以上兩個例子，可以看到無窮是有點特別的，循環小數乘了10，小數點右邊明明少了一個4，又當成了跟未乘10時一樣多。或者是 $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots$ 之中，無論怎樣加，怎樣還是差一點點，但又當成了那點很小很小的差異不存在，這就是無窮的概念在數學中的奧妙之處了。

這些無窮的概念怎樣理解，就不是奧數的範圍可以詳述的了，而事實上中學的理解和大學數學系的理解也會略有差異，有興趣的讀者可以找微積分的歷史和一些分析學的书看看。在中學階段，教科書中對於無窮的理解是足夠好的，以上只是指出一些現象當中還可以進一步探索的地方，不作進一步探究亦無礙課內的學習，這個要留意。

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

AI 衝擊招聘行業 2018 技術完善

科技改變人類生活模式已經是老生常談，在日常生活之外，現代人更應敏銳地捕捉科技進步對在職市場架構的影響。

除了客戶服務人員將面臨人工智能 (artificial intelligence) 帶來的挑戰，招聘機構和行業亦將承受人工智能，包括機器學習 (machine learning)、大數據 (big data)、傾向演算法 (propensity algorithms) 和自動化技術 (automation) 進一步發展帶來的衝擊。

智能招聘省時減損失

就在今年2月，大型社交網絡服務網站領英 (LinkedIn) 收購了始創公司 Connectifer —— 一間利用機器學習搜尋器和匹配技術 (matching technology) 的招聘機構。有分析指，人工智能聘請人手的技術將於2018年全面完善。對人腦而言，要

逐一、客觀地分析成千上萬個應徵者不同的性格特徵、履歷背景和工作經驗，隨後判斷和選出最適合特定職位的人選可說是耗時耗力的任務，而錯誤的聘請決定會對就業者和企業造成不可估量的損失。

其次，日新月異的職位需求對招聘人員而言是另一挑戰。人工智能則能迅速地勝任這些難關。

這樣看來，未來企業會繼續依賴傳統招聘機構，或是引入人工智能程序協助內部招聘，答案是顯而易見的。目前招聘行業有一些害群之馬，他們製造出假的工作職位、不尊重和欺騙應徵者，對

行業造成損害。所幸，人工智能的出現，將令社會驅逐這些壞分子。

■ 香港新興科技教育協會 洪文正



人工智能正衝擊招聘行業。 網上圖片

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。



有問有答

隔星期三見報

紫外線長照 南極企鵝失明

南極是地球上唯一一片少有人類生活的大陸，那裡也被視作地球上最後一個幾乎未受污染的大洲。在南極冰天雪地的世界裡，生活着大量的企鵝、海豹、鯨、磷蝦、飛鳥等動物。

可是，在近年來的南極科學考察過程中，卻發現了一些奇怪的現象：成群的企鵝行為怪異，走路經常摔跤，或者與同伴撞倒一塊兒。經過仔細的調查研究，科考人員發現，這些企鵝竟然都失明了。

臭氧層損壞 多種動物受害

南極的企鵝原本生活得自由自在，沒有天敵，為什麼會失明呢？其實，在南極周邊的智利南部等地區，一些小動物也有類似的情況發生。本該歡快暢游的魚兒，變成了到處亂撞的「盲魚」；理應閒散漫步在草地上的羊兒，變成了笨拙遲緩的「盲羊」；原來行動敏捷的野兔，卻被輕易地抓到，原來牠們也失明了……

究竟是誰傷害了這些動物呢？答案出人意料，致使這些動物失明的「兇手」居然是太陽光。

我們知道，太陽光為地球萬物生長提供了源源不斷的能量。太陽光作為一種電磁輻射，從波長來說，不僅覆蓋了我們肉眼可以看到的可見光區域 (也就是通常所說的紅、橙、黃、綠、青、藍、紫)，還包括了肉眼無法看見的紅外和紫外區域。其中，紫外部分其實就是紫外線，它是一種波長比可見光短的電磁輻射。

我們在日常生活中，遇到太陽光照射強烈的時候，常常需要遮陽防曬，其實主要



南極的強烈紫外線導致了不少動物失明，包括企鵝。 網上圖片

就是要防紫外線照射。因為紫外線可以穿透人體皮膚，破壞皮膚細胞，輕則使皮膚曬黑，產生紅斑或炎症，重則造成皮膚老化、蛇皮，甚至影響到免疫系統並引起皮膚癌。

同時，如果強烈的紫外線照射到眼部，也容易誘發眼睛的晶狀體發生病變，嚴重時可導致失明。南極一些動物失明，就是受到該地區越來越強烈的紫外線長期照射所致。而紫外線增強的原因，就是由於南極上空的大氣臭氧層被破壞了。

《十萬個為甚麼 (新視野版) 能源與環境 II》

■ 香港教育圖書公司

