

## 宇宙生命存留的先決條件

# The Prerequisites of Life in Our Universe

作者：John Leslie

約翰·萊斯理。中譯著作有 <<世界末日－人類滅絕的科學與道德觀>>  
賈士衡譯。台灣:揚智文化事業股份有限公司, 2001, 頁數:359, 繁體。

譯者：余創豪

美國亞利桑那州立大學 (Arizona State University) 心理學博士，  
專門於統計測量與研究方法，現任亞利桑那州立大學資訊科技部  
(Information Technology) 測量研究科科長 (Director of assessment and  
research)，亦是亞大哲學系博士班學生，專門於科學史與科學哲學。

[繁體 PDF 檔下載](#) | [簡體 PDF 檔下載](#) | [觀看簡體 html 檔](#)  
[版權聲明](#)

John Leslie 是加拿大 University of Guelph 哲學教授 (1968 年至今)。之前在 Oxford University (牛津大學) 研究哲學和心理學，是人擇原理 (Anthropic Principle) 方面第一流的專家。Leslie 曾任 Canadian Philosophical Association (加拿大哲學協會) 祕書，曾獲研究資助包括 Canada Council Research Grant, Social Sciences and Humanities Research Council Fellowship, Forster Fellowship 及 Visiting Fellowship at the Australian National University. 著有 *Value and Existence* 及大量相關文章，發表於文集及期刊，如 *Scientific Explanation and Understanding*, *Teleology*, *Origin and Early History of the Universe*, *American Philosophical Quarterly*, *Philosophy*, 及 *Mind*。本文曾發表於 *Newton and the New Direction in Science*, G.V. Coyne, M. Heller, and J. Aycinski ed. Vatican City: Specola Vaticana, 1988.

### I.

英國哲學家 A.N. Whitehead (懷特海) 在自己的 <<思維的模式>>之第七篇講章中，評擊「休謨－牛頓」式 (“Hume-Newton”) 對自然描述的論點，說成是「對事實總體的一番空論，僅是自圓其說而已。」這是對 Newton 思想添上何其誤導的一筆！其實，Newton 在其 *Principia* (譯按：即 *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*，《自然哲學的數學原理》，一般簡稱《原理》)，一書的「總註解」( the General Scholium ) 一章裡已說過「太陽、

行星和彗星這最美妙的星系，只在一充滿智慧與能力之存有者的引導及管治下，才能維持下去。」Newton 又提到，上帝安置星宿「互距萬里」，所以宇宙不致崩潰；接着又說：「盲目的形上必然性」產生不了「我們能訴諸四海而皆準、証諸百世而不變的多樣化大自然。」Whitehead 可能對此一無所知嗎？若是不然，那為什麼他如此摒棄 Newton ？

也許 Whitehead 真正抨擊的目標，是那類專奉「總註解」為典律的「牛頓派學者」，尤其那句「我不作任何假設……可知萬有引力確實存在，循著我們已解釋的定律去研究，這就夠了。」這類學者沒有注目於環繞這句名言的上文下理，也沒有留心 Newton 致 Bentley (Richard Bentley) 的信函，和他本人加插在 *Opticks* (《光學》) 的「疑問」( *Queries* )，這些討論充滿有神論假設。例如 (在「上帝設計」( *divine plan* ) 的假設中，「地上萬物井然有序，妙不可言，且單靠肉眼就能欣賞辨析」<sup>1</sup>；又如由「唯自然律」的假設是永遠不能推論出一個「起始於大混沌」的世界來<sup>2</sup>；還有，那個用來解釋「物質要一分為二」和「其中適合去造光體的那部分會聚落為一完整的質量，從而成為太陽」的假設，只可能是有「一個自主的行動者( *Agent* )，引導和設計事情如此發生<sup>3</sup>」。照理 Newton 的學術聲譽會令人遺忘他狂熱的假設，人們只會想起 Leibniz (萊布尼茲) 對 Newton 的猛烈抨擊 (譯按：萊布尼茲的中譯著作有《人類理智新論》第一卷，商務印書館，1982; Leibniz, G. W. *New Essays of Human Understanding*. Trans. & ed. Peter Remnant and Jonathan Bennett. New York: Cambridge University Press, 1982)，Leibniz 所針對的 Newton 的思想，就是上帝不斷「調整」、「淨化」和「修補」宇宙之說，也就是上帝推動各星球去調節它們的攝動和克服引力磨擦，這種引力出於無形「以太」( *ether* )，雖微小卻十分重要<sup>4</sup>。(譯按：「以太」是過時的物理學觀念，人們相信以太遍佈所有空間，用以傳播電磁波。) Laplace (拉普拉斯) 不是已證明過太陽系雖有攝動，但無礙其穩定性嗎？「以太」的磨擦不是已經被証實為沒有科學可信性嗎？Darwin (達爾文) 不是已經挪開了上帝手工的需要嗎？看來 Newton 要在科學知識的狹縫中尋找上帝，這夾縫發出越收越緊的聲響，令人尷尬不已。

在本文中，我要論証的是 Newton 將科學與有神論一起探討，此舉值得稱揚。但我無意就 Leibniz 及 Darwin 的論點為 Newton 辯護，因為那種認為上帝恆常介入宇宙運作的說法，似乎有點令人遺憾。(誠如 Leibniz 說，「上帝在這裡被描繪成一個拙匠，時時不得已要修補自己的拙作。」上帝還有，因著苦罪問題 (如何調解世上的災難與上帝之善意的衝突) 會變得十分棘手，我們須相信上帝有強烈的道德理據不去恆常糾正世界的運作。但是，由各種形式所顯出的物理定律，也許還包括大爆炸( *the Big Bang* ) 早期的物質分佈，確實暗示了上帝的創造力。這裡我會列舉一些 Newton 未知的事例，去說明上帝的創造力如何曾在物質世界中被反映出來；相信對他一定是夢寐以求的；因他曾說自己缺乏「必要而充份的驗證」來適切地發展其思想系統。

---

<sup>1</sup> *Opticks*, Query 28.

<sup>2</sup> Query 31.

<sup>3</sup> First letter to Bentley.

<sup>4</sup> Letter to the Princess of Wales, November 1715.

這裡，我訴諸近期的研究證據，這常涉及到人擇原理 ( Anthropic Principle ) 的討論。

(a) 許多研究指出，可觀察得到的宇宙之基本特徵，包括各種主要力量、粒子的質量、早期擴張的速度及光子 ( photons ) 對激子 ( baryon ) 的比例等，都明顯地被「精心調整」 ( fine tuned ) 來產生生命。

(b) 那些研究不以上帝作為「精心調整」背後的解釋，他們典型的說法是因為有無數的「宇宙」 ( 這些是完全或大部分分離的體系，也許十分龐大：蘇聯作者常稱它為「超星系」 metagalaxies )。力的強度、粒子質量，和擴張速度等，都會因宇宙而異的，或遲或早，在某個宇宙的某些條件下，生命得以演化。人擇原理提醒我們：明顯地，*只有這個宇宙才可以被生物觀察*。

(c) 但也有人提出另一種說法：只有單一個宇宙，在任何地方，其力的強度和粒子質量都一樣。(就像 *Principia* 中的**第二項推理原則**，在那裡 Newton 以光作例子闡明：「烹火之光與太陽之光」都在同一樣的自然律之下。) 還有，力的強度、粒子質量、擴張速度和其他因素，都被一個以令生命可能產生的原則精選過；這些宇宙基本特徵似被一個有高超智慧，又或者是一個較抽象的**創造原則**<sup>5</sup> 所揀選，我們大可合乎情理地將之稱為「上帝」。

## II.

Newton 說：「盲目的命運」永不可能產生星球運動那「奇妙的和諧」，「引力可以推動行星運行，但欠缺上帝的力量，引力永不能將行星安置在如現在一樣循環運轉的軌跡。」<sup>6</sup> 也許 Newton 對行星的推論未必真確，但對宇宙總體秩序的看法是正確的。試把一個宇宙模型作逆向轉動實驗，就看到除非它的各部份的定位曾被妥善安排過，否則混亂是必然的結果。Newton 又推論，<sup>7</sup> 如混亂是宇宙逆向運動的結果 -- 讓「地球及所有行星和恆星上的物質」運轉，其上的物質會因而「狂飛亂舞」；要嘗試去逆轉這過程，使物質聚攏在一起，形成眾天體，那麼就需要上帝的力量阻止這樣的一個宇宙在向前發展時形成混亂狀態；所以就算物質「平均地散佈於諸天」，混亂狀態仍是照樣出現。Newton 這樣的推論今日引起了物理學界的興趣。一般的論證是：一片混沌的大爆炸，大概起始於一個奇異點 [( singularity ) 就是個連過去的光線都無法延伸出來的區域。譯按：光線在時空下存在，在奇異點之先，光線也透不出來]，奇異點是個「凹凸不平」 ( ragged ) 的區域，而不是點狀的。大爆炸始於奇異點是在預期之中，因為混沌是由隨機性獲得的宇宙逆向運轉的結果，再者，大爆炸的一片混沌會一步步演化至宇宙的均勻一致，其代價是產生很多小型的混亂狀態——大量的熱和很多黑洞；( 黑洞就是有「極高熵值」 ( very high entropy ) 的無序系統。) 在這裡，請特別注意一個事實，遠距離的即時行動是不可能的。( Newton 曾認為「無生命的物質能夠不靠任何中介，不與

<sup>5</sup>我在很多著作中為新柏拉圖主義創造原則辯護，特別是【價值與存在】(Oxford: 1979)一書和刊載於以下學報的論文：*American Philosophical Quarterly* 7 (1970); *Mind* 87 (1978); *International Journal for Philosophy of Religion* 11 (1980); and *Religious Studies* (將發表)。

<sup>6</sup> Second letter to Bentley.

<sup>7</sup> Fourth letter to Bentley.

他物接觸，也能影響其他的物質」這觀念匪夷所思，所以摒棄了。) <sup>8</sup> 沒有即時的聯絡( *instantaneous communication* )的意思是，由大爆炸而產生的區域，互不相涉，除非光線有足夠時間在這區域之間互相往來，所以，它們的運動應當被看作是全無協調的。當它們相互接觸時，磨擦可能會帶來大規模的均勻一致，但是這樣卻又會產生容不下生物的高溫，或者黑洞，這就是修勻問題( *Smoothness Problem* )。P.C.W Davies (保羅(戴維斯。著作中譯有《原子中的幽靈》，台北：貓頭鷹，2000; Davies, P. C. W. and Brown, J. R. ed. *The Ghost in the Atom: A Discussion of the Mysteries of Quantum Physics*. Cambridge: Cambridge, 1993.) 曾記述：這種「磨擦均勻」，即使是磨平初期宇宙極小的粗糙部分，也會災難性地「令早期的熱力上升幾十億倍。」同時，「如果早期的物質被隨機性地攪動，那有極大可能產生的只是黑洞，而不是恆星。」「出現繁星點點的眾宇宙之或然率」，就「至少是幾百億分之一」<sup>9</sup> (譯按：此處原文是 *odd*，亦即是勝負率，「幾百億分之一」是或然率，但勝負率不同或然率，例如十次嘗試有一次成功，勝負率是 1/9，而或然率則是 1/10。) R. Penrose (譯按：羅傑·彭羅斯，著作中譯有《皇帝新腦》，台北：藝文，1993；Penrose, R. *The Emperor's New Mind: Concerning Computer, Mind and the Laws of Physics*. Oxford: Oxford University Press, 1989.) 同樣計算出<sup>10</sup>：在未有新的物理原理確保宇宙的平穩開端(反映了創造主旨意的慎密程度)，就是當祂在所有可能的物質空間中，定意挑選我們這個有秩序的宇宙時，這比率「至少是 10E+10 分之一 [參註 123]」。

縱使在宇宙初期有活躍的機制調節物質粒子與光子的比例，從以削減修勻問題的嚴重性，但是修勻問題仍是一個大難題。因為這類機制只能在宇宙極早期開動，還未互相接觸的各區域，在幾億年中會不斷地進入對方的窮界( *horizon* )。

任何可解決修勻問題的方法，一定需要這個宇宙局部地偏離整體的均勻，而這偏離又容許發展生命：例如在各星系中，大量熱氣的匯聚，形成了恆星。但如果整個宇宙都如此行，就有自我塌縮的危機，及帶來速發性災難。有什麼可以阻止恆星互相撞擊墜落呢？Newton 的答案是：就像我們見到的，上帝安置它們「互隔萬里」；但更複雜的問題來了：我們的宇宙起始於極早期的瞬間膨脹，那個膨脹速度，使其本身十分接近劃分萬有引力的內向爆炸和持續性的外向爆炸的分界綫；在此線上出現的早期的極微小偏離會無限擴大，情況就如 R. H. Dicke 在 1970 年所強調的那樣。他計算出<sup>11</sup> 在早期膨脹速度中，如有 0.1% 的加速，就會產生出比今天我們知道的擴張速度快千萬倍的情況。速度減慢 0.1%，當時體積只有現今百萬分之一的宇宙，會再塌縮崩潰。

這樣的計算結果，曾一再被修正。1978 年 Dicke 說，<sup>12</sup> 當在大爆炸的最最初始，就是爆炸發生後的一秒鐘，速度如果有百萬分之一的減慢，也會(在

<sup>8</sup> Third letter to Bentley.

<sup>9</sup> *Other Worlds* (London: 1980), pp. 160-1 and 168-9.

<sup>10</sup> *Quantum Gravity 2* (Oxford: 1981), eds. C.J. Isham, R. Penrose, D.W. Sciama, pp. 248-9.

<sup>11</sup> *Gravitation and the Universe* (Philadelphia: 1970), p. 62.

<sup>12</sup> Page 514 of R.H. Dicke and P.J.E. Peebles in *General Relativity* (Cambridge: 1979), eds. S.W. Hawking and W. Israel.

溫度下降至低於 10,000 度之前) 產生再塌縮。若速度相等地加快, 「擴張的動能加大, 支配了引力, 這樣較小密度的內在紊亂 (irregularity) 便不能聚集在束縛系統中以形成恆星。」同樣, S.W. Hawking (譯按: 史蒂芬·霍金。著作中譯有《時間簡史: 從大爆炸到黑洞》。譯者: 許明賢, 吳忠超, 台北: 藝文, 2000; Hawking, S. W. *A Brief History of Time*. New York: Bantam Books, 1998.) 估計過, 當溫度是  $10E+10$  度時, 就算有百百萬分之一份的減速, 「在溫度仍在 10,000 度時, 宇宙就會再開始塌縮。」<sup>13</sup> 這樣看來, 我們越向時間溯源, 就是向時間之始尋究, 越是發現「精心調整」就必須要加倍精確。

在另外一方面表現出對精心調整的需要的是, 對早期宇宙密度的考慮, 這是與擴張速度有極其密切關係的。若回顧一下普朗克時間( Planck Time ), 就是大爆炸發生後的  $10E-43$  秒, 密度至少要約在「臨界密度」的  $10E+60$  分之一內(亦即是空間還是平面時), 保障了空間能精準地暴漲, 使暴漲的準確度懸於塌縮與繼續膨脹的分界上<sup>14</sup>。那時溫度(以能量為單位)會約在  $10E+19\text{GeV}$  左右; 之後, 在  $10E+17\text{GeV}$  的階段, 我們更有把握那個精心調整會變得更精確<sup>15</sup>: 大約是  $10E+55$  分之一。擴張速度問題因此可以空間曲度問題(Flatness Problem)再陳述: 空間何以不更彎曲些呢?

很多人現在主張修勻與曲度問題都可以由暴漲情景 ( Inflationary Scenario ) 解決。A.H. Guth 與一眾學者發展出這個情景來解釋為何沒有磁單極( magnetic monopoles )。在極高溫情況下, 宇宙四大主要的自然力: 引力、電磁力、強核力和弱核力, 一直被認為只不過是單一力的四種方面; 粒子也被認為只有一種。當溫度下降, 四種力分開成對稱狀態——斷裂階段性轉折 ( breaking phase transitions ): 以水的各種狀態為類比吧! 在冰點時, 水的四面對稱性 ( rotational symmetry ) 消失了; 但外觀性質, 則各個方向都一樣; 變成冰塊時卻呈現少量的對稱。(譯者按: 基本物理現象都是完美對稱的, 在最高能的時候是完全對稱。) 現在, 階段性轉折會以不同方式延續, 在因果關係上割離的地方, 這轉折就更有可能, 在這情況下, 光線未及把割離的地方連結起來, 斷裂階段性轉折就會往不同方向發展, 正如沒有可能一百萬隻猴子, 會在打字機上打出同樣組合的字母! 結果出現多種範疇的不同對稱, 相接成拓樸結 ( topological knots ), 這些結會成為磁單極, 由於它們過重, 數量也過多, 這樣宇宙也會快速地再塌縮。<sup>16</sup> 但這災難會被任何一種製造單極的階段性轉折點扭轉過來, 只要那轉折點連接於蓄勢待發中的太空快速暴漲。這個暴漲(有點像養兔場裡高繁殖率的兔子, 一隻能生十隻)會在一瞬間發生, 並推遠單極和分隔各範疇的牆 ( domain walls ), 至任何望遠鏡都不能看到的距離。

---

<sup>13</sup> Page 285 of *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data* (Dordrecht: 1974), ed. M.S. Longair.

<sup>14</sup> B.J. Carr, *Irish Astronomical Journal* 15 (1982), p. 244; cf. p. 20 of P.C.W. Davies' superb "The Anthropic Principle," in *Particle and Nuclear Physics* 10 (1983), pp.1-38, or p. 411 of J.D. Barrow's and F.J. Tipler's impressively wide-ranging *The Anthropic Cosmological Principle* (Oxford; 1986).

<sup>15</sup> Page 348 of A.H. Guth, *Physical Review D* 23 (1981).

<sup>16</sup> Page 433 of Barrow and Tipler, cf. Guth, p.352.

大規模暴漲會帶給我們極為扁平的宇宙空間：就像一個充氣的氣球一樣，其表面又平又扁。然而修平問題要找的答案與擴張速度或曲度問題相似，在沒有暴漲的可見宇宙，可能在起始會分離為約  $10E+83$  個區域，當它們互相碰撞接觸時，又會產生驚人的騷亂。雖然暴漲意味着宇宙的穹界在單一區域中變得很深很遠，區域中各小部分又會聯合成一個互相協調的整體，因為在暴漲前的一刻，它們是互動著的。（暴漲把這部份分散，速度比光速還快。當太空擴張時產生的這種速率，在廣義相對論中是成立的。）

但這兩個問題看來只能引進更多模式才得以解決。建立理論模型的學者面對很多困難，這些困難在於：如何啟動暴漲，如何提出有說服力的說法，令暴漲貫徹始終而又不產生過多騷亂（「適度外退問題」“*The Graceful Exit Problem*”），如何產生不大不小、恰到好處的紊亂，讓各星系在其中發展。儘管你想靈巧地選擇你的大統一理論（*Grand Unified Theory*），從中要達到理想結果（就是一些看來像「精心調整」的結果，這「精心調整」的結果常在暴漲假設中被視為多餘），你可能仍被迫去假定：有一個有巨大空間，包含稀有的區域，而這些區域已經十分均勻，正確的暴漲正在那裡發生<sup>17</sup>。再者，最為人所知的一種暴漲模型，是以 *Einstein*（愛因斯坦）那種以排斥為動力的暴漲，這是當他對宇宙常數給予非零值時所提出的。雖然這個常數在廣義相對論公式中看來是很理所當然的，但它一直被看作像零一樣，因此愛因斯坦宇宙常數不被接納。*Einstein* 特別聲明過，使用這個值是他最大的錯誤，他不應該使用宇宙常數來建立宇宙各方都是靜止這觀念，反之，他應該預測出宇宙的膨脹。然而，*Einstein* 對這個難題，就是如何維持宇宙靜態這個問題，已被另外一個問題所取代，即如何避免宇宙在瞬間塌縮；當今物理學界認為空間充滿高能量密度的力場，（尤其表現在量子真空脈動這個方面，其中粒子常以短暫的形式存在）在高能量密度的力場中，引力會把一切包攏成的約有  $10E-33\text{cm}$  那麼大的球體。

要解決這個新難題，我們要相信宇宙常數的兩個成份，就是「無價值的拉姆達」（*bare lambda*）和「量子拉姆達」（*quantum lambda*），以比  $10E+50$  分之一更準的數值互相抵銷。這樣美妙的結果如何產生，尚是個謎。當我們能夠發明人為機制而作出這種巧妙的抵銷時，最好把宇宙這精確的抵銷看成是個機遇問題——這問題是，在任何足夠龐大的實在的某處，什麼結果是可能會發生的呢？還是在機遇以外，有上帝的挑選呢？因為，這種互相抵銷似乎不能被任何基本自然定律主導，量子真空活動涉及很多力場，每種場都對溫度起著作用，一堆純量粒子（*scalar particles*）的質量是造成抵銷結果的關鍵因素<sup>18</sup>，我們也不能把這個抵消當作一切暴漲後的產物，雖然宇宙膨脹發生得合情合理，這看法卻把因果顛倒了。反而，只有在互相抵銷精準得到不差毫厘的情況

---

<sup>17</sup> See, e.g., *The Very Early Universe* (Cambridge: 1982), eds. G.W. Gibbons, S.W. Hawking, T.C. Siklos, pp. 271, 393 ff.; or A.D. Mazenko, G.M. Unruh, R.M. Wald, *Physical Review D* 31 (1985), pp. 273-282.

<sup>18</sup> Pages 28-30 of Davies, "The Anthropic Principle."

下，暴漲才會產生，<sup>19</sup> 雖然抵銷值在暴漲後還能變得更精確。（今天學界認為<sup>20</sup>，宇宙常數是零到  $10E+120$  分之一）。

在可量度的力的強度中，不論是引力或弱核力，若二者有任何更改，儘管是  $10E+100$  分之一那麼小，這個抵銷都會告吹，而人類的存亡正繫於這個宇宙常數的抵消<sup>21</sup>。看來暴漲會出現在星系產生密度波動時，這情況只會發生在大統一力有  $10E-7$  為耦合常數時（耦合常數是用以量度大統一力對粒子有多大影響），而這個常數卻被認為是「不自然地小」（unnaturally small）<sup>22</sup>。

又假設，暴漲能順利並合宜地產生，這樣瀰漫宇宙的張力、質量會漸漸稀釋，足夠讓宇宙在幾十億年裡裡避過塌縮的命運，有智慧的生命可以慢慢地演化，而宇宙也會順利供給適合生命條件的低溫，這一切並不是平常的成就。正如 A. Wheeler [約翰·惠勒。著作中譯有《約翰·惠勒自傳：物理歷史與未來的見證者》，約翰·惠勒與肯尼斯·福特(Kenneth Ford)著，蔡承志譯，臺北：商周，2000；Wheeler, A.J. & Ford, K. *Geons, Black Holes and Quantum Foam*. N.Y.: Norton, 1998. ] 強調，「按照廣義相對論，沒有宇宙可提供幾十億年的時間，除非再有幾十億光年的延伸」<sup>23</sup>；這樣的宇宙要有平均每立方米不多於 10 個氫原子為密度，這樣的事實才有可能發生的〔此外，我們還要有一個十分稀釋的宇宙去解決奧伯斯佯謬 (Olber's Paradox)：何以**夜晚天色是黑的**，而不會把我們燒得如鍋上螞蟻？尤其每當視線差不多到一顆恆星的盡頭時，或當一些塵粒被那顆恆星熱灼之時。很多書訴諸宇宙擴張以解釋這情況（其實這對問題沒有多大幫助）。正確的答案是物質過於稀釋，縱使全部轉換成輻射，天空也不會過熱。而宇宙射線是具破壞性的禍首，但幸好它們來自遙遠的地方，到達這裡時已擴散了。〕

在每個星系，質量大幅提高並不會造成危險。即使如此，恆星若要避免經常互相趨近而導致星系崩壞，它們的分佈也不能比我們的星系密。（這是 G. M. Ildis 早期主要文章，即大家所知的人擇理論提到的其中一點）。而對於整個銀河系而言，任何過近的碰撞都會加速宇宙塌縮<sup>24</sup>。我們再一次看見，其重點是，若星系過密地結集成群，它們的碰撞會抹殺了有利於生命出現的條件。

另一個難題是，要由簡單化學跨越至 DNA 遺傳生化實在困難重重：在可見的宇宙中我們要  $10E+22$  個恆星來提供僅僅一個機會予生命的演化。那麼，暴漲時期的特徵便是造出物質的機制要產生  $10E+22$  那麼多的恆星，在這機制中，引力能量就好像其他物理聚合能量一樣，是負能量，這正好可以平衡大量新物質的正能量<sup>25</sup>。

<sup>19</sup> See p. 413 of Barrow and Tipler; or pp. 6, 26, 475-6, of *The Very Early Universe*.

<sup>20</sup> S.W. Hawking, *Phil. Trans. Roy. Soc. London A* 310 (1983), p. 304.

<sup>21</sup> Davies, "The Anthropic Principle," p. 28.

<sup>22</sup> Barrow and Tipler, p. 434.

<sup>23</sup> *American Scientist* 62 (1974), p. 689.

<sup>24</sup> F. Dyson, *Scientific American* 225 (1971), pp. 52-4; Ildis, *Izvest. Astrofiz. Institut. Kazakh. SSR* 7 (1958), pp. 39-54 and esp. p. 47.

<sup>25</sup> P.C.W. Davies, *Superforce* (New York: 1984), pp. 183-205.

### III.

Newton 曾這樣說明：「運動傾向於衰朽。因此，運動需要活躍的原則去維持其動勢，」例如「太陽繼續猛烈地發熱」，至於其詳情如何，「目前尚是個謎」<sup>26</sup>。（譯按：在牛頓物理中，任何活動終會停止，宇宙會歸於冰冷死寂）

對這個謎，我們現在知道答案了嗎？我們已知能量是不會完全喪失的。（以 Newton 的例子）試論述以下問題：當兩塊黏土碰撞起來，它們會比先前單獨一塊時溫暖。雖說熱是能量在「混亂」與「高熵值」下的形式，但熱的差異可以產生生物的秩序。宇宙間的物質急急步向混亂，以不同速度向不同方向趨向混亂，形成漩渦流；所以，各物質的局部秩序，總是不斷在提升。

但是，以這樣一種形式向前探索，我們就會問，既然大爆炸充滿了整個宇宙，大爆炸裡就沒有可膨脹的寒冷區域，熱的差異從何而來的呢？引力的熵值在這裡成爲了答案。至少，在宏觀上，宇宙一切能在極端引力作用的秩序下產生——若牛頓生於現代，這個事實可以令他看到上帝之手。從微觀角度而言，宇宙可能還是極其混亂的但是在一個不太微觀的角度而言，這些混亂會互相抵消。試想想肉眼所能見的高熵值下的一種有色氣體，這是十分均勻；但難明的是，在較宏觀的角度下，引力爲何仍在大爆炸過程中保持均勻，而不是混亂一團，產生充滿黑洞的宇宙；又或者是產生焦灼至燃上幾十億年的高溫？上帝不論是出自上帝的精心挑選和調整或其他原因，若較宏觀的引力均勻現象是有可能發生的，那麼這現象亦會產生穩定地發熱的恆星，因爲當大量氣體凝聚成爲恆星時，引力熵會因著物質結集而上升，縱使熱動力的熵值亦會因著散逸而上升。<sup>27</sup>

Newton 假設「物質種類需要一分爲二」，一種物質形成行星，另一種形成太陽或眾光體，這是錯誤的？（太陽主要成份爲氫，木星也一樣）。然而，Newton 也有正確的地方：他以太陽體積之龐大，推論它有長久壽命<sup>28</sup>；還有，Newton 在其頗爲奇特的論說中建議過，「天體會變成光」<sup>29</sup>，現在我們知道那指的是太陽光熱的來源（核聚變的結合能扮演著負能量的角色，產生出質量——能量下降，其差異以輻射形式離開太陽）。此外，太陽和行星，看來都是以叫人驚嘆的姿態依賴著那「精心調整」而得以存在：大爆炸需要帶來原子，好在恆星聚變反應中用得著，不過請注意，這種原子本身並未曾經歷過聚變。有兩件事在這裡是個關鍵：其一，當原子首次形成時，高速擴張的速度使它們在聚合發生之前就迅即分開了；其二，參與其中的還有極其微弱的弱核力。這種弱核力操縱著質子與質子之間的聚合，這種聚合效應比起基於另一核力（強核力）的聚合慢了  $10E+18$  倍。但於此，「在第一批星系開始凝聚之前，基本上宇宙間所有物質已被全部燃燒爲氦。」<sup>30</sup> 所以，這時根本不會有水或長壽而穩定的恆星，因這些都要以氫來燃燒的。（燃燒氫的物體只能在短時

<sup>26</sup> *Opticks*, Query 31.

<sup>27</sup> R. Penrose in *Quantum Gravity* 2, pp. 244-272; Davies, *God and the New Physics* (London; 1983), pp. 50-54 and 177-181.

<sup>28</sup> Query 11.

<sup>29</sup> Query 30.

<sup>30</sup> Dyson, p. 56.

間內保持穩定，這不足以在生命演化的漫長過程中提供幫助）。總言之，弱核力的微弱特性使太陽溫和地在幾百億年間「燃燒著氫，而不是像炸彈一般在頃刻間燃爆掉」<sup>31</sup>。

如果核弱力稍比大爆炸的核燃燒威力大一點，就不會形成氫，反全部轉化為鐵，這樣聚變力量便不可能產生恆星了。

有一點值得注意，假如弱核力比現知的更弱，亦會為我們帶來一個全氫化的宇宙。（因此這裡要面對兩大威脅，就是如何設定弱核力的值的上下限，去配合我們所知的生命）。因為在宇宙最初的時刻，中子跟質子一樣普遍，當時物質仍十分灼熱，故此較大質量的中子難於生成，於是中子變得不太重要了。但是，核弱力會使中子衰變，變回質子。這步驟正足以保證，當第一個原子形成時，有足夠多餘的質子去產生約 70% 的氫。沒有多餘的質子，那宇宙一切就只有氫而已<sup>32</sup>。

務必重申的是，減少弱核力會摧毀質子與質子之間，和碳、氮、氧這個使恆星成為一切熱力、光和生命所必須的重元素來源的循環鏈。<sup>33</sup>

那麼，這些重元素又是如何變成那外太空的恆星、行星和各類生物呢？弱核力幫助我們解釋這問題。當恆星爆炸成為超新星( *supernovae* )，就會失去其含大量重元素的外層，（就是比鐵還要重的元素，這些元素對地球生態至關重要，它們只可在恆星爆炸時被合成）。現在這些外層與中微子互動而火速脫落，而這種互動只有通過弱核力這種獨特的力才能產生。這是種極微弱的力，使中微子既能夠以比子彈在空氣中穿滑更暢順的速度，順利穿透地球，又可避過超新星塌縮的核心。但同時弱核力仍有足夠外層原子所需的力量，拋向太空，造就著天文學家！（弱核力也足以讓電子與質子在超新星核心塌縮之時聚合在一起，使塌縮繼續下去。這是內向爆炸，其猛烈度使核心在一秒鐘之內縮小數千倍，造成一次巨大驚人的爆炸。）

這就是經常聽到的說法：太陽系的形成，是由其附近的超新星爆炸而引發的，大概所有相似的恆星和行星系統也是這樣形成的。流星含有只帶單一個同位素的氧，看來也是只有這樣的爆炸才能把過濾出單一種同位素的氧。

雖然這推算十分困難，但仍是一個安全的推論：假若弱核力減少了十分之一，宇宙就只會充斥著氫，這樣，超新星便無法產生了<sup>34</sup>。

強核力也是如此，不能過強或者過弱，否則恆星很難會出現產生生命的條件。「即使強度上升幅度低至百分之二，夸克也不會形成質子。」這樣，不必說別的，光是氫原子就不能形成了。<sup>35</sup> 若以上論據不能成立，那麼即使同樣小量的強度上升，一樣會使質子結構合成雙質子，引起災難：所有大爆炸早期的

---

<sup>31</sup> Ibid.

<sup>32</sup> Davies, *Other Worlds*, pp. 176-7.

<sup>33</sup> J. Demaret et C. Barbier, *Revue des Questions Scientifiques* 152, (1981), p. 500.

<sup>34</sup> M.J. Rees, *Phil. Trans. Roy. Soc. London A* 310 (1983), p. 317.

<sup>35</sup> J. D. Barrow and J. Silk, *Scientific American* 242 No. 4 (1980), pp. 127-8.

氫，會全部變為氦<sup>36</sup>，恆星也被強烈的互動燃燒，<sup>37</sup>如上所述，這過程繼續以比弱作用強  $10E+18$  次方的倍數速度，控制著太陽。但在此數值上任何極微小的上升，也許是 1%，也會改變核子共振水平，使所有碳原子被燃燒為氧<sup>38</sup>。如有更大幅度的上升，例如 10%，更會摧毀各恆星中碳的合成；這後果帶來的共振水平，那時候除氦以外，只有少量物質可被燃燒（碳是在氦出現以後出現的）。<sup>39</sup> 只要幅度再增加一點，就會產生「原子核可無限制地大」<sup>40</sup>，小小的天體則會變成「微中子星」<sup>41</sup> 在短程的強核力範圍內，這是會發生的。若這也會發生在長程範圍內，「宇宙就會縮成一個小點。」<sup>42</sup>

強度稍微下調亦會引起毀滅性的結果。氘核（deuterons）——中子與質子的混合體——是恆星核結合時不可或缺的，是剛剛好被強核力所拉攏著；若強核力被下調百分之五，氘核就不能合成<sup>43</sup>，這會造出一個只有氫的宇宙而已；就算只削減 1%，也會破壞<sup>44</sup> 碳原子核裡的特殊共振，這共振原是令碳由氦加鈹形成，即使鈹本身不太穩定」（鈹的穩定性其實也足以形成「特別長壽」的原子，「精心安排」的痕跡，在這裡又可見一斑了。<sup>45</sup>）「百分之五十的下調，會對所有生命要素的穩定性帶來不利的影響」<sup>46</sup>：例如，任何正要生成的碳原子，會很快分解。

I.L. Rozental 估計，強核力的力度需要是其實際力度的 0.8 至 1.2 倍，這才能令合成氘核和所有原子元素之重量大於 4。<sup>47</sup>

若恆星要有助長已知生命的條件，電磁力同樣需要受制於窄限之中。其實，較電磁力強的強核力強度（約幾百倍），才是前面談及碳原子生成及氘的難得的結合，但同時也是雙質子同樣難得地不結合這問題的關鍵。讓我重申一點，質子間的電磁力互相排斥，這在很大程度上阻止了它們碰撞，那些碰撞會令質子與質子聚合，這就解釋了恆星如何能慢慢地燃燒：太陽每秒每克產生的能量，比我們人體所產生的少幾千倍。與引力強度比較起來，電磁強度在此處就顯得重要了。

我們來看看更詳細的資料。

---

<sup>36</sup> Davies, "The Anthropic Principle," p. 8, and I.L. Rozental, *Elementary Particles and the Structure of the Universe* (Moscow: 1984, in Russian), p. 85.

<sup>37</sup> Dyson, p. 56.

<sup>38</sup> F. Hoyle, *Astrophys. J. Suppl.* 1 (1954), p.121; E.E. Salpeter, *Physical Review* 107 (1957), p. 516.

<sup>39</sup> I.L. Rozental, *Structure of the Universe and Fundamental Constants* (Moscow: 1981), p. 8.

<sup>40</sup> B.J. Carr and M.J. Rees, *Nature* 278 (1979), p. 611.

<sup>41</sup> B. Carter in *Atomic Masses and Fundamental Constants: 5* (New York: 1976), eds. J.H. Sanders and A.H. Wapstra, p. 652. 42 P.W. Atkins, *The Creation* (Oxford: 1981), p. 13.

<sup>42</sup> P.W. Atkins, *The Creation*, (Oxford; 1981), p. 13.

<sup>43</sup> Davies, "The Anthropic Principle," p. 7.

<sup>44</sup> M.J. Rees, *Quart. J. of the Royal Astron. Soc.* 22 (1981), p.122,大約百分之一（核強力）的數目來自在那年的保存，請參考以上徵引的 Hoyle 和 Salpeter

<sup>45</sup> Barrow and Tipler, pp. 252-3.

<sup>46</sup> *Ibid.*, p. 327.

<sup>47</sup> *On Numerical Values of Fundamental Constants* (Moscow: 1980), p. 9; 關於原子重量大於四的問題，他徵引 E. E. Salpeter, *Astrophys J.* 140 (1964), p. 796.

首先，每顆星表面溫度必需與生物所需的化學反應的結合能量有一個適量的關係：即要有足夠的熱去助長新化學物質構成，例如光合作用，但也要有足夠的低溫去限制像由紫外線帶來的破壞。（將載有生命的行星放置在近一點或者遠一點，去彌補恆星溫度的改變，是說不通的。對於每顆星而言，「量子化」後產生的力量儲存，不論是帶來化學合成或分解，才是決定性的一環；比較如沖洗照片的黑房，如無紅燈去照射底片，每粒光子便發揮不到足夠的作用。而這種力量的強度在任何距離下仍是一樣的。）W.H.Press 和 A. P. Lightman 指出<sup>48</sup>，存在著萬有引力與電磁力之間的是一種極其精妙的平衡。

說到其他類似的平衡，有更多因素參與其中：質子和電子的質量都與此相關。縱使假設電磁力與引力在不同關係下仍可保持著微妙的平衡，其質量可以隨意改變嗎？但是，在這裡我們的想像很容易變成匪夷所思。為了防止一次災難而拙劣地修補這個跟那個因素，有可能會引來另一場新的災難，因為每個因素都涉及太多重要的關聯<sup>49</sup>，就算理論上可以避免災難的發生，要在實際上避免那些災難的出現，即在別處作相應的更改，以彌補各種前面提過的變化，這個平衡機制本身已是一個絕妙的「精心調整」！

第二，如 B. Carter<sup>50</sup> 將注意力放在太陽的光芒，假若電磁力稍為強一點，太陽光芒就會大幅度減弱。太陽表面溫度緊隨離子化的發生而改變，離子化後不透光性明顯地上升。若電磁力曾稍微加強，（在 Carter 的公式中，電磁力的強度被提升了 12 次方），那麼主星序（the main sequence），就是恆星大部分時間所處的狀態，會完全成為紅星；在運流（convection）中流失大量的熱，最後只剩下不利生命出現的一片冰冷。如果行星較近太陽而取暖呢？又會經受如洶湧的波浪一樣的阻力，減慢行星自轉；直到行星恆常以同一面向著它的恆星，其液態甚至是氣態物質會以冷凍的形式被收藏在背向恆星的一面。<sup>51</sup> 若電磁稍微減弱，則全部主星序會變成藍色：因為太高溫了，它發放輻射，壽命不長。就算物質能維持下去，太陽質量在 1.2 以上的恆星會很快燃燒耗盡，若其所屬行星上有智慧生命，這行星的短暫壽命不能支援智慧生命的演化。<sup>52</sup> 這些藍色灼熱的巨星，頂多只會有幾百萬年的穩定期。

Davies 認為<sup>53</sup> Carter 已經顯示出，即使電磁力或引力只有「10 E+40 分之一的改變，也會禍及如太陽般的恆星。」這論調建基於 Dicke 在 1975 年的論述——一顆恆星的輻射率會在介電常數（dielectric constant）的 7 次方的比率下逆向地變化，故此，如果電磁力相當地增強，那麼「所有恆星會是冰冷的，這樣的條件就可排除有人存在的可能了。」<sup>54</sup>

<sup>48</sup> *Phil. Trans. Roy. Soc. London A* 310 (1983), pp. 323-336.

<sup>49</sup> V. Trimble, *American Scientist* 65 (1977), p. 85; I.L. Rozental, *Soviet Physics: Uspekhi* 23 (1980), p. 303.

<sup>50</sup> *Confrontation etc.*, pp. 296-8.

<sup>51</sup> G. Gale, *Scientific American* 245 No. 6 (1981), pp. 154-171 and esp. p. 155.

<sup>52</sup> R.T. Rood and J.S. Trefil, *Are We Alone?* (New York: 1982), p. 21.

<sup>53</sup> *Superforce*, p. 242.

<sup>54</sup> *Reviews of Modern Physics* 29 (1957), pp. 375-6.

按 Rozentel<sup>55</sup> 的觀察，所有夸克（因此也包括任何原子都需要的質子）會透過超重玻色子( superheavy bosons )轉換成輕子( leptons )，而超重玻色子之質量與電磁力有關，若電磁力之強度稍稍加強了 1.6 倍，這轉換就會發生。再者，假若以上論証不成立，可考慮另一微調：超重玻色子電荷若增強三倍，就會使質子互相排斥，這足可阻止生命在恆星和任何核心重於三個原子重量的地方出現。若超重玻色子電荷增加十倍，原子根本不可能穩定地存在了，因為質子會把電子拉進原子核中去。

最後，關於減弱核強力怎樣影響質子，質子不再因受作用而聚集於原子核中，因此氫變成唯一的元素。這情形可以再被表述為支持這論証：電磁力強度稍微上升就會引起災難。

相似的情形同樣可見於物質間的引力。

有些觀點可被視作改換了措辭來表述 Cater 的論點，其他觀點是關於電磁力學需要適量地比引力強，或者是弱核力必須微弱才能使大爆炸釋出氫，其他觀點會重申宇宙擴張速度必須是「恰如其份」的，各星系才能形成：因此，如果要暴漲發生，引力就要有適宜的力度；或者暴漲是個假的設想，膨脹速度在開始時就需要有微調，方法是非常精確地挑選引力常數。讓我再重申，引力一定是宇宙間一道極之微弱的力量，否則宇宙會迅速塌縮。

以下至少有部份是新的觀點。

(a) 恆星能經久地存在，原因之一是它們體積巨大但是只受引力影響而輕微壓縮（大體積除了可以燃燒更久之外，也可減慢耗盡的速度，因為輻射隨機散射於其他恆星表面，也需時幾百萬年）。我們可大約判斷，引力是令人出奇地比電磁力微弱了約  $10E+39$  倍，這數值會隨著我們是否考慮質子與質子間的互相作用而變化。若電磁力明顯地比引力強，恆星就會從較少量氣體中形成，同時，也許會更猛烈地燃燒（Teller 在 1948 年計算出，當輻射上升到引力常數的 7 次方<sup>56</sup>），或者會更容易地產生塌縮，成為白矮星、中子星或黑洞。若強度增大一百萬倍（就是比電磁力弱  $10E+33$  倍吧，目前尚欠成熟的理論解釋它為何一定要比這個更弱），這樣，恆星質量就會小十億倍，也百萬倍地快速耗盡<sup>57</sup>。就算增強十倍的強度，即使一個有太陽一樣質量的恆星，也只能燃燒一百萬年而已。<sup>58</sup>

(b) 若引力比電磁力弱 10 倍，恆星和行星會否形成實在是一個疑問<sup>59</sup>。若引力明顯地減弱，則意味著「所有恆星在化學成份上是同質的，這是對流混合成的結果，這樣我們便不會找到預超新星模型所說的洋蔥皮外殼結構」<sup>60</sup> 因此，或許亦沒有超新星來分散重元素。

<sup>55</sup> *Soviet Physics: Uspekhi* 23 (1980), pp. 303 and 298.

<sup>56</sup> *Physical Review* 73, p. 801.

<sup>57</sup> M.J. Rees, *Phil.Trans.Roy.Soc.London A* 310 (1983), p. 312.

<sup>58</sup> R.Breuer, *Das Anthropische Prinzip* (Munich: 1983), p. 228.

<sup>59</sup> *Ibid.*

<sup>60</sup> Carr and Rees, p. 611.

(c) 適當大小的星雲，可組成穩定的恆星群，並可快速冷卻而避免斷裂。<sup>61</sup> 若把引力強度胡亂改變，便會破壞了這樣的美事。

(d) 如果原星系( protogalaxies )是由大塊的星雲的斷片組成，這樣，就像 J. Silk 論說<sup>62</sup>，如此的引力強度就非要接近其真實的值不可了。

(e) 在星系核心發生的激烈事件，可以排除眾星系有生命的可能。於天鵝座 A 的位置，「強烈的離子化的輻射水平較地球表面強幾百倍。」<sup>63</sup> 強化了的引力會使每個星系都變成這樣的一團糟。

最後，有一個對恆星很重要的關鍵因素：中子和質子之間的質量差異。正如 S.W. Hawking 所言<sup>64</sup>，這個差異「若不是雙倍於電子質量，就不能獲得幾百個如此穩定的原子核，以構成各元素，成為化學與生物的基礎。」理由是<sup>65</sup>，中子是兩種粒子之中較重者，約較質子重千分之一。若在原子裡面中子沒有受縛於質子，一個中子便只有較少的能量附於其上，於是衰變成爲質子，那麼，宇宙只充滿質子而已，而氫是唯一可能的元素。在這裡電子的存在和泡利定理 ( Pauli Principal ) 正阻止其衰變；但假若質量差異稍大，這衰變仍難避免。假若質量差異稍爲小 (約 1/3)，原子以外的中子則不會衰變；大爆炸中所有質子會不能逆轉地變成中子，這激烈事件製造了經常性的質子—中子轉換，這就沒有原子了：宇宙間便只充滿中子星和黑洞。電子的質量就變成如下的情形：若中子質量不能在比電子質量多一點的情況下超過質子，那麼原子就會塌縮；其電子則與質子結合產生中子。(質子質量:938.28 兆電子伏特 (MeV)；電子是.51；總數爲 938.79；同時，中子重量會在 939.57;中子不帶電荷，並與強核力共同產生作用，維繫原子核，無需加添電磁排斥力把它們擊散)。

就這樣，剛好稍重的中子，就確保了大爆炸中質子與中子的比例爲一對七。過剩的質子又可用作製造氫（就是恆星長壽、穩定所必要的氫）、水和碳水化合物。這裡應注意的是，含有氫的恆星靠製造中子來燃燒：雖說中子比質子重，但只是重一點而已，當我們同時考慮將較小的結合能，便會發現兩個比中子略輕的質子聚合去形成一個氦核的過程（就是一個質子與中子的合體）是一個在能量方面有利的過程〔要補充的是，若把普朗克常數 ( Planck's Constant ) 加添 15%，就可以阻止氦的出現<sup>66</sup>〕。

我們可從另一個角度看，電子質量若增加，會造成災難。Rozenal 認爲<sup>67</sup>電子重量是驚人的輕：比起次輕的介子( pion )還輕 20 倍；比我們已知粒子之平均重量還要輕幾千倍。電子作爲一個輕子( lepton )，不足以解釋這種現象，因爲濤輕子( tau lepton )比質子重；再者，中子與質子之間的質量差異，較之那些在多重譜線同位素中各種情況下的差異，是十分微小的。

<sup>61</sup> Barrow and Tipler, p. 339.

<sup>62</sup> Nature 265 (1977), p. 710.

<sup>63</sup> I.S. Shklovskii and C. Sagan, *Intelligent Life in the Universe* (New York: 1966), p. 124.

<sup>64</sup> *Physics Bulletin*, Cambridge, 32, p. 15.

<sup>65</sup> Barrow and Tipler, pp. 371, 399-400; Davies, "The Anthropic Principle," pp.9-10, and *The Forces of Nature* (Cambridge: 1979), pp. 100-102, 172; Rozenal, *Elementary Particles etc.*, pp. 78-84.

<sup>66</sup> Rozenal, p. 298 of the *Uspekhi* paper.

<sup>67</sup> Rozenal, *Elementary Particles etc.*, pp. 78-84.

中子與質子在夸克含量上是不同的，其巧妙的質量差異可以被解釋作「上」夸克較「下」夸克輕了一點，這解釋只是把謎團推向另一個層次。（對於這看似是巧妙的現象，相信上帝的人未必需要立刻歸因於上帝的選擇，而放棄缺乏進一步的解釋。牛頓( Newton )從審美與宗教的情趣解釋大自然如何「這樣自得其樂，在簡單裡安得其所，展現出一切天體的奇妙**運動**，其實來源於**萬有引力**；還有，幾乎自然界所有細小**粒子運動**也依靠著其他**吸引和排斥力**」<sup>68</sup>。最簡單的大一統理論（最小的 SU(5)）不能解釋這麼多質子衰變，因此就不成功了<sup>69</sup>，這結果令我們質疑**簡潔定理( Principel of Simplicity )**是否真的為選擇自然律的唯一根據；極多其他的大統一理論現正在爭相要贏取物理學家的注意力；上帝確有極廣泛豐富的資源，祂的選擇並不受某一因素所決定。）

#### IV.

對於 Newton 而言，物質是「由堅硬、不可穿透，但**形狀、大小都**各異的活動**粒子**組成，這些粒子還有其它**特性**」好讓它們能滿足預期的結果。<sup>70</sup> 堅硬在物質屬性上起著關鍵作用：「原始粒子」( “primitive particles” ) 必須「十分堅硬、不容任何錯裂或磨損」，否則「依靠粒子的**自然界萬物**會改變。假若水和土是由用舊了、磨損了的**粒子**還有**裂成碎片的粒子**組成，那麼他們的性質和肌理就不同現在的了，現在的水和土，在太初已完全由**粒子**所組成。」<sup>71</sup>

Newton 在此處並不全對，原子被重擊後可分裂（離子化），還有，你不能將 Newton 的堅硬不變的粒子，等同於**亞原子實體( subatomic entities )**，因為一種亞原子實體往往會變成其它類型的亞原子。即使質子現時普遍被認為是會衰變——這種衰變被看為是有益的，因為其中涉及的因素可能有利於「**一定數量的物質在大爆炸中產生，而不是被反物質( antimatter )毀滅，剩下只有光線的宇宙。**」事情就這樣地發生：超重玻色子會把夸克轉換成輕子（因此，由夸克造成的質子並不是永存的。），以目前的溫度，很少機會能造出這樣有超級重量的粒子來，相應地，質子的衰變也很罕見；但在大爆炸早期超級重量的粒子卻很普遍，而且它們本身的衰變，也剛好製造出不同數量的夸克（用以製造質子）和反夸克（用以製造反質子）。

雖然如此，以下情況是值得我們注意的

(1) 這一情境的細節還是不肯定：因此，即使有數目不等的「訊號」出現，那到底是有更多的夸克還是反夸克呢？我們只有那被人談論卻沒有白紙黑字寫明的原則，就是我們會稱那結果為「物質」而不是「反物質」；<sup>72</sup>

(2) 有關電荷的各種定律或電荷同等守恆，兩者都不能成立，這意味著夸克和輕子有「兩世代」。除現存在世界上的，必定還別的；<sup>73</sup>

---

<sup>68</sup> Query 31.

<sup>69</sup> Davies, *Superforce*, pp. 137-8.

<sup>70</sup> Query 31.

<sup>71</sup> Ibid.

<sup>72</sup> Barrow and Tipler, pp. 403-7; or G.G. Ross, pp. 304-22 of *Quantum Gravity*, 2.

(3) 我們所需的不只是擴張的宇宙，還需要受助於暴漲的快速擴張宇宙。<sup>74</sup>

(4) 質子較反質子多出的數目，與電子較正電子( positrons )多出的數目，必須恰好相同，以避免電荷失衡，這是必須確保的結果。電荷失衡令物質難以在「開放」的宇宙裡凝聚。但如果在「封閉」有限的宇宙呢？若有可能的話，情況只會是更糟，因力線 ( lines of force ) 會不住繞轉，最後產生一個無限的電場<sup>75</sup>。

(5) 以上各物質的產生，過多或過少都不行。估計實際有關過量的數據是每一億個質子跟反質子的配對中，就有一個過剩的質子。假設擴張速度反映了每個質子產生的光子數目，太多的質子，宇宙會快速地塌縮；或導至大量中子星與黑洞出現；又或者，只能有一個到處瀰漫著氦而不是氫的宇宙，這已是最輕微的後果了。過少呢？會造成兼有輻射壓的超速膨脹，這樣原星系和恆星就不能凝聚：縱使在宇宙超速膨脹下有龐大星體能夠形成，這些星體會困鎖著輻射，這樣會阻止龐大星體分裂成更小天體，而更小天體是生命存在之所依。<sup>76</sup>

此外，質子衰變必要緩慢。質子的壽命為  $10E+16$  年，是現今宇宙年齡的  $10E+6$  倍，那麼 ( M. Goldhaber 這樣說) 如衰變發生在你身上，那些輻射都足以令你喪命<sup>77</sup>。

這一切暗示著，超重玻色子的質量必須落在一道很有意思的狹窄範圍中：例如，如果質子已足夠穩定的話，超重玻色子至少要比質子重一億倍。<sup>78</sup> 再者，電磁力常數若大了  $1/85$ ，則會引起太多質子衰變，難以產生長壽而穩定的恆星 ( $1/85$  是大統一理論建議的最下限)。<sup>79</sup> 假如高輻射必定致命的話， $1/85$  這數值就已經太大了，因為生物所需的穩定性對輻射之反應要較恆星敏感得多。

因此，我們不可容讓 Newton 的部分錯誤令我們無視他其實十分接近事實真相，他寫道：「有形物質的改變」(“the Changes of corporeal things”) 完全是「永恆粒子之間新的締合和運動」。<sup>80</sup> 普通質子平均壽命比  $10E+31$  年更長。還有，粒子至少也會形成不變的類型：一個 DNA 分子可傳遞的遺傳訊息，相等於一萬頁紙所傳遞的，因為原子粒子 (以及它們所組成的原子) 屬於不變的粒子種類。現在，就連 1970 年代的 Wheeler 也認為，「同種類粒子的奇蹟地保持身份，是物理學的最大奧秘。」他又說，黎曼幾何 ( Riemannian Geometry ) 之所以對物理學有價值，正是它主張一個精確的對稱，若沒有這對稱，「我們便要預測，由不同途徑接近地球核心的同一個鐵原子的電子，會有不同的特性。」這樣的建議「容許自己暴露於各方猛烈的批評」，然而，若沒

<sup>73</sup> Demaret et Barbier, p. 489.

<sup>74</sup> H. Pagels, *Perfect Symmetry* (New York: 1985), pp. 275-9.

<sup>75</sup> Demaret et Barbier, *Rev. des Quest. Sci.* 152, p. 199; S. Weinberg, *The First Three Minutes*, second edition, (London: 1983), p. 87.

<sup>76</sup> Carr and Rees, p. 610; Demaret et Barbier, pp. 478-80, 500; D.V. Nanopoulos, *Physics Letters*, 91B pp. 67-71; Davies, "The Anthropic Principle," pp. 24-5; Barrow and Tipler, p. 418.

<sup>77</sup> Pagels.

<sup>78</sup> Weinberg, p. 157.

<sup>79</sup> Barrow and Tipler, pp. 358-9.

<sup>80</sup> Query 31.

有這建議所說的對稱，「鐵原子，還有地心——都會塌縮」。因為在這裡，泡利原理（**Pauli Principle**）已不成立了。<sup>81</sup>（譯按：泡利原理又稱為泡利互不相容原理，它禁止兩個電子做完全相同的事。）就像 V.F. Weisskopf 解釋的，在這個原理中「有許多地方代替了古典物理學概念中的不可透性與堅硬性」。雖然把同類中所有粒子分開，能避免原子塌縮，但 Wheeler 又說，大家其實也想知道，何以電子與其他粒子，〔例如，費米子（**Fermions**）是特殊種類呢？「之於為何電子會有我們所觀察的特質，現今所知的實在是太少了」。大自然又「供給我們另一種的電子，就是只在質量上與平常的電子有分別的 $\mu$ 介子（**muon**，譯按：**muon** 是 **mu-mesons**， $\pi$  介子弱放射性衰變過程中產生的基本粒子，用符號  $\mu$  表示。其行為像重的電子，但衰變為電子和微中子。 $\mu$  子是美國物理學家 C. Anderson 於 1937 年在宇宙射線實驗中發現的。）」，這令事情更加費解。<sup>82</sup>

泡利原理認為電子處於一個軌道的階層，如此，原子便「分散開去」，這是十分幸運的。倘若電子隨意在任何軌道中運行，那麼(1)溫度的衝擊會馬上將電子迫進新軌道，因而破壞電子固定的特質，這些特質就是遺傳代碼所需要的，這也會破壞不同種類的原子有不同表現這個理想後果；還有，倘若電子隨意在任何軌道中運行，(2)原子就會快速塌縮，其電子向內旋入，同時猛烈地發放輻射。現在，帶著「波粒」（“**wave particles**”）兩種性質的原子粒子，可以幫助我們對泡利原理本身有更深刻的洞悉。我們就聲波而言舉個例子吧！管風琴排管中的空氣，會循一定的頻率，或單純多次性地振動。但是，我們可以觀察到玻色子雖然也有同樣波粒性質，但泡利原理卻沒有限制它們。如果電子活動好像玻色子，那麼所有電子會佔據「最有可能的低層軌道，這樣，連化學都得省卻了。」

一個電子如何避免在最低層軌道被吸進相反電荷的原子核中去呢？量子理論的回答是：海森堡不確定原理（**Heisenberg Uncertainty**）將電子的位置跟動量（**momentum**）連上關係，指出電子在靠近原子核時會加速。同時，以上原理加上以下幾點，顯出量子骰子如何已經轉動，（譯按：量子力學支持或然率式的結論，打破了必然性的物理學觀，愛因斯坦批評量子力學時說：「上帝不會玩骰子。」「量子骰子」指物理的或然性質。）實在難以相信，海森堡不確定原理可以全部歸因於有意識生命如何不可能找出事件的詳細資料：(a) 相似的「海森堡鼓動」（**Heisenberg agitation**）所支持的白矮星與中子星的非塌縮現象(b)量子以穿隧道效應（**tunneling**）（Alex，我不清楚 **tunneling** 的翻譯，若你知道是這樣的，就用這個吧！穿隧道效應 **is from Chinese version of Cambridge Encyclopedia, it may be better**），通過力的阻礙，使恆星燃燒得更迅速，令輻射活動有可能出現；(c)由量子產生的粒子，以「暫借」能量為基礎而存在，直到 **Heisenberg** 有關能量與時間的公式，要求釐清這些戶口。(d) 一個如箱子般的巨大空間，是否承載著「好像巨大黑洞這樣明顯的特徵呢」<sup>83</sup>。不確定原理一定「確實存在」於這世界，這種存在的形式是幸運性與奇異性相契合。（譯者按：意思是或然率極之低——奇異性，但仍然發生了——幸

<sup>81</sup> *Gravitation* (San Francisco: 1973), authors C.W. Misner, K.S. Thorne and J.A. Wheeler, p. 1215, and *Problems in the Foundations of Physics* (Amsterdam: 1979), ed. G. Toraldo di Francia, p. 441.

<sup>82</sup> CERN bulletin 65-26, 2 July 1965, pp. 2-3,12.

<sup>83</sup> R.Penrose in *Quantum Gravity* 2, p. 267.

運性。) 感謝上蒼！電子永不會被吸進原子核中！更進一步與堅硬問題有關的是凝固問題，如 Wald 說<sup>84</sup>，「如果質子的質量不是比電子重很多，所有物質將會是液態。」因為，「這些粒子所牽涉的運動全都是雙向的，沒有甚麼是牢固或原封不動的。」因為重的原子核被在很多輕電子雲所約束；而電子雲又複雜地互相起作用，這樣，個別原子便能有固定的位置。

F.D. Kahn 提出類似觀點：水份子、苯環、脫氧核糖核酸（DNA）等都有著相似的持續穩定結構，「這是由於電子質量與原子核質量有巨大差異」<sup>85</sup>。我們要承受一種風險，「就是化學能否存在（當然化學家能否存在也包含在內）」，因為化學全賴原子的存在，這樣的原子要「有大量的空間，而且有界定好了的原子核」<sup>86</sup>，電磁力本身所擁有的相對弱力，同樣與之有關——就是這個事實，電子不會感覺到百倍強力的那種強核力（Kahn 補充，這反映著對以下說法的質疑：非化學學生命是否有可能建基於強核力，而不是電子和電磁力呢？質子與中子是被強核力支配的主要粒子，它們幾乎有著相等的質量，所以「不能決定其準確位置。」）

T Regge 力陳：「合適的長鏈狀的分子，是可產生生物現象的」，但是它們會受到電子跟質子質量差異中的「最輕微變化」所威脅<sup>87</sup>。

同樣重要的是，電子與質子的電荷相反，但數量相同。若非如此，那麼，隨之發生的電荷失衡，就會發生我上述提過的那種災難後果了。Wald 的評語是：「假若宇宙是起始於帶電的氫，宇宙或許可以擴張，但僅此而已，其它的活動就不用提了。」（1959年，R.A. Lyhleton 和 H. Bondi 曾希望質子和電子的電荷不同，是由於十億億之中的二分的差異——他們期望這樣的差異可以解釋宇宙膨脹！）電荷的均勻，對 Wald 而言，似乎一直是很神秘的，因為質子的質量「比電子的靜止質量多 1840 倍」；另有還有其它帶相反電荷的粒子的配對，例如，質子和反質子，它們的電荷完全相同，但那卻是「由質子產生的反粒子配對」（並不帶電），以致這方面的均等「正符合電荷守恆的一方面。」這問題尚無法解釋。是的，你可以解釋質子是帶三分之一或三分之二電子電荷的夸克所造成，夸克能變成輕子這個可能性也可以解釋這方面，（輕子與電子是同類的），但 Wald 說，這祇是將需要解釋的問題推向另外一個層次，就是不同種類夸克之電荷要在「均等或簡單的互為約數」（Alex, I'm not sure if sub-multiples is to be translated this way. I have no idea. If you think it's OK, then I'm keep it. This is OK, you can keep this）上需要極精確<sup>88</sup>。

Wald 在 80 年代就提出過一些大膽的理論，也對這方面討論有裨益。但正如先前提到的，有神論者不應太抗拒支配著這些自然界種種巧妙的現象的基礎原理，因為，雖然這些原理都相對地簡單，它們仍然是令人欽佩地複雜精細，還有，它們與邏輯必然性，還有一段距離。即使是最簡潔的 H. Georgi 和 S. Glashow 的晚近的大統一理論，現在看來也確實欠精細，因它涉及二十四種力

<sup>84</sup> *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life* (Dordrecht: 1974), eds. J. Oro, S.L. Miller, C. Ponnampereuma, R.S. Young, pp. 7,24.

<sup>85</sup> *The Emerging Universe* (Charlottesville: 1972), eds. W.C. Saslaw and K.C. Jacobs, p. 79.

<sup>86</sup> Barrow and Tipler, p. 297.

<sup>87</sup> *Atti del Convegno Mendeleeviano*, Acad. del. Sci. de Torino (1971), p. 398.

<sup>88</sup> *Cosmochemical Evolution*, pp. 23-4.

場<sup>89</sup>，現在有很多更加複雜的理論，爭取著物理學家的注意力，很多均聲稱它們可由「基本原理」推演出這個或那個數量，然而它們大都忽略了其他數量，例如它們通常會忽略載力粒子如介子的質量。

Rozental<sup>90</sup> 估計，一個電子跟質子一百億分之一的電荷差異，就意味著沒有凝固體重量能超過一克。（他再一次這樣說<sup>91</sup>，電子電荷若減少三分之二，即使太空恆星之間的低溫也會毀掉所有中性原子）。

Barrow 與 Tipler 也指出：物質與光波之間的任何程度的差異，都舉足輕重，這就全靠數值夠小的電磁常數，它必須是一個細小的分數值（約為 1/137），用來保證「物質與輻射的分別」，其中原因環繞著何以電子有與光波有著如此相近的壽命。如果數值大一點，電子就會變得很不穩定<sup>92</sup>。

我們還可以追求，生物不可以源於光波而不是源於物質嗎？更確切地說，生物不可以是源於玻色子（由光波組成）而不是源於費米子（或電子、質子或中子等）嗎？唉，玻色子結構模式中缺少些看來是必需的性質，玻色子傾向於自由地互相穿越，不能提供不變的基本建造物質的材料，不能造成不同的材料，不能產生精確的位置，精確位置是重要的，例如它可讓遺傳訊息在那裡逐步被建立。（光波通常像海波一樣層層翻疊，這是真的：在複雜意義上光波由粒子組成，而且它們互動，但是，從激光(laser)中我們可認識其互動行爲，它們會迅速地壓抑其個體性，建立大規模行動的樣式。）

最後，粒子長久存在只是因為空間的**拓樸及特徵性質**( topological and metrical properties )。舉個例說，空間看似三次元，但在邏輯上並不是必然的。最近流行的 Kaluza-Klein 理論提出，實際上至少有十次元空間存在，其中七個次元都緊緊捲壓在一起，所以不被看見。我們真正的難題是去明白：在高密度能量「真空」中充滿著量子脈動，餘下來的空間怎能夠沒有被壓縮一起（可參考曲度問題部分）。

假若超過三次元空間以非壓縮形式出現，那麼原子或其他基本粒子就不可能存在。(a)物理學家討論到**孤子**( solitons )時，建議粒子可能緊縮成結狀，在長時間中維持這型態，因為三次元空間能容納真正的結狀<sup>93</sup>。(b)很多人在 P. Ehrenfest 理論的基礎上進一步發展<sup>94</sup>：原子的穩定性和星系的軌道，還有生物的複雜性和波的無扭曲傳播，都只能在三次元空間裡才能正常地運作（也許三次元空間對神經系統和其他的系統也是關鍵的）。(c) Wheeler 曾建議只有三次元空間才有足夠的複雜程度，令事物「有趣」，但也有足夠的簡單，去避

---

<sup>89</sup> Davies, *Superforce*, p. 131.

<sup>90</sup> On Numerical Values, p. 14.

<sup>91</sup> *Uspekhi* paper, p. 298.

<sup>92</sup> p. 298.

<sup>93</sup> Atkins, pp.86-7; C.Rebbi, *Scientific American*, 240 No. 2 (1979) pp. 76-91; Z. Parsa, *American J. Of Physics* 47 (1979), pp. 56-62.

<sup>94</sup> *Proc. of the Amsterdam Academy* 20 (1917), p. 200; 關於許多其他作者的討論，請參考 Barrow and Tipler, pp. 258-276.

開量子效應引起的全面崩潰，這個效應令「點有近鄰」( a point's having “a nearest neighbor” )這一講法成爲廢話<sup>95</sup>。

事實上，也曾有這樣的觀點：太空可能有「不規則碎片形空間」，不規則碎片( fractal )就是無盡的複雜曲線(譯按：根據混亂理論 Chaos theory，不規則碎片亦有隱性的規則)，填充了部分較高次元空間，其中，曲線蠕動著，企圖要佔一席之地形成次元。如果我們的太空曾可能有(或正是)2.99999998 或 3.00000001 次元空間，那麼「精切調整」的範圍就更大了。

若空間拓樸是變化多端的，(有建議認爲：它在每個永久鐘擺大擠壓的宇宙中都不一樣)，那麼守恆定律便會在不同宇宙裡有所有不同：當沒有這個守恆定律時，那只有上天才知道，究竟還能否有生命<sup>96</sup>。Davies 及 S.D. Unwin 力陳，太空有「絕非無謂」的拓樸學，這讓我們可以解釋爲甚麼宇宙常數如此接近零值。扭曲純量場( Twisted Scalar Field )會令常數在不同區域有不同值。我們的望遠鏡可助探查其中某一區域；在一些區域中，常數顯現了某個可量度的非零值，這樣觀察者就不能存在<sup>97</sup>。

A. D. Lind 論證說，生命是繫於空間所有的正確度量衡經跡( metric signature )；而 A.D Sakharov 則顯示大爆炸有可能產生其它的經跡。現實世界可能經由不同的經跡，被分散去到不同的領域中，而可被觀測的經跡是++++。〔意思是我們有  $d^2=x^2+y^2+z^2-(ct)^2$ ，而不是畢氏定理(Pythagoras' Theorem)的  $d^2=x^2+y^2$ ，這裡 t 是時間，c 是光速〕。例如：經跡++++意味著「生命的發生是不可能的，因缺之了像粒子那樣的狀態(particle-like states)。」<sup>98</sup>

最近還有些說法，就是我們安居的地球是**唯一超穩態的**( only metastable )，(隨著量子現象的不可測性，)就像一支鉛筆能自己直立(，平衡不倒：是被一種場所充滿，這種場所「穿隧」至一個較低的值；結果是穩定空間的泡沫會在幾乎是光速中擴展，凡被它們接觸到的觀察者會都被毀滅。如果頂夸克的質量有 125GeV 那麼大的話，那麼，我們的世界能夠存在那麼久，就值得慶幸<sup>99</sup>。同樣，若質重超過了 125GeV，我們的地球就不會留存至今了。

## V.

Newton 說，「藉盲目的形而上必然性要產生多種多樣的事物是不能的」<sup>100</sup>。也許在物質的「**惰性**」中有可能，但上帝也供應物質「某些活躍的定律」：各種力，如「引力、磁力及電力」，還可能有「其它間距微小得測不出的力」。就像「在真空中黏合兩塊光滑的大理石」，這些事實指出，粒子「因

<sup>95</sup> Gravitation, p. 1205.

<sup>96</sup> Barrow and Tipler, pp. 248-9 and p. 283, n. 95.

<sup>97</sup> Proc.Roy.Soc.London 1377 (1981), pp. 147-9.

<sup>98</sup> Reports on Progress in Physics 47 (1984), p. 974.

<sup>99</sup> M. Turner and F. Wilczek, Nature 298 (1982), p. 633; Wilczek on p. 27 of *The Very Early Universe*, reporting work by R. Flores and M. Sher.

<sup>100</sup> General Scholium.

著某作用力而互相吸引，在即時的接觸裡，這力是異常的大，在微細間距中這力則執行各種化學運作。」「最小的物質粒子可能被最強的吸引力吸引，組成較大的粒子；而這些粒子構成了較大的但功效( **Virtue** )較弱的粒子；這些較大粒子大量凝聚組成更大的粒子，其功效亦更薄弱，如此類推。」「就像在代數中，正數若減至零，正量的中止正是負量的開始；同樣在力學中，吸引力中止，物體本身有的排斥力才接著發生作用」。<sup>101</sup>

上一段是個精心的推測：在萬有引力和電磁力之外，自然界至少被兩種或以上的力支配著（強核力和弱核力）。它們都是生命所必需的，而生命是基於熱、光、原子、恆星及各種化學作用。<sup>102</sup> 諸力在作用距離和強度上有很大的差異，其中以作用距離十分狹小的強核力為最強；看來是同樣的力可以在某種距離下互相吸引，在另一種距離下互相排斥。

以下有幾種較為特別<sup>103</sup>：(1)電子會被「虛擬的」正電子的電子雲「阻擋」(“screened”)，這些虛擬的電子雲如量子波動般，從虛無裡短暫地出現存在。量子波動會中止一個接近中電子的影響力無限制地增長，雖然看來我們都會期望一個點狀粒子有這樣的表現，但是無限增長會對電子造成極大破壞。相反，原子核內的夸克卻能保持其獨特身分，這得歸功於膠子( **gluons** )的「反阻擋」“antiscreening”，「分散」了夸克間的色力( **colour force** )，使之在短程中消散掉（有點像地心中對各方牽引力都相等的引力）。(2)強核力大概就是有複雜外表的色力，在近距離時有極強的排斥力，在遠距離則有吸引力。藉排斥力，複雜原子核裡的質子和中子不致互相塌縮；藉吸引力，兩者可以牢牢地合成，使原子能有精確定位的原子核（好處先前已提過）。短程幅度如有增長（但仍屬很短），有色力也會幸運地落在零值上：載力粒子( **messenger particles** )會把它送到剛好是它要償還「借來」的能量才能繼續存在的距離。如果這力變成長程，宇宙會迅速塌縮。(3)電磁力呢？相反，它是由零靜止質量( **zero rest mass** )粒子，即是光子運送，因不必償還「借來」的能量，光子可以無限地傳播前進，但這無限播送不會構成災難，因為這樣大量的物質也用不著運用帶電的力：正負電荷互相抵消了，因此宇宙不致塌縮，也沒有宇宙爆炸場的產生。(4)所以，宇宙大體而言是被微弱的引力控制著。行星和銀河系的一切，靠 **Newton** 曾致力研究的自轉，或靠只是任意轉動（對某些星系而言），抗衡著引力，而得以自持。

結果是：物質粒子會複雜地晃動；受制於某些神秘的定律，例如**重子守恆定律**( **Baryon Conservation** )，（它與任何明顯的力場，如電磁力的電荷守恆無關，但沒有它，「宇宙間整個物質世界會消失於伽瑪射線( **gamma radiation** )的火團之中」<sup>104</sup>）。同樣，要有複雜精細的牽制和協調( **Check and balance** )，宇宙才能保持有百億年的暢順運作。例如平衡原子核中強核力吸引和電磁力的排斥，這樣的力幾可將任何原子擊開作兩個或以上的質子；電子的微弱質量，服從著泡利定律；電子是感覺不到強力的存在，這樣的協調，允

<sup>101</sup> Query 31.

<sup>102</sup> Davies, *The Forces of Nature*, pp.229-30; Rozental, *Uspekhi* paper, p. 301.

<sup>103</sup> 部分觀點是由引取自以下之經典著作：V.F. Weisskopf, *Knowledge and Wonder* (New York: 1962) and H.F. Blum, *Time's Arrow and Evolution* (Princeton: 1968).

<sup>104</sup> Davies, *The Forces of Nature*, p. 160.

許數百或更多不同種類的原子建造「磚塊」，其電子使這些建造結構比早期物理學界虛構出來實心球型的，更為有用（正如 A. Szent-Gyorgyi 評說，「要從大理石中要建造結構真是不易」）。

在原子核以至整個原子，這樣複雜的牽制和協調會引出力場「位壘」（“hills”），要穿透進出這些力場「位壘」十分困難，這一切讓電子有穩定的狀態。但是，這些「位壘」也可被穿透，例如在恆星中裡面發生強力碰撞，因此恆星就會燃燒。此外，原子有很複雜的「粘性」，一個帶正電核的原子，可吸引其他原子的電子，二者相吸，直至它們被互相的電子雲強烈排斥。這就組成微弱的凡得瓦爾力鍵（van der Waals bond），好使液體維持液化。（譯者按：荷蘭物理學家凡得瓦爾於 1873 年發現，它是原子的永久或暫時感應的電偶極矩引起的，決定氦和其他稀有氣體的液化。）但是，多個原子可以交換一個電子，共享一對對的電子，或參與複雜的電子跟電子、電子跟質子的相互作用（有時也涉及其他原子，像氫鍵）。其他大量的物理化學關係，因此都以這方式建立。較弱的一方也可成為逆轉作用的基礎。生命正是利用了這特性，發揮植物的光合作用、動物的肌肉運動（氫鍵循環地形成與破壞）、細胞燃料 ATP（磷鍵循環地形成與破壞）的製造和消耗、或於運送新物質進細胞等。後者令人聯想到時光時暗的燭火，雖然火的原子不停被取代著，但仍然維持了火的形式，所以燭火會光暗不定；也因此，我們人類比所用的物質留存得更長久。

我們發現龐大體系的穩定性，這種穩定性吸引了 F. Dyson 的注意，這就是能量流動中的「擱置」（hang up）[參註 24]。(a) Dyson 的「熱核擱置」最即時地令人印象深刻：它允許太陽支持著生命演化的需要，容讓那個 Lord Kelvin 認為不可能的太陽耐燃的壽命。（當一顆恆星變熱、產生的熱運動或粒子更會協助抵禦因引力造成的迫壓，恆星因此要保持分散狀態，聚變過程也要慢。）(b)當我們要理解曲度問題，先要理解「曲度大小範圍的擱置」。事實上，星系與宇宙是大得足夠去避免由引力導致的立即塌縮，也能避免其他不利生命條件的發展，這都令人再感驚訝。

更多類似令人驚訝的特徵，表現於它們的基本定律都十分簡捷。（在“Do we live in the simplest possible interesting world?”<sup>105</sup> 一文中，E.J. Squires 提出這論證：這些簡捷的基本定律卻容許複雜如化學這樣的東西存在。）再一次，當我們看到這些定律，我們會看見「它們互相協調，為要使人考慮到可能有上帝存在」，<sup>106</sup> 但相反的回應（不相信有上帝）並不見得更好嗎？Wheeler 說<sup>107</sup>「在混合的固態物質中，有千百個不同的鍵，究其來源，原來都同有簡單而奇妙的系統，就是正負電子質量都循量子力學的定律移動。」我們與其說是上帝巧智挑選出那些定律的證據，何不反過來講，任何有定律的地方都要有如此複雜的結構？請看看燭火的晃動、晶體的對稱、被風吹動著的泡沫，讀一讀 M. Eigen 及 R. Winkler：除了重彈 Darwin「天擇理論」中簡單生物能進化成更複雜生物的舊調，他們還顯示出最簡單生命如何開始<sup>108</sup>。所舉的例子

<sup>105</sup> *European J. of Physics*, 2 pp. 55-7.

<sup>106</sup> First letter to Bentley.

<sup>107</sup> *Gravitation*, p. 1206.

<sup>108</sup> *Laws of the Game* (New York: 1981), transl. by R. and R. Kimber.

包括能量流動所建立的「能量耗散圖型」(“dissipative patterns”)、「滑動」(鐘擺、往還、但仍然穩定)都在 J.H. Conway 的珠子遊戲中展開了，在那遊戲裡，一切都服從著三個簡單的規則，若非不斷繁衍就會是死亡。

這種反應似乎忽略了那些生物中幾乎是難以置信的繁複性：「簡單」的細胞有個微觀世界，其機制之複雜，宛如一個肉眼能見的成人。我們亦可以挑戰其背後的假設，即世界上必然會有一個環境讓「物競天擇」順利進行。若我們以毫不驚奇的態度面對充滿生命的世界，我們就是沉迷於可以被量化的東西，對不可被量化的，我們則看不見。當然，講道理的人可以不同意這些主張的，故此，本文旨在重申對量的思考，這種量的思考對現今宇宙設計理論有很大貢獻。基礎常數的極微小改變，都會令生命演化變得十分不可能發生。再看看這個例子： $10E+100$  分之一，代表引力適應於弱核力的程度有多精確，使宇宙不會迅速塌縮或爆炸。還有，請回想那引力與電磁力之間  $10E+40$  分之一這樣的變化，會令恆星燃燒得過快或過慢，從而不利於生命出現。再請回想上面提過的其他例證。

不錯，涉及像  $10E+100$  這麼大數值的主張不常見；可幸的是這數值已得到確定，這可以補償論點的不足。還有，我的調查還未把全部數值包含在內。例如我未及提出，通常被認為質量很小的電子中微子，若只有電子重量的百分之一，那麼宇宙會有多快塌縮。<sup>109</sup> (大爆炸中每個質子產生了數十億個這樣的電子中微子。) 看到 P.W. Atkin 的計算<sup>110</sup>，我呆了：電磁力強度即使只有 1% 的上調，有智慧生命的演化時間則需要雙倍；雙倍則意味著需要  $10E+62$  年。Atkin 作出這評語：若更多的原子緊密接合，這樣只有「刺針一樣的核子爆炸」才會有更大的或然率可藉此帶來生命結構。

請留心觀察，沿著這些思路的論證，並不需要訴諸於阻擋紫外線的臭氧層，也無需指向冬天覆蓋著湖面的厚厚的冰、或是鈣、氮、鎂、鉀、磷、鈉和硫(地球上生命必需的礦物質)。甚至不必去假設(雖然 Wald[參註 84]等給予其有力的支持)，如沒有了碳原素作複雜生物鏈的基礎和水的特殊性質，宇宙就無生命存在。取而代之的重點，是 Rozental 力陳的觀點：就是基礎常數的微小改變——即力的強度、質量、普朗克常數等的微小改變，也會變成全無「原子核、原子、恆星和各星系」：這些改變「不單是物理意義上少許數量的改變，而是整個基礎的毀滅。」<sup>111</sup> 這樣推測下去，這個「什麼都不存在」，不單是指由碳和水組成的觀察者無法生存，而是指一切觀察者絕對無法存在。(譯按：這裡所說碳水化合物的觀察者是人類，有些生物學家認為生命未必一定由碳水化合而成，物質生命可以而其他形式存在。) 換言之，就不會有火、晶體和風中晃動的泡沫，縱使仍有物質像火那樣可「繁衍」，還需要有很多功夫，才可以令這種東西成為生命。

那麼不以化學為基礎(化學性生命以電磁力為基礎)，而是以強核力和引力為基礎的生命呢？若沒有神聖的「精心調整」，這種生命也能繁衍嗎？中子星上不可能有水或碳；其上的熱、引力和磁力會在百萬之四次方分之一秒內破

<sup>109</sup> Davies, "The Anthropic Principle," p. 15.

<sup>110</sup> *The Creation*, pp. 10-12.

<sup>111</sup> *Uspekhi* paper, p. 296.

壞一切秩序井然的結構；但是，強核力不會作用得太快而這些又不受影響嗎？那麼，整個中子星的所謂「文明」，只在「百億分之一秒」這樣的時間內存在；而所謂萬物之靈的演化，需「三十分之一秒。」<sup>112</sup> 又或者，「以引力為基礎的生命」（個別恆星扮演著地球生命裡的原子和分子的角色）「不是好像以電磁力為基礎的生命般，只需數十億年，以引力為基礎的生命不會在 10E18 年以後才演化嗎？」<sup>113</sup> 我的回答是，以上的玄想，真的令相信上帝看來是平淡無奇；(2)不論「以核力為基礎的生命」或「以引力為基礎的生命」，皆沒有像電子那樣有精確定位的元素，這電子精密的位置正是遺傳密碼的關鍵（參考以上有關 Kahn 等的討論）；(3)基礎常數被大幅改變，我們就不會有以引力為基礎的繁星夜空，或擁有強核力為基礎的生命的的中子星。只要少量的改變，宇宙在千分之一秒間塌縮和一切在迅間潰散，所有頓時消失，只剩氣體瀰漫的宇宙，這些氣體又過於稀釋，甚至不能被引力束縛。此外，物質幾乎不足以多過反物質，那麼，實際上，宇宙只會有光。再者，在首百萬年，宇宙溫度太高，恆星沒法形成；之後的宇宙又過於稀釋。最後，就是大爆炸的產物只有黑洞而矣。

我們不需要宣稱：在*所有邏輯上可能發生的宇宙*，只小部分有生命，我們需要的只是考慮在可能宇宙中的「局部」，那些在基本定律上與我們相似的宇宙，但這些宇宙跟我們有不同的力強度、粒子質量、擴張速度等。以下比喻可說明清楚：牆上有隻黃蜂，牠附近的範圍很大而沒有任何昆蟲，一顆子彈飛過，射中黃蜂。開槍的很可能是個高手嗎？著手處理這問題時，我們不必理會牆上這片離槍手有一段距離的範圍，是否滿佈昆蟲，因為範圍的局部中只有一隻！

宇宙論裡我們要找的黃蜂，就是一個個小小的「窗口」，在這窗口中，各種不同的常數值落在裡面，讓生命去演化發展。而這局部就是指帶有可能性的面積（或體積），以線軸來量度，得出常數可能有的值。「打中一窗口」則是可能叫你大吃一驚的結果，儘管這塊帶可能性的地方只有那麼一兩個的小窗口。（Rozental, I. Novikow 及 A. Polnarey 的先驅性論文中，對此有詳論。Rozental 等以線軸來說明引力和電磁力不同的強度，認為只有一個特別細小的，可能有利於生命條件的窗口，這是真正有力的證據之外的一個鼓勵<sup>114</sup>，但有更多研究顯示出，有第二個窗口的可能性只是個錯覺。我們提出很多論據去表明，力的強度、粒子質量還有其他常數，必定只規範在一個幅度很窄、限制很嚴格的數值範圍內，藉此生命才得以演化，這種努力不是以十多個論証來支持一個宇宙數值不能錯的結論，而是為同一個結論提出十個根據，這結論就是：隨便地修改這些常數，或在現存數值和其他數值間找個不太嚴謹的差額，災難性結果始終會在*某個宇宙發生*[參註 49])。

請注意，關於數值的任何改變，無論百分之一，或者是百萬分之一都不利於生命發展。自然界力強度間的變化，可有天淵之別：最強的比最弱的強好百萬兆倍，倍數甚至是百萬兆之四次方；請勿忘記，沒有人可以（打個譬喻說）不偷偷地引入他們的載力粒子的質量而單憑「理論」能計算出這力的值。再

<sup>112</sup> D. Goldsmith and T. Owen, *The Search for Life in the Universe* (Menlo Park: 1980), pp. 220-1.

<sup>113</sup> *Ibid.*, pp. 221-2.

<sup>114</sup> *Izvest. Akad. Nauk Estonskoi SSR Fiz. Matemat.* 31 (1982) pp. 284-9.

者，粒子質量的數值範圍可瘋狂地變化：中微子若要有 1 電子伏特(1eV)或更少，磁單極便要重約  $10E+25$  或更多。這些都能預測嗎？有建議說有理由逼使光子只有零靜止質量，因而是如果去除所有會令宇宙快速塌縮的有害因素（光子就如中微子一樣普通，大概是每一質子對 109 個光子或中微子）。當然，「較高級」的粒子會有較大質量，互相接合也更緊密，這樣想亦不為過，但這只是粒子的情況；至於力的強度，誰都不能光看外表就認為粒子質量的多少是必須的；同時因與磁單極有關，我們有一廣為接受的說法：就是各種力都有同一來源，他們只是「統一力」的不同面貌；宇宙間也只有單一種粒子：在大爆炸後，宇宙冷卻，「對稱」被破壞，於是力的強度和粒子質量的值就變得難以預測。試比較磁物質在低於居里點( Curie Point )時，電磁的對稱性就被破壞，跟著磁場出現，這磁場是一個方向不能預知的矢量場 ( vector field ) (可用指南針測量的)。

的確，力的強度與粒子質量或許可被純量場支配（純量場特點，只有強度而無方向；因此，若在可見宇宙間有相同強度的純量場，則很難測量出來），但任何這種場的強度本身很大可能也只是機遇<sup>115</sup>。

縱有這些困難，這種說法可指出，任何的「精心調整」都可以被解釋，而不需要引入上帝創造性的選擇來解釋。也許，有利於生命條件的力強度和粒子質量，總會在任何足夠龐大的現實世界中的某處產生。這個現實世界可以被分割成很多巨大的領域（ S. Weinberg 以此與結晶領域，就是冰點下的水作比較<sup>116</sup>），也許在這許多世界中，對稱結構被破壞後，便不能再容讓生命出現。

Newton 的話亦含有這暗示。

## VI.

Newton 猜想：「上帝通過不同空間比例，能造出各種形狀大小不一的物質粒子，甚至密度與力；因此有不同的自然定律，使宇宙的不同部分，有不同形式的世界。」<sup>117</sup> 類似這樣的事情，可以在沒有上帝特別命定下而發生。Newton 在寫給 Thomas Burnet 的信裡說，「雖然鹽溶於水時都一樣，結晶後每顆晶粒皆不盡相同，但處處一樣的是那些長形的小鹽棒」；這反映出晶體世界是由不同對稱線軸在不同方向排列而成的。後來 Newton 更假定了存在著的現實世界，包含比望遠鏡所觀察到的更多。又給 Richard Bentley 寫道<sup>118</sup>：「很多古代哲學家接受有多個擁有無限數量的物質的世界。」

這樣看來，我們不妨承沿這一想法，不必對如今流行的「眾多世界論」（ World Ensemble ）立即嗤之以鼻，這總體是一個大寫“U”的宇宙（ Universe ），當中包含了很多區域（小寫“u”的眾宇宙 universes ），它

<sup>115</sup> Several authors discuss all this in *Los Alamos Science* 11 (1984), and *Phil. Trans. Roy. Soc. London A* 310 (1983); see esp. C.H. Llewellyn Smith on pp. 253-9. See also G. 't Hooft, *Scientific American* 242 No. 6 (1980), pp. 104-38; S. Weinberg, *Physica Scripta* 21 (1980), pp. 773-781; W. Willis, *New Scientist* 100 (1983), pp. 9-12; M.J.G. Veltman, *Scientific American* 255 (1986), pp. 76-84.

<sup>116</sup> *The First Three Minutes*, p. 140.

<sup>117</sup> Query 31.

<sup>118</sup> Third letter.

們大部分或完全分離，毫不相連。(1) Wheeler 主張永恆的鐘擺，就是大爆炸、大擠壓、再爆炸等，如類循環。有關性質的資料，在每次大擠壓過程之中消失了。每次接著的大爆炸都帶來不同數量的物質、力和粒子質量等，所以，每次大爆炸都形成一個嶄新的世界。(2)曾提出多個宇宙量子理論的 H. Everett III，認為「現實世界永恆地分支出完全分離的世界，量子力學認為每個結集的可能性在每個分枝中都成為真實。」(3)很多物理學家接受於 E.P. Tryon 的觀點，以量子脈動的開始來描述宇宙，就是從虛無到出現存有 ( *ex nihilo* )，或者是已存在的超空間 ( Superspace )。(4)而 Linde 把玩著的，是那個永遠在膨脹著的 de Sitter 空間 ( de Sitter space )，就是那個永遠滾沸著、產生著氣泡世界 ( bubble Worlds ) 的宇宙，其中真空下能量密度是很低的。(5) G.F.R. Ellis 和 G.B. Brundrit 提醒我們，如果宇宙是「開放」的，那麼必被看作可以承載無窮盡的物質了。就可見區域（一個我們知道的「氣泡」）之外可見到的情況，誰能說什麼不能發生呢？(6) Guth 的暴漲的宇宙，現在似乎已漸廣受接納為「標準宇宙」，這宇宙不單巨大，且有獨立區域範疇，其中對稱破壞，物質以各種方式存在其中。有關宇宙，Guth 和 P.J. Steinhardt 提出，我們的領域正以  $10E+35$  光年的速度外展，同時，宇宙可能會比先前大  $10E+25$  倍。(7) 包括其他理論（如 F. Hoyle 和 J. V. Narlikar 的多細胞宇宙論）。

所有或大部分這些主張<sup>119</sup>（唯 Hoyle 及 Narlikar 的例外），皆承認早期對稱破壞中，力的強度和質量大幅受偶然性影響，所以不同宇宙有不同強度與質量。

眾理論中最能說明這點的要數 Linde 所提出的宇宙暴漲論了。在首  $10E+30$  秒鐘中，其膨脹幅度約  $10E+800cm$ 。（可以光作比較，它自大爆炸以來僅以  $10E+28cm$  被傳播）力和粒子質量的差異，產生自一個或多個純量場。它們有幾種可能的穩定值，在數值最小的一種中，任何一個這些純量場都可以容納。同時，不同的最小值在不同區域隨機地出現，所以**現實世界**在這裡真是「各適其式，各取所需。」了<sup>120</sup>。

這一切的背景是這樣的：(1)諾貝爾物理獎得主 Weinberg-Salam 解釋了一個對稱破壞會使弱核力由電磁力中分離的例子：純量場在宇宙大爆炸後的冷卻期出現，為弱核力載力粒子提供大量的質量，卻令電磁力的載力粒子變為無質量。這個解釋可以合理地延伸到所有夸克、輕子、中玻色子及超重玻色子的質量，<sup>121</sup> 也許還可以伸展到一切力的強度和質量的差異。在場的作用下的粒子，可以通過「拖行」和「吞併」組成該力場的粒子而得到有效的質量。至於力的強度差異，全部或大部分是因為粒子質量本身的差異：這些粒子包括載力

---

<sup>119</sup> Wheeler in *Gravitation*, ch. 44, and *Quantum Gravity* (Oxford: 1975), eds. C.J. Isham, R. Penrose, D.W. Sciama, pp. 538-605 and esp. 556-7; Everett and others in *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics* (Princeton: 1973), eds. B.S. DeWitt and R.N. Graham; Tryon, *Nature* 246 (1973), pp. 396-7, and *New Scientist* 101 (1984), pp. 14-16; Linde in *The Very Early Universe*, p. 239; Ellis and Brundrit, *Quart. J. of the Royal Astron. Soc.* 20 (1979), pp.37-41; Guth and Steinhardt, *Scientific American* 250 (1984), pp. 116-128; Hoyle, *Ten Faces of the Universe* (San Francisco: 1977), ch. 6.

<sup>120</sup> See ref. 98; also *The Very Early Universe*, pp. 205-249 and esp. 247 on the "lunch"; also *New Scientist* 105 No. 1446 (1985), pp. 14-18, 這裡提議膨脹的幅度是以十為因子的一百萬次元。

<sup>121</sup> Demaret et Barbier, p. 205.

粒子、涉及「阻止」和「反阻止」的粒子，還有各種被壓擠的力或轉化成其他種類的力所產生的差異（以引致中子－質子轉化的弱核力為例）。(2)任何接納暴漲的眾多世界理論，都能避免那顯見的嚴重錯誤——若由對稱破壞而來的強度和質量在不同的區域有差異，那麼我們會期望在對稱破壞後，他們在分離區域中有所不同（因光線沒足夠時間把它們連起來），這一來，似乎就暗示著現在可見的宇宙大小，是由很廣大的許多被磁單極、間牆和其他缺憾所分開的一眾小領域組成的。對於這些，為何又沒有多少痕跡可尋呢？遙遙相隔的星系，曾經廣泛地分開，現在它們首次作出因果性的接觸，但為何研究它們的結果，卻認為力度強弱和質量在每處都是一樣的呢？如上所述，暴漲可解釋這問題，所有我們能夠觀察到的，都是在同一個膨脹的區域。

所以，發展成熟的「眾多世界理論」所提供的，就是要解釋為何有生物可以觀察到一個「精心調整」給生命所需的狀態。即使大部分眾多世界體系提供的條件盡是不利於生命，遲早也會有一個具生命條件的宇宙出現。也只有這樣的一個宇宙，才能被生物所洞察分析（這就是人擇原理），我們便不需要用上帝來解釋。

## VII.

對於以上問題，現代物理學家會有甚麼反應？或許是這樣：

A) 眾多世界理論屬純猜測，主要證據就是「精心調整」，這其實可以用上帝作為解釋。

B) 上帝可以通過定律來創造這眾多世界，並且藉著機會率去產生出有利生命的眾宇宙。（如果世界總體是無限的，那麼也會再生成無限多的世界了！）不錯，我們目前面對這個誘惑，就是將生命條件的性質，單單歸因給機遇，而捨棄上帝這個假設，將上帝看為一個沒有必要性的多餘東西；但是，這個上帝假設的證據並未完全被抹殺掉。首先，任何以眾多世界理論去解答「精心調整」這現象的人，除非先假設了暴漲理論，否則都會遇上困難。（因為不然的話，為什麼我們沒有看見分隔開宇宙不同區域的界牆？）如上所論，任何合宜的暴漲，本身極需要「精心安排」（尤其當量子波動先暴漲，再產生出密度的變異，各星系從中發展<sup>122</sup>）。縱使這樣的暴漲被我們宇宙的大統一理論支配，我們仍一樣會有問題，且更為迫切，因「最簡 SU(5)」已被推翻[參註 69]，而被推翻的這部分正是該理論可應用於暴漲的地方。

C) 要回答以上問題，我們可假定有一個總體存在，所有可能的大統一理論都在其中某處被體現出來。（Atkins 似要這樣做）但是，以上帝適切地挑選這理論來解釋為什麼有這樣一個奇妙宇宙，豈不更簡潔嗎？因此，「那麼，誰造上帝呢？」面對如此天真的問題，新柏拉圖主義神學[參註 5]在這裡也不會被難倒。

D) 現在就來列出那些或然率十分低的幸運因素吧！那就是那些在跨越各宇宙而沒有變化的因素，它們正如先前提到的力強度和粒子質量一樣是不變的。

<sup>122</sup> See, e.g., Linde on p. 216 of *The Very Early Universe*.

(1) 我們的宇宙十分複雜：即使在高溫下，任何要描述它的公式都得有很多專用詞，這正反映在大爆炸冷卻和對稱性破壞時，各種力和粒子複雜的等級的可能性。然而，這是簡單得足以令人明白，如果要演化出意識，這簡單性是必須的，因為若果宇宙是不能被明白了解，那麼這意識又怎算得上有一個進化上的優勢？

對宇宙既簡單又複雜的混合性質，你會感到詫異嗎？E.P. Wigner 的文章 “The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences” 有詳論<sup>123</sup>。再想想，如果不是有慣性（*inertia*）存在，我們所明白的將是何其微小！（慣性保證高速運動中的微小粒子不會下掉（Alex，我想這不應是下掉，但卻找不到合適的翻譯）的，正是極微弱的力，慣性真是神祕：對此，Ernst Mach 只得這樣解釋道，宇宙間每樣物體都以某種方式，跟其它物體協調過）。你也可以考慮 Bertrand Russell 的觀點：事物之可以被理解，只因遠離物體間互為因果性的影響是很輕微的。（這絕不是無可避免的，夸克間的各種力會隨距離而增長，其它與這宇宙常數有關的力也一樣）。

(2) 狹義相對論。無論物質向另一物質走近或離開的速度有多快，生命仍可在不同慣性系統中發展。（但情況也有例外的視乎太空中的經跡+++，也視乎光速進入這經跡的快慢而定。在不同的系統下，生命大可以是不可能出現的，因為向著某方向的力難於或不能夠追得上在它前面的粒子）。

(3) 量子化與最低作用。能量不會無意義地消散，只會集中成爆炸力或呈直線傳遞，（參考前面所述），同樣電子也不會旋進原子核中等。

(4) 再常性（*Renormalizability*）。生命存在，只因為量子波動，再加上波動的波動等，但不會有無限的波動。我們也不可以藉「虛擬」的點粒子（*point-particles*）在互相幾乎是零距離的情況下成形，來得出無限。最近才有人提出如何避免以上這種無窮（其中大部分可互相抵消。宇宙沒有無限地分割下去，反而會在  $10E-33\text{cm}$  的速度下變成一片「泡沫」。又或者點粒子被超弦（“*superstrings*”）取代。）

(5) 仍叫人感到困惑的是，有一個「時間之箭」（“*Arrow of Time*”），就是熵值增加的方向。（前面建議過的宇宙起始於低引力熵值，這只提供部分解釋；為什麼熵值這麼低呢？為什麼它還有增值的空間呢？Penrose 說，我們在這裡「只觸摸到在物理學觀點上勉強可以明白的東西」，看來我們還要接受那些時間不對稱的基本定律<sup>124</sup>）。

(6) Rozental 堅持道：如果粒子不旋轉，則無電磁力和引力，所有強子（*hardrons*）欠缺同位素的旋轉，則不會有複雜而穩定的原子核<sup>125</sup>。不過，在理論的早期，提出粒子旋轉的確是奇怪得會叫人捧腹大笑。

<sup>123</sup> *Commun. in Pure and Applied Math.* 13 No. 1 (1960) p. 227.

<sup>124</sup> Pages 581-638, and esp. 594, of *General Relativity*.

<sup>125</sup> *Uspekhi* paper, p. 302.

(7) 激子守恆 (參考前面) 和一眾奇奇怪怪的守恆定律，都連係著其他讓人驚異而美妙的對稱定律。

### VIII.

我站在在 Newton 的肩膊上，也可以只對此浩瀚的領域有些粗略的認識；在本文很多哲學性命題都未及提出來討論 (諸如或然率理論、間接觀察、為何凡事都有闡明的需要等)。<sup>126</sup> 然而，有兩點可以確定的：

第一，在這如此複雜的學術領域，恐怕再過數百萬年，仍難有確切定論。在大爆炸最早的一瞬間，大量廣闊的微宇宙的存在，都是我們無從親歷的。我會說，同樣道理可以應用在上帝的真實中。

第二，無論如何，已有良好基礎讓我們思考以下問題：在可觀察的宇宙間顯然有為生命條件而設的「精心調整」。雖然，在一定程度上，宇宙論超越我們的經驗範圍，但眾多世界理論的詮釋仍然是清晰有力，有神論的詮釋也是一樣，Newton 早已在他莊嚴而動人的著作中提出過了。

鳴謝：翻譯本文之過程中，譯者得到澳門大學一位研究生的鼎力相助，特此致謝。

基督教線上中文資源中心(OCCR)版權所有©2005

OCCR 鳴謝 Leadership University 及文章原作者允許翻譯並在網上發表本文。

讀者可免費下載本文作個人或小組閱讀及研究，唯必須全文下載，包括本版權聲明，並在引用時聲明出處。引用方法及中文文章版權詳情及來源可參

<http://occr.christiantimes.org.hk/introduction/citationandcopyrights.htm>。

本文網址 [http://occr.christiantimes.org.hk/art\\_0128.htm](http://occr.christiantimes.org.hk/art_0128.htm)

OCCR 網址 <http://occr.christiantimes.org.hk/>

[繁體 PDF 檔下載](#) | [簡體 PDF 檔下載](#) | [觀看簡體 html 檔](#) | [英文原文](#)

---

<sup>126</sup>我在其他關於宇宙論文章，嘗試去修補這方面，請參考 *Philosophy* 53, pp. 71-9; *American Philosophical Quart.* 19 (1982), pp. 141-151, 印刷錯誤的地方修改在 No. 4; pages 53-82 of *Scientific Explanation and Understanding* (Lanham and London: 1983), ed. N. Rescher; *Mind* 92 (1983), pp. 573-9; pages 91-120 of *Evolution and Creation* (Notre Dame: 1985), ed. E. McMullin; pages 111-119 of *Current Issues in Teleology* (Lanham and London: 1986), ed. N. Rescher; pages 87-95 of *PSA 1986: Volume One* (Ann Arbor: 1986), *Proceedings of the Phil. of Science Assoc.* ed. A. Fine and P. Machamer; "Probabilistic Phase Transitions and the Anthropic Principle," 將會刊登在 *Origin and Early History of the Universe* (Liege: 1987), *Proceedings of the 26th Liege International Astrophysical Colloquium*; "The Leibnizian Richness of Our Universe," 將會刊登在 *Science and Metaphysics in the Philosophy of Leibniz* (1987), ed. N. Rescher.