

神秘的黑洞

學校名稱:灣景中葡小學

研究員:黃軒、尹亭煒、劉志剛、薛寶珊、蘇錦富、余淑儀

指導老師:庄三鳳、鄧惠珍、何綺玲、麥嘉銘、蔡麗華

報告完成日期:2007年7日



1. 報告摘要.....	1
2. 研究動機.....	2
3. 研究目的.....	2
4. 研究方法.....	2
5. 研究進程.....	2
6. 研究結果.....	3~7
7. 總結.....	8
8. 我們的感想.....	8
★參考資料.....	9

(報告摘要)

神秘的黑洞

我們在開始討論動研題目期間，英國科學家—霍金訪港，引起全澳市民一遍太空熱潮，而我們也被霍金的理論學說理論吸引住了。

我們為了了解太空更多知識，便以黑洞為研究題目，一起揭開它神秘的面紗。

研究目的:我們想知道以下問題的答案:

1. 何謂黑洞?
2. 黑洞是怎樣形成的?
3. 黑洞的結構可分為哪些部分?
4. 黑洞有多少種分類?
5. 如何尋找黑洞?
6. 黑洞的氣溫是怎樣的?
7. 黑洞的面積公式如何計算?
8. 黑洞是否能把任何東西吸收?



研究方法:通過相關的科學網站、閱看科學的書籍和留意報章撰寫相關的文章，整理資料，得出以下的結果:

1. 黑洞是根據現代的物理理論和天文學理論，所預言的在宇宙空間中存在的一種天體區域。
2. 只有當它對其他物體產生影響，亦即干擾附近星球的軌道或使光線的路徑產生彎曲時才會被間接發現。
3. 黑洞的結構可分為:
奇點:當一個黑洞形成後，所有物質都會向中心塌縮成一個非常細小的質點。
事界:黑洞的表面層。
史瓦西半徑:這表面層和中心奇點的距離。
4. 目前理論上預測，可能有以下四種型式黑洞存在:
 - 4.1. 史瓦茲黑洞
 - 4.2. Reisser-Nordstrom 黑洞

4.3. 克爾(kerr)黑洞

4.4 克爾-紐曼(kerr-Newman)

5. 通常, 黑洞會被吸積盤所環繞, 兩極更有噴流。當物質流入黑洞, 會發出強烈的 X 射線。

找尋這些 X 射線源亦是尋找黑洞(或中子星)的重要方法。

6. 黑洞的溫度和它的質量是成反比的, 即是"質量越大, 溫度越低"!

7. 黑洞的面積可由下列公式求得:

$$r = 2GM/c^2$$

r 是史瓦西半徑

G 是引力常數, 即 6.67×10^{-11} 米³/秒²公斤

M 是欲求其半徑的黑洞質量

c 是光速, 即 3.00×10^8 米/秒

8. 一切物體(包括光)在進入黑洞後也永不能逃離, 很像一個深不見底的洞, 掉進去後便永遠爬不出來。

完成了這項研究後, 研究員不單能解答了之前的疑問, 還在過程中學到一些與黑洞相關的知識。

一 研究動機：

我們在書和電視都看過關於黑洞的訊息，但是對黑洞還是不太認識，我們想藉着這次機會來深入認識它。

二 研究目的：

我們想知道以下問題的答案：

1. 何謂黑洞？
2. 黑洞是怎樣形成的？
3. 黑洞的結構可分為哪些部分？
4. 黑洞有多少種分類？
5. 如何尋找黑洞？
6. 黑洞的氣溫是怎樣的？
7. 黑洞的面積公式如何計算？
8. 黑洞是否能把任何東西吸收？

三 研究方法：

1. 蒐集及整理關於黑洞的資料。

四 研究進程：

1. 2007 年 1 月擬定研究報告題目、方法及進程；
2. 2007 年 2 月蒐集資料；
3. 2007 年 3 月整理分析資料；
4. 2007 年 4 月擬寫報告初稿；
5. 2007 年 5, 6 月修改報告初稿；
6. 2007 年 7 月編印正式報告。

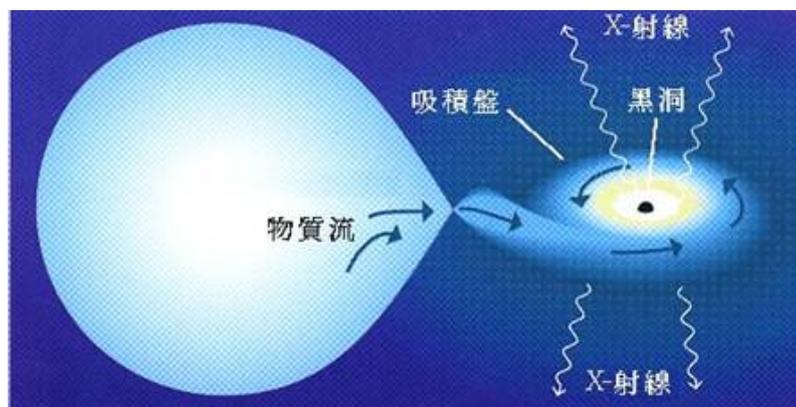
五 研究內容

黑洞是甚麼



黑洞是根據現代的物理理論和天文學理論，所預言的在宇宙空間中存在的一種天體區域。黑洞是由一個質量及密度超大的天體，在核能耗盡死亡後發生引力塌縮後形成。根據牛頓萬有引力定理，由於黑洞的第一宇宙速度過大連光也逃逸不出來，故名黑洞。而「黑洞」名稱，是由一九六九年美國科學家約翰.惠勒首先命名的。

我們知道，地球上的物體若獲得很大的初始速度，便可脫離地球的引力而飛到太空，如果初始速度足夠，還可以脫離太陽的引力而逃出太陽系，而人類用火箭發射衛星或太空船便是利用了此原理。物體逃離地球的最小初始速度是由地球的質量和半徑決定的，如果地球被壓縮成一個很小的球，當其半徑小於某一臨界值時，對周圍物體的引力便會變得非常之大，即使光這種在宇宙中傳播速度最快的波動也會被地球吸住而不得逃走，這時地球便變成了一個黑洞，按照恆星演化理論，黑洞是恆星演化的最後階段，即是「死亡」了的恆星。



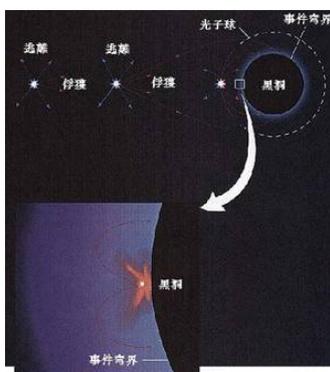


黑洞的形成

當一顆質量相當大的星體的核能耗盡(超新星爆發)後，殘骸質量比太陽質量高3倍的恆星核心會演化成黑洞(若中子星有伴星)，當中子星吸收足夠伴星的物質，也能演化成黑洞。在黑洞內，沒有任何向外力能維持與重力平衡，核心會一直塌縮下去，形成黑洞。當物質掉進了事界(黑洞的表面層)，縱使以光速，也不能再走出來。愛因斯坦以幾何角度把黑洞解釋為空間扭曲的洞，物質隨空間而行，如果空間本身就是洞，是沒有物質可逃出的。

黑洞的結構

如果把太陽壓縮，直到能放入一個半徑為3公里的球體內(其密度大於 10^{16} g/cm^3)時，這個3公里的球面稱為事件界面(event horizon)，



有的翻譯成「視界」；如果在這界面上發射一束光，它只會掉入事件界面之內，而無法逃離事件界面。對所有物質也是一樣，此一界面是一個單向膜，只准進不准出。因此，在此事件界面之內的區域，我們稱為黑洞。而對於一個質量為M的黑洞，其事件界面(也就是黑洞半徑)為 $2GM/c^2$ ，又稱史瓦

茲半徑(Schwarzschild radius)。黑洞中心有一奇點(singularity)，在這一點上的潮汐的力是無窮大，任何物質都將被扯碎掉，無法維持任何形體。

註解

奇點：當一個黑洞形成後，所有物質都會向中心塌縮成一個非常細小的質點。

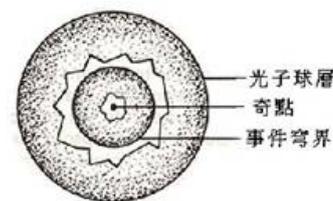
事界：黑洞的表面層。

史瓦西半徑：這表面層和中心奇點的距離。

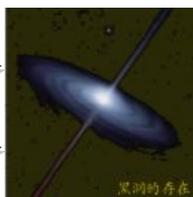
黑洞的分類

目前理論上預測，可能有以下四種型的黑洞存在：

1. 史瓦茲黑洞 是一種不帶電又不自轉的黑洞。
2. Reisser-Nordstrom黑洞 是一種帶電但不自轉的黑洞。
3. 克爾(Kerr)黑洞 是一種自轉但不帶電的黑洞。
4. 克爾-紐曼(Kerr-Newman)黑洞 是一種帶電又自轉的黑洞。



黑洞的存在



於一九九零年四月七日，哈勃太空望遠鏡的啟用，為人類探索太空揭開了新的一頁，雖然在製造時出了錯誤，使影像大打折扣，可是仍對天文學有莫大的貢獻。近來人類對一直只是存在於理論範疇內的黑洞，已透過哈勃太空望遠鏡，有了進一步的證據。

在愛因斯坦的廣義相對論中，推演出有黑洞的存在。當它對其他物體產生影響，亦即干擾附近星球的軌道或使光線的路徑產生彎曲時才會被間接發現。我們無法直接看到黑洞，但可以觀測到它對其他事物的影響。當物體被吸入時，會加速，並且變得越來越熱，直到進入黑洞並消失為止。就在物體被吸入之前的瞬間，會因為高熱而放出紫外線和X光，這些最後的「邊緣訊息」原本是我們從黑洞獲得的唯一訊號。



黑洞的氣溫

據著名的天文物理學家霍金說，他發現理論上黑洞亦會如普通黑體一樣發出輻射！原來黑洞也有溫度，黑洞的溫度和它的質量是成反比的，那麼即是"質量越大，溫度越低"！事實上，最大的黑洞就是溫度最低的黑洞，它們的所謂霍金溫度只有絕對溫度數十億分之一度，最熱的黑洞也是最小的黑洞，質量小於一百萬兆克，它們的溫度從百萬度可以升高到蒸發時的數百萬兆度，由於黑洞的溫度高達攝氏 2 兆度足以分解所有物質的結構。

黑洞的面積

這種簡單黑洞的半徑(即史瓦西半徑)，由德國天文學家和物理學家史瓦西(Schwarzschild, Karl)(1873-1916)發現當死亡恆星核心的質量超過約 2-3 太陽質量，星核在重力下不斷收縮；即使中子簡併壓力 (neutron degeneracy pressure) 亦不能對抗重力，超越核子物質的密度，密度接近無限大。不自轉的恆星最後收縮成為史瓦西奇點 (Schwarzschild singularity)。

黑洞的面積可由下式求得：

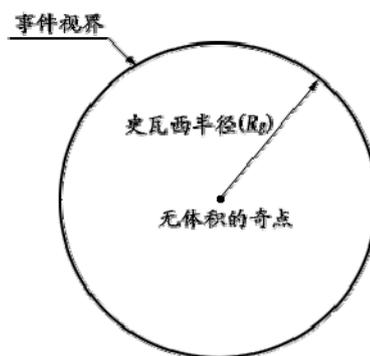
$$r = 2GM/c^2$$

r 是史瓦西半徑

G 是引力常數，即 6.67×10^{-11} 米³/秒²公斤

M 是欲求其半徑的黑洞質量

c 是光速，即 3.00×10^8 米/秒



直到目前為止黑洞的真正面積難以計算，有待日後科研探究。

黑洞是否能把任何東西吸收

黑洞的重力是無限大，因此黑洞的逃逸速度便遠大於光速，即連光也不能逃脫黑洞而被吞食。根據相對論，光速是速度的極限，但光也不能逃離黑洞，即一切掉進黑洞的物質也不能逃脫，物質的存在會扭曲時空，而黑洞是密度無限大的物體，所以對時空的扭曲也是空前的，結果形成一個宇宙的深淵，一切物體(包括光)在進入黑洞後也永不能逃離，很像一個深不見底的洞，掉進去後便永遠爬不出來。



例如:假若有人跌進了黑洞，會發生甚麼事呢？

首先，如你在遠處看著這個不幸的太空人，你會發覺開始時就如一切向下跌的物體一樣，他跌進黑洞的速度會越來越快，當他接近黑洞，奇怪的事開始發生，你會發覺他開始減速，越接近事件穹界，他的速度便越慢，一切變得像慢動作影片，最後更彷彿似停留不動，永遠不能到達事件穹界！

但對這個不幸的太空人來說，情況便完全不同。當他越來越接近黑洞，黑洞看來會越來越大，更開始包圍著他，只剩太空船的尾窗仍可看到外面的宇宙。由於黑洞的潮汐力差距極大，因此黑洞作用於太空人頭部和腳部的力也有著天淵之別。故太空人的身體便會被拉長，像意大利粉一樣。之後在極短的時間內，他將會被撕裂，並撞上奇點毀滅。



總結

通過這次動研中，我們知道了黑洞是甚麼，認識黑洞的所在地，通過很多理論學說中，知道當它對其他物體產生影響，亦即干擾附近星球的軌道或使光線的路徑產生彎曲時才會被間接發現它的存在，也認識它的溫度和質量是成反比的，還知道計算黑洞面積的公式，雖然我們不理解計算的方法，但也提高了我們研究黑洞的興趣。原來它都會有消失的一日，使我們認識宇宙中資源是非常豐富，例如：伽瑪射線有助我們的醫療科技和工業上的應用，從動研中加深我們對太空知識科技的求知慾。



感想

我們是第一次參加小學生動手做研究的，非常榮幸，但也感到緊張和興奮。從這次研究知道了很多關於黑洞的知識。其中有：黑洞是甚麼、它的所在地、氣溫和面積等等。但在研究進行過程中，也遇到了不少的困難和爭吵，令老師常常要為我們操心，我們最終也解決了。通過這次研究，加深我們的默契和合作性。但是，黑洞仍是一個謎，我們會努力從科學角度繼續研究下去。



資料來源

21 世紀兒童百科全書	廣東教育出版社
暑期天文基礎班講義	澳門業餘天文會出版社
宇宙太空	柏雅出版社
奧妙宇宙學	人類智庫出版社
中國少年兒童百科全書	北京出版社

<http://www.c-science.com/txt/tc/un/os/20010118unos.htm>(黑洞存在的新證據)

<http://scc.bookzone.com.tw/sccd/news.asp?ser=131>(中型黑洞)

http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/FAQ/universe/c_faq_universe_15.htm (香港太空館-星星問-問恆星與宇宙)

<http://www.c-science.com/txt/tc/un/os/991214unos.htm>(伽瑪射線爆發)

<http://baike.baidu.com/view/354981.html>(原初黑洞)

<http://www.tam.gov.tw/news/2005/200503/05032202.htm>(黑洞中也可存在理想液體)

http://www.nsc.gov.tw/_newfiles/popular_science.asp?add_year=2005&popsc_aid=128 「科學發展」