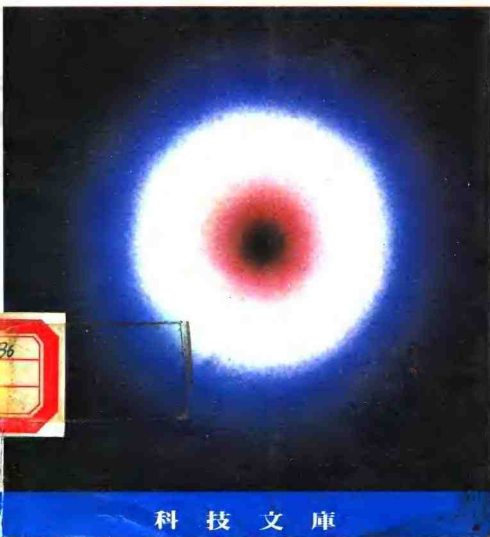


黑洞趣談

「星星的一生」



科技文庫

科技文庫 002

黑 洞 趣 談

754 - 1/64



330240

科技文庫 002

黑 洞 趣 談

主 編：科技文庫編輯小組
編 審：王國銓
發 行 人：林正中
出 版 者：世茂出版社
負 責 人：簡泰雄
地 址：台北市潮州街9巷5號1樓
電 話：(02)3972757 8
郵 撥：0750300-7世茂出版社

＊ 香港總代理 ＊

藝 文 圖 書 公 司 有 成 書 業 有 限 公 司

九龍又一村達之路30號地下後座 灣仔聖佛蘭士街秀華巷22號地下
TEL：3-805807・3-805705 TEL：5-293283・5-299068

承 印 者：台元彩色印刷有限公司

定 價：新台幣100元整

新聞局登記證版台藝字第3208號

1987年12月 5 版

■版權所有・翻印必究■

序 言

在此科學萬能、技術突破之時代，諸先進國家早將高深如愛因斯坦的相對論視為現代人必備的常識。

基於個人的天賦或造化，能發現或發明新的事與物畢竟有限，而代之以發揮群體智慧共同創造美好的生活境界。

為求不斷地突破科技範疇，諸先進國家乃積極地從基層加以培養人才，透過各種傳播媒體推廣科學知識，以期提昇全民的知識水準。

故為廣泛培養優秀人才，普及科學知識，將原本生澀艱深的專業知識予以通俗生活化，藉以提高讀者之興趣而莫立基礎，已是刻不容緩之事。

本社有鑑於此，特嚴於挑選國內外科學通俗名著，委請專家審譯、編輯成一系列「趣談叢書」，將逐冊出版……。

此叢書並不是推介科技原理的書，而是將一般人所瞭解的各門科學，予以通俗趣味化，您儘可把它當一般小說看，您會有意料不到的收穫，最重要的是更能培養您從不同角度去觀察、判斷一件事或物之良好習慣。

由於此「趣談叢書」的出版，而提昇國人對科學的興趣及重視，將是我們所深深期許的。希望讀者在閱讀本書後給予我們寶貴的意見和批評，作為編輯本套書的參考。謝謝！

目 錄

一、質點和力	1
控制着一切的四種力	2
原子	7
密度	12
重力	16
二、行星	24
地球	24
其他的行星	28
脫離速度	33
行星的密度及其形成	39
三、被壓縮的物質	46
行星的內部	46
抵抗壓力的東西	50
星星	55
縮緊掉的物質	59

四、白色矮星..... 67

紅色巨星和看不見的伴星..... 67

超高密度..... 72

愛因斯坦的紅位偏移..... 77

白色矮星的形成..... 81

五、會爆炸的物質..... 88

大爆炸..... 88

星星的主系列..... 94

行星狀星雲..... 100

新星..... 105

超新星..... 112

六、中子星..... 121

假若超過白色矮星？..... 121

光以外還有..... 125

鼓動天體..... 129

中子星的性質..... 135

潮汐效果..... 141

七、黑洞..... 150

最後的勝利者.....	150
檢出黑洞.....	156
迷你黑洞.....	166
利用黑洞.....	171

八、終結和創生..... 175

究竟終結是？.....	175
蟲洞和白洞.....	180
恒星狀天體.....	186
火球宇宙.....	192

一 質點和力

一進入一九六〇年，宇宙就呈現出新的面貌。隨着我們對宇宙的知識增加，宇宙變得更富於刺激、神秘、強大而極端。那些刺激、神秘、強烈而極端的宇宙中的現象，現在已以單純、明快、寂靜、平穩的名字「黑洞」，成爲人人皆知的一個謎。

「洞」表示裏面空無一物。加上黑就更加什麼也看不見。大家爲什麼要爲這種看不見的東西大驚小怪呢？

不，假若黑洞是物質所能採取的最極端狀態的話，假若它表示着宇宙也有終究的話，假若它能告訴我們宇宙誕生的可能性的話，還有，假若黑洞暗示着它本身就是超越我們現在認爲絕對的新物理定律及方法的話，誰能夠不覺得興奮，不想盡辦法去知道它呢？

若想了解黑洞，我們需要從出發點一步一步走向目的才行，開始時會有一點覺得乏味枯燥，但是這是要跟大宇宙浪漫而神秘的演變過程相接觸的。耐心地看下去，當您看完這本書，把書放下的時候，會有一種說不出的感慨，心胸會開闊起來。

控制著一切的四種力

宇宙中有好幾種粒子，粒子和粒子產生作用（反應）時只有四種方法；「相互作用」就是我們日常所說的「力」。四種方法，四種力有各自不同的特性。從來沒有科學家發現過第五種力，也沒有科學家主張過有第五種力存在必要。

表一是以力的大小順序列出那四種力的。

表一 四種力的相對強度	
力的種類	相對強度
強的核力	10^3
電磁力	1
弱的核力	10^{-12}
重力	10^{-39}

宇宙中所有的粒子至少都是其中一種力的原因，同時也產生作用及被作用。粒子成為力的作用的中心點，而力的強度與距離成反比。有力作用着的空間叫做「力場」。

成為某種力場的中心的粒子會跟其他粒子所造成的力場反應，這種反應就是運動的一種；假若沒有任何物理條件妨害運動的話，在引力的場合，兩個物體會相互接近，在斥力的場合會相互遠離。

若有造成重力場的物體在地球的重力場範圍內的話

那個物體會向着地球的中心運動，一方面地球也會向着那個物體移動過去；不過，如果地球比那個物體大得不成比例的話，地球的運動則會小得幾乎等於零，無法測得出來。

四種力之中強的核力和弱的核力兩種只能在 10^{-13} 公分那麼小的範圍內有所作用。原子的中心有一個原子核，而原子核剛好只有 10^{-13} 那麼大。就是說，那兩種力所及的範圍只在原子核裏面。由此，所謂的核力就是指那兩種力，以力的大小分為「強的核力」和「弱的核力」的。

在這本書，我們不會談到弱的核力，所以書中所說的核力都是指「強的核力」。

造出核力或與核力反應的粒子不多，統括叫做「強粒子，Hadron」。Hadron 是希臘語的「強」，因為核力是四種力中最強的。「質子，Proton」和「中子，Neutron」這兩種是最重要，最普遍的構成原子核的強粒子。質子是在一九一四年，由英國的物理學家，Ernest Rutherford (1871~1937) 發現的。Proton 是希臘語的「第一」。它被發現時是帶着正電荷粒子中最小的。

中子是在一九三二年，由英國的物理學家，Sir James Chadwick (1891~1974) 發現的。中子不帶任何電荷，電氣是中性的，所以叫做中子。

Rutherford 早在一九一一年就發現原子的重量集中在其中心非常小的部份。一旦發現了質子，科學家們很快就知道它是在原子核裏面的一個比較重的粒子。原子的種類不同時，裏面的質子數量也不一樣。氫原子的原子核只

有一個質子，氦有兩個，鋰有三個，而鈾就有九十二個。

究竟能把那些質子壓在一起，使它們互相靠緊的是什麼力？

到了一九三五年，我們只知道有兩種力，電磁力和重力。重力太弱，不可能把質子吸引在一起。電磁力看起來強，可是它有引力和斥力（反撥力）的兩種相反作用。在電荷相反（正電和負電）的兩個粒子之間，電磁力是引力，會把兩個粒子吸住在一起。可是假兩個粒子的電荷是同性質時（正和正或負和負時），電磁力就成為反撥力，會把兩個粒子撥開。質子的電荷都是正電，所以會相反撥。兩個質子越靠近，反撥力會越強。在原子核裏面，質子都靠得緊緊，所以反撥力非常強。雖然這樣，仍然是由許多質子所構成的。

原子核裏面除了質子之外還有中子。中子是中性的，沒有帶電，所以雖然有中子也不能解決問題。中子不能造出電磁力，也不跟電磁力有所反應。它不能幫助質子的結合，也不會使其分裂。

到了一九三五年，日本的物理學家，湯川秀樹（1907～）才成功地導出能說明核力的理論。他的理論顯示質子和中子非常靠近時會產生比電磁力強一千倍的引力。因為把質子吸引在一起的核力有那麼強，電磁反撥力無法把靠在一起的質子拉開。

核力只在質子和中子以一定的比率在一起的時候才有作用而使原子核安定。原子核裏面的質子或中子在四十

個以下，而且雙方的數量相同時，原子最安定。超過四十個時，中子會比質子多起來。例如鉛，原子核裏面有八十三個質子，而中子却有一二六個之多。原子核裏的質子和中子的數量相差過大的時候，原子核會失去其安定性，無法維持現狀。這個時候，弱的核力就開始有作用。放出貝他射線（B, Beta Ray），使質子和中子的比率安定。（Beta，B是希臘字母的第二個字）。原子核分裂還有其他方法，都叫做放射性核分裂。

核力雖然很強，也有限度。距離稍微遠一點，核力就會急激衰減，所以在原子核外面就不發生作用。就是說，作用所及的範圍不超過原子核的大小那麼窄。

一方面，電磁力的衰減非常緩慢。原子核那麼小，電磁力促使質子分離的反撥力在原子核的兩端剛好跟衰減得很快的核力平衡。因此，只靠核力不能造出比原子核大的東西，原子核才會老是那麼小（但是後面會談到的特殊場合是例外）。

我們來看看電磁力吧，電磁力只由帶着電荷的粒子造成而只有帶着電荷的粒子才會與其反應。電荷有正電荷和負電荷兩種。在正電荷和負電荷之間作用的力是引力，在正電荷和正電荷，負電荷和負電荷之間作用的力是反撥力（斥力）。

質子帶着正電荷，跟電磁力和核力都會反應，同時也是那種力產生的原因。

強粒子之外還有一種叫做「輕粒子，Lepton」的粒

子群。Lepton 是希臘語的「弱」。這些輕粒子只能造成弱的核力，並跟弱的核力反應。它們之中也有些帶着電荷，同時也是產生電磁力的原因，與電磁力反應。

最重要的輕粒子，以普通的物質來說是「電子，Electron」。電子帶着負的電荷（由於弱的核力的作用，從不安定的原子核飛出來的貝他射線就是高速運動的電子）。電子是英國的物理學家，Sir Joseph John Thomson(1850~1940)在一八九八年發現的。電子是當時所知道的最小電荷單位（到目前為止，尚未發現比電子還小的電荷單位）。

我們把前面所談過的整理一下吧。

表二 質點和力			
	質子	中子	電子
核力	○	○	×
電磁力	○	×	○

※ 另外還有很像電子，可是電荷相反帶着正電荷的粒子，叫做反電子或正電電子。同樣，帶着負電荷的質子叫做反質子。有相反性質的中子叫做反中子。這種性質相反的粒子統括叫做反粒子。我們周圍的物質都是由普通的粒子構成的。當然反粒子也可以構成物質。但是若普通粒子和反粒子相撞，雙方都會消滅掉。在廣大無比的宇宙中某些地方，很可能有反粒子的

世界。只是我們沒有發現它。不過如果是很小的，科學家們可以在實驗室的造出來。

原子

電子和核力不發生任何關係，所以不會構成原子核。但是有電磁力的作用，所以會被質子吸住停留在原子核周圍。質子和電子的正負電荷剛好都是一個單位，所以原子核裏面只有一個質子時，周圍的電子也只有一個。有兩個質子時，電子也兩個，不管質子有多少個，原子核周圍的電子必定與質子同數。

原子就是由內側的核和核周圍的電子構成的。原子，Atom 是希臘語「不能分割」的意思。因為希臘古代的人開始思考構成物質的最小單位時，認為所有的物質都由不能再分割下去的最小單位所構成的。

質子和電子的電荷相等的結果，整個原子就變成電氣中性，不帶任何電荷。

質子和電子的電荷雖然相等，質量都相差很大。質子的質量有電子的一八三六·一五倍。若以原子核裏面有二十個質子，二十個中子，周圍有二十個電子的原子來說，原子總質量的九九·九七%都集中在原子核。

※ 我們說物體有質量的時候，指的是下面的情況一

就是說物體靜止不動時，若要移動它需要加上些力；或者物體在運動時，若要變其方向或速度時也要加上些力。在這種場合，我們就說物體有質量。在地球上，質量大等於重，質量越大重量也越重。可是質量和重量並不一樣。我們說質子比電子重，雖然不會產生誤會或錯誤，但若嚴格地說，應該要說質子的質量比電子大才對。

原子的質量大部份都集中在原子核，可是原子核本身非常小（這一點可以說是本書的重點，非常重要）。原子核的直徑只有大約 10^{-13} 公分，而原子却有大約 10^{-8} 公分。就是說原子的直徑有原子核的十萬倍大。原子的直徑可以排上十萬個原子核。假定原子的裏面是空無一物的空間的話，可以容納 10^{15} 個原子核。

我們來看兩個原子之間會有什麼關係發生吧。兩個原子都不帶電荷，所以互相不會影響，不會有電磁力的作用，這樣說並沒有什麼不對的地方。如果電子的電荷在原子核周圍遍佈成完整的球形，同時跟原子核的正電荷也很平均地混合在一起的話，當然電磁力在兩個原子之間起不了什麼作用。

可是事實並不是這樣。電子的負電荷都在原子的外側，而原子核的正電荷都在原子的裏面。當兩個原子非常靠近時，外側的負電荷領域會互相反撥（雙方都是負電荷）而兩個原子都會反彈回去。

如氮的瓦斯體（假定裝在容器裏），氮的單原子會不斷地互相撞來撞去，不會結合。常溫下的氮原子的運動速度非常快，所以相撞的力量相當大。溫度若降低，運動速度會慢下來，相撞的力也會變小，氣體的氮原子會慢慢互相接近，氣體的體積會縮小；相反地溫度上升時，原子的運動速度會變快，反彈力也會變強，氮瓦斯的體積會膨脹。

原子的運動速度好像沒有上限，幾乎可以無限快，可是低速是有限。溫度降到某些程度時，原子的運動能量會完全消失掉而原子就靜止下來不再運動。那個程度的極端低溫叫做「絕對零度」，就是零下二七三·一五度C。

氮原子的負電荷分佈非常接近球體，但並不是完整的球體。負電荷並沒有分佈得很平均，有些地方落得幾乎沒有。所以裏面的正電荷會從那些地方稍微漏出來。因此互相靠近的兩個原子會稍微互相吸引。這種非常弱的吸引力是德國的物理學家，Vander Waals(1837~1923)頭一個開始研究，所以叫做Vander Waals 力。隨着溫度的下降，氮原子的運動速度會慢下來。最後，原子和原子互相反撥的力量會變得比那麼弱的Nander Waals 力還弱。到了這種程度時，原子和原子會開始靠在一起，而氣體氮就變成液體氮。

氮原子的對稱性（電荷的分佈狀況）非常好，所以Vander Waals 力也非常弱。溫度降到絕對溫度四·三度（零下二六九·八五度C）時才會變為液體。氮以外的氣體，其原子外圍的電荷公佈的對稱性都不太良好，所以會

受到更大的 Vander Waals 力，而在更高的溫度下成爲液體。

原子和原子也會以更大的力互相吸引。原子外圍的電子若把外殼填滿，就是說，裏面的正電荷沒有漏出來的餘地的話，原子的構造會是最安定的。除了氦原子及很像氦原子的幾種原子以外，大部份的原子的最外側不是電子數不足，就是有多餘。（原子核周圍的電子並不是都在一塊。分爲好幾層，好幾個殼子。最裏面的殼子是兩個電子，第二、第三殼子各八個電子，以下類推。跟氦原子同類的元素有，氖（10），氬（18），氪（36），氙（54），氡（86）。數字是原子號碼，可以看成電子的數量）。

兩個原子相撞時，電子有多餘的原子（如鈉， $2 + 8 = 10 + 1 = 11$ ，多出一個在最外側的殼子）會把多餘的電子讓給電子不足的原子（如氯， $2 + 8 + 8 = 18 - 1 = 17$ ，最外殼有七個電子，不足一個）共有，而雙方都得到安定狀態（鈉和氯的結合成爲氯化鈉，就是鹽）。這個時候，電子不足一個的原子爲了跟別的原子共有一個電子，變成有多餘的負電荷。另一個原子却相反地變成稍微多一點正電荷。兩個原子就這樣結合在一起，不容易分離。

也有些原子相撞時交換電子，雙方的最外殼都成爲電荷的飽和狀態而結合在一起。

不管是授受電子而結合或者是交換電子而結合的，要把結合在一起的原子分開，需要相當的能量。在普通的情況下，一旦結合在一起的兩個以上的原子不會自動分開。