

ĐỀ TÀI: ĐÁM SAO CẦU VÀ GIẢN ĐỒ H-R

Nhóm 9:

Nguyễn Trường Thịnh

Bùi Hoài Thu

Nguyễn Thị Kim Trang

Đào Ngọc Thúy

Vũ Thị Thanh Xuân

Dương Minh Ngọc

Phạm Huỳnh Anh Thư

[illegible]

MỤC LỤC

I. Khái niệm:	4
II. Lịch sử quan sát	5
III. Thành phần	8
IV. Hàm lượng kim loại	10
V. Các thành phần khác	11
VI. Hình thái học	14
VII. Bán kính	15
VIII. Sự phân biệt khối lượng và độ sáng	16
IX. Mô phỏng N vật thể	18
X. Hình thái trung gian	20
XI. Giải đồ H – R	20
KHÁI NIỆM ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA SAO	23
1. Cấp sao nhìn thấy (Apparent Magnitude)	23
2. Cấp sao tuyệt đối (Absolute Magnitude)	25
3. Độ trung (Luminosity)	26
4. Vĩ độ	28
5. Kinh độ	28
6. Xích kinh	28
7. Xích vĩ	29
PHỤ LỤC	31
TÀI LIỆU THAM KHẢO	42

I. Khái niệm:

Đám sao cầu (quầng tinh cầu) là các sao già tích tụ thành những đám sao dày đặc, các đám sao này phân bố theo một quầng xung quanh đĩa Thiên Hà. Những cụm sao kết hợp thành hình cầu. Đám sao cầu liên kết chặt chẽ bởi lực hấp dẫn, mật độ sao về hướng trung tâm của cụm sao. Tên của cụm sao này bắt nguồn từ một quả cầu globulus Latin - nhỏ. Một đám sao cầu đôi khi được gọi đơn giản hơn như là một hình cầu.

Các đám sao cầu, được tìm thấy trong các quầng của một thiên hà, chứa đáng kể các ngôi sao. Quầng Thiên hà có chứa những loại vật chất đã được phát hiện bằng ánh sáng nhìn thấy, hồng ngoại và vô tuyến hay các vùng khác của phổ điện từ, có thể có khối lượng vật chất “không nhìn thấy” ít nhất có khối lượng gấp 5 lần khối lượng phát xạ mà các nhà thiên văn đã phát hiện được trong toàn bộ Thiên hà. Các đám sao cầu là khá phổ biến; có khoảng 150 đến 158 đám sao cầu trong dải Ngân hà, có lẽ hơn 10 - 20 cụm sao cầu vẫn chưa được khám phá. Thiên hà lớn có thể chứa nhiều đám sao cầu. Ví dụ: Thiên hà Andromeda có thể có 500 đám sao. Một số Thiên hà hình elip khổng lồ, chẳng hạn như M87, có thể có 10.000 đám sao cầu. Những cụm Thiên hà hình cầu có bán kính quỹ đạo lớn khoảng 40 kiloparsecs (khoảng 131.000 năm ánh sáng) hoặc nhiều hơn.

Mọi dải Ngân hà có khối lượng lớn ở trong nhóm có sự kết hợp tạo thành đám sao cầu. Hầu hết mọi dải Ngân hà lớn đều tìm thấy được các đám sao cầu. Sao lùn của cung Nhân mã và sao lùn của chòm Chó lớn xuất hiện trong Ngân hà là một quá trình liên kết tạo thành đám sao cầu như Palomar 12. Điều đó rõ ràng có nhiều đám sao cầu của dải Ngân hà đã được tìm thấy như vậy trong quá khứ.

Mặc dù, đám sao cầu xuất hiện chứa đựng ngôi sao đầu tiên được hình thành dải Ngân hà, nguồn gốc của nó và vai trò của nó chưa rõ ràng. Đám sao cầu không xuất hiện rõ ràng là sự khác biệt đáng kể với sao lùn elip và được hình thành cùng với Thiên hà. Tuy nhiên, dự đoán gần đây của các nhà khoa học về đám sao cầu và sao lùn hình cầu không có sự khác biệt.

II. Lịch sử quan sát

Các đám sao cầu được phát hiện đầu tiên năm 1665 là M22 do Ihle Abraham, một nhà thiên văn học nghiệp dư người Đức.

✚ *Một số thông tin về đám sao cầu M22:*

Được tìm thấy ngày 26 tháng 8 năm 1665.

❖ Xích kinh:	18h 35m 45.7
❖ Xích vĩ:	-32 ⁰ 59' 25''
❖ Kinh độ:	9.89
❖ Vĩ độ:	-7.55
❖ K/c đến Mặt Trời:	3.2 Kpc
❖ K/c đến tâm thiên hà:	4.9 Kpc
❖ Cấp sao nhìn thấy:	-8.50
❖ Cấp sao tuyệt đối:	14.15
❖ Độ trung:	14.62



Tuy nhiên, vì độ mở của kính thiên văn nhỏ, các ngôi sao riêng lẻ trong một cụm hình cầu đã không được giải quyết cho đến khi Charles Messier quan sát M4 đầu tiên tám cụm hình cầu được phát hiện và hiển thị trong bảng. Sau đó, Abbé Lacaille lập danh sách NGC 104, NGC 4.833, M55, M69, và NGC 6.397 trong danh mục 1751-1752 của ông. Độc lập với danh sách của Charles Messier, John Dreyer đã lập danh mục mới NGC. William Herschel đã bắt đầu một chương trình khảo sát trong năm 1782 bằng cách sử dụng kính viễn vọng lớn hơn và đã có thể giải quyết các ngôi sao trong tất cả 33 đám sao cầu được biết đến. Ngoài ra ông bổ sung 37 đám trong danh mục của Herschel năm 1789. Ông là người thứ hai lập danh sách đám sao cầu, ông trở thành người đầu tiên sử dụng tên đám sao cầu như mô tả của nó. Số lượng các đám sao cầu phát hiện tiếp tục tăng, đạt 83 đám vào năm 1915, 93 đám vào năm 1930 và 97 đám vào năm 1947. Tổng cộng có khoảng 150 đến 158 đám sao cầu hiện nay đã được phát hiện trong Thiên hà chúng ta.

Những đám sao cầu chưa được khám phá được cho là ẩn đằng sau các khí và bụi của dải Thiên hà. Bắt đầu từ năm 1914, Shapley bắt đầu phân loại đám sao cầu được đăng trên 40 tập chí. Ông khảo sát các sao biến quang và sử dụng mối quan hệ giữa chu kỳ và độ trung (công suất bức xạ) để xác định khoảng cách.

Thị sai của sao biến quang Cepheid được xác định theo công thức:

$$\lg \pi = -1 - 0,2(m - M)$$

Với m là cấp sao nhìn thấy. M là cấp sao tuyệt đối.

Dựa vào phương pháp này người ta xác định được khoảng cách tới các đám sao và các Thiên hà tương đối gần, khoảng cách các Thiên hà ở xa hơn có thể suy ra bằng cách so sánh độ sáng biểu kiến của chúng với độ sáng biểu kiến của các Thiên hà ở gần. Vì kích thước Thiên hà tương đối bé so với khoảng cách tới chúng, nên thị sai của sao biến quang nằm trong Thiên hà cũng là thị sai của Thiên hà cho ta biết khoảng cách tới Thiên hà ấy.

Đồng thời sử dụng định luật Hubble để biết được khoảng cách tới các thiên hà xa nhất để đánh giá kích thước và tuổi của vũ trụ. Từ năm 1912 người ta đã phát hiện ra rằng, khi quan sát các tinh vân có hình xoắn ốc, các vạch quang phổ có sự dịch chuyển về phía đỏ. Theo hiệu ứng Doppler, khi nguồn sáng đi ra xa thì các vạch quang phổ dịch chuyển về phía bước sóng ngắn (phía xanh – tím).

Dựa vào hiệu ứng này người ta xác định được vận tốc tia của các thiên thể. Sau khi đo khoảng cách và vận tốc của hàng chục Thiên hà, Hubble nhận thấy có mối liên hệ giữa khoảng cách tới các Thiên hà và vận tốc của chúng. Nếu Thiên hà bức xạ vạch quang phổ có bước sóng λ_0 mà ta thu được bước sóng lớn hơn là λ . Theo hiệu ứng Doppler ta có:

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

trong đó v là vận tốc của nguồn.

$$\text{Vậy: } \mathbf{v} = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \mathbf{c.Z}$$

Sử dụng hệ thức chu kỳ – độ trung của sao biến quang trong Thiên hà để xác định khoảng cách. Năm 1929, Hubble đã công bố hệ thức mà ngày nay gọi là định luật Hubble.

$$\mathbf{V = H.d}$$

Với d là khoảng cách từ Thiên hà được khảo sát đến chúng ta.

H gọi là hằng số Hubble với $H = 65 \frac{km}{sMpc} = 20.10^{-3} m/s$ năm ánh sáng.

Đám sao cầu trong dải Ngân hà đa số được tìm thấy trong vùng lân cận của tâm Thiên hà và phần lớn nằm bên cạnh của lõi Thiên hà.

Năm 1918, tính không đối xứng được Harlow Shapley xác định kích thước của dải Thiên hà. Bằng giả thuyết phân bố hỗn độn của đám sao cầu quanh trung tâm Thiên hà, ông đã sử dụng vị trí của đám sao để ước đoán vị trí của Mặt trời đến trung tâm Thiên hà (vùng trung tâm Thiên hà gọi là vùng lõi của Thiên hà có bán kính khoảng 1 kiloparsec). Trong khi khoảng cách ước đoán có lỗi đáng kể, nó chứng minh được kích thước của Thiên hà lớn hơn rất nhiều trước đây. Lỗi của ông thực tế là do bụi trong Ngân Hà, Thiên hà giảm lượng ánh sáng từ đám sao cầu đến Trái đất, do đó làm cho nó xuất hiện ở xa hơn. Dự đoán của Shapley, tuy nhiên độ lớn đó hiện giờ vẫn chấp nhận được. Phép đo của Shapley cũng chỉ ra rằng Mặt Trời là tương đối xa trung tâm của Thiên hà, trái với những gì trước đây đã được suy ra từ sự phân bố rõ ràng gần như ngay cả các ngôi sao thông thường. Trong thực tế, các ngôi sao thông thường nằm trong đĩa của Thiên hà và vì thế thường che khuất bởi khí và bụi, trong khi các đám sao cầu nằm ngoài đĩa và có thể được nhìn thấy ở khoảng cách xa hơn nữa. Rồi sau đó có sự tham gia nghiên cứu của Henrietta và Helen Battles Sawyer. Trong năm 1927 – 1929, Shapley và Helen Sawyer bắt đầu làm danh sách đám sao tùy theo mức độ tập trung của hệ thống hướng vào tâm.

III. Thành phần

Đám sao cầu bao gồm hàng trăm ngàn kim loại yếu và sao già. Các loại sao được tìm thấy trong đám sao cầu giống như chỗ phồng của Thiên hà xoáy nhưng được giới hạn bởi khoảng vài bậc ba parsecs. Trải qua thời gian rất lâu tất cả các khí và bụi biến thành sao.

Các đám sao cầu có thể chứa mật độ cao các ngôi sao, trung bình khoảng 0,4 sao cho mỗi Parsec khối, tăng đến 100 hoặc 1000 ngôi sao cho mỗi Parsec khối trong lõi của đám sao. Tuy nhiên, họ không nghĩ là địa điểm thuận lợi cho việc tồn tại của hệ thống hành tinh bởi vì quỹ đạo của hành tinh luôn động, không đứng yên trong lõi đám sao. Quỹ đạo của một hành tinh có chu kỳ là một đơn vị thiên văn quanh ngôi sao bên trong của đám sao dày đặc như đám sao cầu 47 Tuc chỉ tồn tại trên quỹ đạo 10^8 năm.

Thông tin về đám sao cầu 47 Tuc:

47 Tucanae (NGC 104) là một đám sao cầu nằm trong chòm sao Tucana, khoảng 16.700 năm ánh sáng đi từ Trái Đất, và 120 năm ánh sáng qua. Nó có thể được nhìn thấy bằng mắt thường và xuất hiện có độ lớn bằng trăng tròn. 47 Tucanae được phát hiện bởi Nicolas Louis de Lacaille năm 1751. Đây là đám sao cầu sáng nhất trên bầu trời thứ hai (sau Omega Centauri), và được chú ý vì có một lõi rất tươi sáng và dày đặc.



Có một hệ thống hành tinh quay quanh một ẩn tinh mà thuộc về đám sao cầu, nhưng những hành tinh có khả năng hình thành sau sự kiện đó tạo ra các ẩn tinh.

Đám sao cầu NGC 2808 được hình thành từ 3 thế hệ sao. NGC 2808 là đám sao cầu trong chòm sao Carina. Đám sao cầu này thuộc về dải Ngân hà và là một trong những cụm Thiên hà lớn nhất chứa hơn một triệu ngôi sao. Nó được ước tính là 12,5 tỷ năm

tuổi. Các nhà thiên văn đã nghĩ rằng NGC 2808, điển hình như các đám sao cầu, chứa chỉ có một thể hệ các ngôi sao được hình thành cùng một lúc từ cùng một tài liệu. Trong năm 2007, một nhóm các nhà thiên văn học dẫn đầu bởi Giampaolo Piotto của Đại học Padua tại Italy điều tra bởi kính không gian Hubble. NGC 2808 được thực hiện trong năm 2005 và 2006 với máy quay Hubble cho cuộc điều tra. Thật bất ngờ, họ thấy rằng nhóm này gồm có ba thể hệ các ngôi sao, tất cả đều sinh ra trong vòng 200 triệu năm của sự hình thành của đám sao. Các nhà thiên văn đã lập luận rằng các đám cầu chỉ có một thể hệ các ngôi sao, bởi vì các bức xạ từ các ngôi sao thể hệ đầu tiên sẽ có khí còn sót lại không mất đi trong giai đoạn ngôi sao ở thể hệ đầu tiên. Tuy nhiên, khối lượng lớn của một đám sao cầu như NGC 2808 có thể đủ để trọng lực chống lại sự mất mát của vật chất khí. Do đó, một thể hệ thứ hai và thứ ba của các ngôi sao có thể hình thành. Một giải thích khác cho các thể hệ sao ba của NGC 2808 là nó thực sự có thể là dấu tích của một Thiên hà lùn va chạm với dải Ngân hà.



NGC 2808 được hình thành từ 3 thể hệ sao.

Trong nhiều đám sao cầu, hầu hết các ngôi sao đang ở giai đoạn tương tự trong quá trình tiến hóa của sao. Tuy nhiên, sự hình thành từ sao này đến các sao kia, với vài đám sao có nhiều sao khác biệt. Trong thời gian các sao còn trẻ, những cụm sao Large Magellanic cloud có thể đã gặp các đám mây phân tử khổng lồ gây ra một vòng tròn thứ

hai hình thành nên sao. Không có đám sao cầu nào biểu hiện thông tin của sao đang hoạt động, đó là phù hợp với quan điểm rằng các đám sao cầu thường được các đối tượng lâu đời nhất trong Ngân Hà, và nằm trong số các bộ sưu tập đầu tiên hình thành các ngôi sao. Rất nhiều khu vực hình thành sao được biết là cụm siêu sao, như Westerlund 1 trong Thiên Hà, có thể là tiền thân của các đám sao cầu.

Một vài đám sao cầu, giống Chòm sao Nhân mã trong dải Ngân hà và G1 trong M31, lớn một cách phi thường, gấp vài triệu khối lượng Mặt trời và rất nhiều tinh tú khác. Cả hai có thể được coi là bằng chứng cho thấy các cụm hình cầu rất lớn, trong thực tế các lõi của sao lùn có thể được hấp thụ bởi các Thiên hà lớn hơn.

Một vài đám sao cầu (giống M15) có khối lượng lớn ở gần tâm có thể là nơi che giấu của lỗ đen.

IV. Hàm lượng kim loại

Đám sao cầu có nhiều khí H_2 và He hơn trong Mặt trời. Các nhà thiên văn học gọi các nguyên tố nặng là nguyên tố kim loại (các nguyên tố nặng hơn He tồn tại rất ít trong khí quyển của sao, nên trong thiên văn người ta gộp tất cả những nguyên tố ấy thành tên gọi chung là nguyên tố kim loại) ví dụ: $HC_{11}H$ thuộc họ các phân tử có chuỗi cacbon dài $HC_{2n+1}N$. Những yếu tố này được tạo thành bằng cách tổng hợp hạt nhân của sao và sau đó được phục hồi thành các trung liên sao, khi chúng tiến tới các thế hệ tiếp theo của sao. Do đó tỷ lệ các kim loại có thể là một dấu hiệu của tuổi của một ngôi sao, với những ngôi sao lớn tuổi thường có một kim loại thấp hơn. Thông thường người ta không dùng tổng số hạt nguyên tố có trong khí quyển sao mà hay dùng tỷ số giữa tổng khối lượng của từng loại nguyên tố và khối lượng tổng cộng của khí có mặt trong môi trường xem xét. Theo quy ước đó X, Y, Z được hiểu là đại lượng tương ứng với nguyên tố Hydro, Heli và các nguyên tố kim loại.

Các nhà thiên văn học người Hà Lan Pieter Oosterhoff nhận thấy rằng các đám sao xuất hiện như là hai quần thể các đám sao cầu, và nó được gọi nhóm Asoosterhoff. các nhà khoa học đã quan sát hai đám sao trong rất nhiều thiên hà, đặc biệt là các thiên hà hình elip lớn. Cả hai nhóm sao già gần bằng nhau trong vũ trụ, nhưng khác nhau về kim loại trong nó. Nhiều giả thuyết đã được đề xuất để giải thích những quần thể, bao gồm sự

hợp nhất thiên hà giàu các khí, làm tăng các Thiên hà lùn, và nhiều giai đoạn hình thành sao trong Thiên hà. Trong Thiên hà của chúng ta, các cụm ít kim loại được liên kết với các quầng và các cụm sao có nhiều kim loại.

Trong dải Thiên hà được khám phá ra phần lớn đám sao chứa ít nguyên tố kim loại là được xếp thẳng hàng trên mặt phẳng ở xa của quầng Thiên hà. Kết quả này ủng hộ lập luận cho rằng các đám sao trong Thiên hà đã bị giữ lại từ một vệ tinh Thiên hà, chứ không phải là thành viên lâu đời nhất của hệ thống đám sao cầu trong dải Ngân hà như là đã được suy nghĩ trước đây. Sự khác biệt giữa các loại sao hình cầu sẽ được giải thích bởi một sự chậm trễ thời gian từ khi hai Thiên hà hình thành các hệ thống cụm sao.

V. Các thành phần khác

Các đám sao cầu có mật độ sao rất cao và do đó có sự tương tác và va chạm xảy ra giữa các ngôi sao tương đối thường xuyên. Do sự va chạm, một số lớp kỳ lạ của các ngôi sao, chẳng hạn như độ xanh, một phần nghìn giây ẩn tinh và khối lượng sao đôi thấp, là phổ biến hơn nhiều trong các đám sao cầu. Sự hỗn độn màu xanh được hình thành từ sự hợp nhất của hai ngôi sao, có thể là kết quả của một cuộc gặp gỡ với một hệ thống sao đôi. Kết quả là nhiệt độ ngôi sao cao hơn so với các ngôi sao trong cụm với cùng một độ sáng, và do đó khác với dải chính các ngôi sao được hình thành vào thời kỳ đầu đám sao. Các nhà khoa học đã phát hiện ra lỗ đen trong lõi của M15.



Giữa lõi của M15 có thể tồn tại lỗ đen có khối lượng cỡ trung.

Tuy nhiên, các yêu cầu đặt ra để giải quyết nhiệm vụ này là thách thức lớn và chỉ duy nhất với kính viễn vọng không gian Hubble lần đầu tiên đã khám phá được điều này. Trong các chương trình độc lập, có khoảng 4.000 khối lượng Mặt trời trong lỗ đen của đám sao cầu M15 và khoảng 20.000 khối lượng Mặt trời trong lỗ đen của cụm sao Mayall thuộc chòm Tiên Nữ và 1/4/2008, các nhà thiên văn học thông báo đã tìm thấy chứng cứ về một lỗ đen khối lượng trung bình tại tâm của Omega Centauri. Cả tia X và sóng radio từ tia X phản xạ từ Mayall cho biết khối lượng trung bình của lỗ đen. Đây là những phân quan trọng bởi vì lần đầu tiên phát hiện ra rằng khối lượng trung bình giữa các sao lỗ đen và lỗ đen siêu lớn trong lõi Thiên hà.

Khối lượng trung bình của lỗ đen tỷ lệ thuận với khối lượng của các đám sao, mô hình này cho phép phát hiện ra lỗ đen siêu lớn và các Thiên hà xung quanh. Việc khám phá ra khối trung bình lỗ đen đã phá vỡ những hoài nghi. Các vật chất dày đặc trong đám sao cầu sẽ di chuyển đến tâm của đám sao do sự chênh lệch khối lượng. Đây sẽ là sao lùn trắng và sao neutron trông giống các sao già trong đám sao cầu.

Đám sao Omega Centauri và Lỗ đen trong nó:

Omega Centauri hay NGC 5139 là một đám sao cầu trong chòm sao Bán Nhân Mã, do Edmond Halley khám phá vào năm 1677 và ông gọi nó là một tinh vân. Omega Centauri có trong danh mục của Ptolemy 2000 năm trước với tên gọi là một ngôi sao. Lacaille đưa nó vào danh mục của ông với số hiệu I.5. Nhà thiên văn người Anh John Herschel là người đầu tiên nhận ra nó là một đám sao cầu vào thập niên 1830. Omega Centauri quay quanh Ngân hà và là đám



sao cầu sáng nhất và lớn nhất từng được biết đến trong dải thiên hà của chúng ta. Hầu hết các đám sao cầu đều nằm trong nhóm Thiên hà địa phương, chỉ có Mayall II là nằm trong Thiên hà Andromeda là sáng hơn và lớn hơn. Nó khác là do cụm sao cầu thuộc một Thiên

hà khác, và do vậy nó có thể có nguồn gốc khác. Omega Centauri nằm cách Trái Đất khoảng 15800 năm ánh sáng (hay 4850 parsec), nó chứa khoảng vài triệu ngôi sao loại II. Các ngôi sao ở trung tâm của nó tập trung rất lớn với ước lượng chúng cách nhau trung bình khoảng 0,1 năm ánh sáng. Tuổi của Omega Centauri là khoảng 12 tỷ năm.

Omega Centauri là một trong số ít các đám sao cầu có thể nhìn được bằng mắt thường và xuất hiện bằng độ lớn của Trăng tròn. Mặc dù nó không phải là một ngôi sao, Omega Centauri được đặt một tên gọi trong danh sách Bayer. Sao Kapteyn cách Trái Đất khoảng 13 năm ánh sáng được nghĩ có nguồn gốc từ Omega Centauri.

Hố đen trung tâm

Đăng trên tạp chí "The Astrophysical Journal" ngày 1/4/2008, các nhà thiên văn học thông báo đã tìm thấy chứng cứ về một hố đen khối lượng trung bình tại tâm của Omega Centauri. Các quan sát được thực hiện với kính viễn vọng không gian Hubble và đài quan sát Gemini ở Cerro Pachon của Chile. Camera tiên tiến khảo sát của Hubble cho thấy các ngôi sao đang bị thu hẹp lại khoảng cách tại tâm của Omega Centauri, do mật độ ánh sáng sao tăng dần khi đến gần tâm. Khi đo vận tốc của các ngôi sao quay quanh tâm của cụm sao bằng đài quan sát Gemini, các nhà thiên văn tìm thấy các ngôi sao ở gần tâm đang di chuyển nhanh hơn các ngôi sao ở xa. Những đo đạc này hàm ý rằng có thể có vật chất không nhìn thấy được tại tâm đang tương tác hấp dẫn với các ngôi sao gần nó. Bằng cách so sánh những đo đạc này với các mô hình chuẩn, các nhà thiên văn học xác định được rằng lực hút hấp dẫn là do một vật thể nặng và đậm đặc gây ra. Họ cũng sử dụng các mô hình để tính ra khối lượng của hố đen, xấp xỉ bằng 4.0×10^4 khối lượng Mặt Trời. Tách ra từ một Thiên hà lùn có những ý kiến cho rằng Omega Centauri có thể là nhân của một Thiên hà lùn mà đã bị tách ra và bị hút vào Ngân hà. Thành phần hóa học trong Omega Centauri và chuyển động của nó trong thiên hà cũng phù hợp với tiên đoán này. Giống như Mayall II, Omega Centauri có tỉ lệ kim loại trên Hidro và Heli cùng với tuổi của các ngôi sao khác so với của Ngân Hà do vậy nó không hình thành đồng thời với Ngân Hà (mặc dù các cụm sao cầu được nghĩ là hình thành đồng thời với Thiên hà chứa nó) và thực tế Omega Centauri có thể là nhân còn lại của một Thiên hà nhỏ khi nó bị bắt giữ vào Ngân hà.

🌈 Đám sao cầu M15:

- ❖ Xích kinh: 21h 29m 58.38s
- ❖ Xích vĩ: $+12^{\circ} 10' 00.6''$
- ❖ Kinh độ: 65.01
- ❖ Vĩ độ: -27.31
- ❖ K/c đến Mặt Trời: 10.3
- ❖ K/c đến tâm thiên hà: 10.4
- ❖ Chỉ số màu: 0.10
- ❖ Cấp sao nhìn thấy: +6.2
- ❖ Cấp sao tuyệt đối: 15.83
- ❖ Độ trung: -9.17
- ❖ Vận tốc đo từ Mặt trời: -94.5
- ❖ Bán kính: 0.07 ly



VI. Hình thái học.

Ngược lại với cụm sao mở, các cụm sao cầu chứa lực hút hướng về tâm, có thể so sánh với sự chuyển động của đa số các ngôi sao. Tuy nhiên, một ngoại lệ là khi tương tác mạnh với khối lượng lớn khác dẫn đến việc phát tán của các ngôi sao.

Hiện nay, sự hình thành các đám sao cầu vẫn còn là điều chưa được hiểu rõ. Người ta vẫn chưa chắc chắn liệu những ngôi sao ở dạng hình cầu trong một thể hệ duy nhất, hoặc qua nhiều thể hệ được sinh ra trong khoảng vài trăm triệu năm. Tuy nhiên, so với tuổi của nhiều đám sao cầu, thời kỳ hình thành sao là tương đối ngắn. Quan sát các đám sao cầu chỉ ra rằng sự hình thành diễn ra ở nơi mà môi trường giữa các vì sao có mật độ hơn các vùng hình thành sao bình thường. Sự hình thành đám sao cầu phổ biến ở các vùng Starburst và trong Thiên hà.

Sau khi được thành lập, các ngôi sao trong đám sao cầu bắt đầu tương tác với nhau. Kết quả là các vector vận tốc của các ngôi sao đang dần thay đổi, và các ngôi sao bị mất

vận tốc ban đầu của chúng. Điều này liên quan đến độ dài đặc trưng của thời gian một ngôi sao cần để qua các đám sao cũng như số lượng của chúng trong hệ thống sao.

Mặc dù, các đám sao cầu thường xuất hiện ở dạng hình cầu, nhưng dạng elip vẫn có thể xảy ra do tương tác. Các cụm trong dải Ngân hà và Thiên hà Tiên Nữ thường có dạng hình cầu dẹt, trong khi các cụm khác trong Large Magellanic Cloud có hình elip.

VII. Bán kính

Các nhà thiên văn đặc trưng hình thái học cho một đám sao cầu bằng bán kính tiêu chuẩn. Đó là các bán kính tâm (r_c), bán kính nửa-ánh sáng (r_h) và bán kính thủy triều (r_t). Các độ sáng tổng thể của các cụm đều giảm theo khoảng cách từ tâm, và bán kính từ tâm là khoảng cách mà tại đó độ sáng bề mặt đã giảm một nửa. Một số lượng tương đương là bán kính nửa ánh sáng là khoảng cách từ tâm mà trong đó một nửa tổng số độ sáng từ các cụm nhận được. Điều này thường lớn hơn so với bán kính từ tâm.

Chú ý rằng bán kính nửa ánh sáng bao gồm các ngôi sao ở phần ngoài của cụm điều mà xảy ra nằm dọc theo đường ngắm, vì vậy, các nhà lý thuyết cũng sử dụng bán kính nửa khối lượng (r_m)- bán kính từ tâm có chứa một nửa tổng số khối lượng của cụm. Khi bán kính nửa khối lượng của cụm sao là nhỏ so với kích thước tổng thể, nó có tâm dày đặc. Ví dụ là Messier 3 (M3), trong đó có một kích thước tổng thể nhìn thấy được khoảng 18 arc minutes, nhưng bán kính nửa khối lượng chỉ 1,12 arc minutes.

Hầu như tất cả các đám sao cầu có bán kính nửa ánh sáng ít hơn 10pc, nhưng cũng có các đám sao cầu với bán kính rất lớn (ví dụ: NGC 2419 $R_h = 18$ pc) và Palomar 14 ($R_h = 25$ pc).

Cuối cùng bán kính thủy triều là khoảng cách từ trung tâm của các đám sao cầu mà tại đó lực hấp dẫn bên ngoài của các Thiên hà đã ảnh hưởng nhiều hơn đối với các ngôi sao trong đám sao cầu. Đây là khoảng cách mà các ngôi sao riêng lẻ thuộc các cụm có thể được tách ra khỏi Thiên hà. Bán kính thủy triều của M3 là khoảng 38 arc minutes.

🌈 Đám sao cầu M3:

Messier 3 (còn gọi là *M3* hoặc *NGC 5272*) là một đám sao cầu trong chòm sao Canes Venatici. Nó được phát hiện bởi Charles Messier trong năm 1764, và giải quyết ra sao bởi William Herschel khoảng 1.784. Nhóm này là một trong những lớn nhất và sáng nhất, và được tạo thành khoảng 500.000 ngôi sao. Nó nằm ở khoảng cách ánh sáng khoảng 33.900 năm cách xa Trái Đất. M3 có độ sáng biểu kiến của 6,2, làm cho nó có thể nhìn thấy bằng mắt thường trong điều kiện trời tối. Từ một kính viễn vọng có kích thước vừa phải, cụm được quy định đầy đủ. Nó được ước tính là 8 tỷ năm tuổi.



Xích kinh:	13h 42m 11.23s	Xích vĩ:	28° 22' 31.6"
Kinh độ:	42.21	Vĩ độ:	78.71
K/c đến Mặt Trời:	10.4	K/c đến tâm thiên hà:	12.2
Chỉ số màu:	0.01	Cấp sao nhìn thấy:	+6.2
Cấp sao tuyệt đối:	15.68	Độ trung:	-8.93
Vận tốc đo từ Mặt trời:	-137.0		

VIII. Sự phân biệt khối lượng và độ sáng

Trong đo lường đường cong độ sáng của một đám sao cầu là hàm của khoảng cách từ tâm, hầu hết các đám sao trong Ngân hà tăng đều đặn khi khoảng cách này giảm,

cho đến khi đạt một khoảng cách nhất định từ tâm, thì các mức độ sáng sẽ tắt. Thông thường khoảng cách này là khoảng 1- 2 parsecs từ tâm. Tuy nhiên khoảng 20% các đám sao cầu đã trải qua một quá trình gọi là "cốt lõi sụp đổ". Trong cụm sao này, độ sáng tiếp tục tăng đều đặn ở khu vực cốt lõi.

Một ví dụ về một “ cốt lõi sụp đổ ” là cụm sao cầu M15. Messier 15 hay M15 (còn gọi là NGC 7078) là một đám sao cầu trong chòm sao Phi Mã (Pegasus). Nó được Jean-Dominique Maraldi phát hiện năm 1746 và được đưa vào danh lục các thiên thể giống sao chổi của Charles Messier năm 1764. Với ước tính khoảng 13,2 tỷ năm tuổi, nó là một trong những đám sao cầu già nhất đã biết. M15 cách Trái Đất khoảng 33.600 năm ánh sáng. Nó có cấp sao tuyệt đối là -9,2, tương ứng với độ chiếu sáng tổng cộng khoảng 360.000 lần cao hơn độ chiếu sáng của Mặt Trời. Messier 15 là một trong những đám sao cầu tập trung dày đặc nhất đã biết trong dải Ngân Hà. Phần lõi của nó đã trải qua một sự co lại gọi là 'sụp đổ lõi' và có một chòm mật độ trung tâm với một lượng to lớn các ngôi sao bao quanh cái có lẽ là một hố đen trung tâm. Messier 15 chứa 112 sao biến quang đã biết, một lượng khá cao. Nó cũng chứa ít nhất là 8 sao xung, bao gồm 1 hệ sao neutron đôi là M15 C. Ngoài ra, M15 cũng chứa Pease 1, một trong số 4 tinh vân hành tinh đã biết là nằm trong phạm vi một đám sao cầu, được phát hiện năm 1928. Đối với các nhà thiên văn nghiệp dư thì Messier 15 xuất hiện như một ngôi sao mờ nhạt trong các kính viễn vọng nhỏ nhất. Các kính viễn vọng trung bình và lớn (ít nhất 6 in./150 mm đường kính) sẽ có khả năng phân giải các ngôi sao riêng lẻ, với các ngôi sao sáng nhất có cấp sao biểu kiến khoảng +12,6.

Cốt lõi sụp đổ , được cho là xảy ra khi nhiều ngôi sao có khối lượng lớn trong đám sao cầu va chạm với các sao đồng hành có khối lượng nhỏ hơn chúng. Kết quả của sự va chạm là các ngôi sao lớn lệch hướng dẫn đến mất bớt năng lượng. Trong một thời gian dài dẫn đến sự co lại trong tâm của đám sao, quá trình đó gọi là sự tách khối lượng.

Kính thiên văn Hubble đã được sử dụng để cung cấp bằng chứng thuyết phục cho quá trình phân loại hàng loạt ngôi sao trong đám sao cầu. Các ngôi sao nặng hơn di chuyển chậm và tập trung tại tâm của đám sao, trong khi các ngôi sao nhẹ có xu hướng di chuyển tại mặt ngoài của đám sao. đám sao cầu 47 Tucanae, được tạo thành khoảng 1.000.000 ngôi sao, là một trong những đám sao cầu dày đặc nhất ở Nam bán cầu. Bằng

cách chụp ảnh chuyên sâu các nhà thiên văn có thể theo dõi chuyển động của các ngôi sao, và đo được vận tốc chính xác của gần 15.000 ngôi sao trong cụm sao này.

Các giai đoạn khác nhau của sự sụp đổ lõi có thể chia thành ba giai đoạn. Trong thời niên thiếu của một đám sao cầu, quá trình sụp đổ lõi bắt đầu với các ngôi sao gần tâm. Tuy nhiên, sự tương tác giữa các hệ sao đôi ngăn chặn sự sụp đổ hơn các sao gần tuổi trung niên. Cuối cùng, sao Đôi bị phá vỡ hoặc bị giải phóng, kết quả là tập trung chặt chẽ hơn tại tâm.

Một nghiên cứu năm 2008 bởi John Fregeau của 13 đám sao cầu trong dải Ngân Hà cho thấy: 3 trong số đó có một số lượng lớn nguồn tia X bất thường, hoặc X - quang, cho thấy các đám sao cầu là trung niên. Trước đây, các đám sao cầu đã được phân loại là đang trong tuổi già, vì chúng có mật độ rất chặt chẽ ở tâm. Ý nói các đám sao cầu bao gồm mười nghiên cứu khác bởi Fregeau, không phải ở tuổi trung niên như trước đây, nhưng thực sự trong tuổi niên thiếu.

Các tổng độ sáng của các đám sao cầu trong dải Ngân hà và Thiên hà Andromeda có thể được mô hình bằng một đường cong Gaussian. Gaussian này có thể được đại diện bởi cách tính của độ lớn trung bình M_v và một sai σ^2 . Sự phân phối độ sáng đám sao cầu được gọi là độ sáng chức năng của đám sao cầu (GCLF). (Đối với Ngân hà, $M_v = -7,20 \pm 0,13$, $\sigma = 1,1 \pm 0,1$.) Các GCLF cũng đã được sử dụng như một tiêu chuẩn để đo khoảng cách đến các Thiên hà khác, theo giả thiết rằng các đám sao cầu trong Thiên hà ở xa thì tính theo các nguyên tắc giống như trong Ngân hà.

IX. Mô phỏng N vật thể:

Việc tính toán tương tác giữa các ngôi sao trong đám sao cầu đòi hỏi phải giải quyết những vấn đề gọi là N – vật thể. Đó là mỗi ngôi sao trong số các ngôi sao trong đám sao cầu tương tác với N – 1 ngôi sao khác, trong đó N là tổng số các ngôi sao trong cụm. Việc tính toán cho một mô phỏng động học tăng tương ứng với N^3 , do đó khả năng tính toán chính xác mô phỏng động học (động lực học) N vật thể của đám sao cầu bằng cách chia thành các khối lượng nhỏ, phạm vi vận tốc và sử dụng xác suất để mô tả vị trí của các ngôi sao. Các chuyển động này sau đó được mô tả bằng phương trình Fokker – Planck.

Các phương trình Fokker-Planck mô tả thời gian các quá trình tiến hóa của các hàm mật độ xác suất các vị trí của một hạt. Nó được đặt tên theo Adriaan Fokker và Max

Planck và cũng được gọi là Kolmogorov Phương trình chuyển tiếp, được đặt tên Andrey Kolmogorov . Việc sử dụng đầu tiên của phương trình Fokker-Planck được mô tả vào thống kê của chuyển động Brown của một hạt trong một chất lỏng. Trong một chiều không gian x , các phương trình Fokker-Planck cho một quá trình với kéo theo $D_1(x, t)$ và khuếch tán $D_2(x, t)$ là:

$$\frac{\partial}{\partial t} f(x, t) = -\frac{\partial}{\partial x} [D_1(x, t) f(x, t)] + \frac{\partial^2}{\partial x^2} [D_2(x, t) f(x, t)] .$$

Tổng quát hơn, thời gian phân phối xác suất có thể phụ thuộc vào một tập hợp các N macrovariables x_i . Hình thức chung của phương trình Fokker-Planck sau đó:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -\sum_{i=1}^N \frac{\partial}{\partial x_i} [D_i^1(x_1, \dots, x_N) f] + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} [D_{ij}^2(x_1, \dots, x_N) f] ,$$

nơi D_1 là vector kéo theo và D_2 các khuếch tán tensor. Về sau đã có phương trình mô tả sự tương tác của lực ngẫu nhiên.

Vấn đề trên được giải quyết một cách đơn giản ngẫu nhiên. Tuy nhiên, mô phỏng trên trở nên khó khăn hơn khi có sự ảnh hưởng của những sao đôi và tương tác trọng lực với bên ngoài (như từ Thiên hà) cũng được tính đến.

Kết quả của mô phỏng N vật thể đã chỉ ra rằng các ngôi sao đi theo con đường bất thường xuyên qua đám sao, tạo thành các vành đai(vòng lặp) và rơi trực tiếp về phía lõi hơn sẽ quay quanh một ngôi sao duy nhất là trung tâm khối lượng. Ngoài ra, do tương tác với các ngôi sao khác mà dẫn đến sự gia tăng vận tốc, một số ngôi sao có năng lượng đủ lớn để thoát khỏi đám sao. Trong thời gian dài sẽ dẫn đến sự tiêu tan một đám sao cầu, quá trình này gọi là bay hơi. Thời gian điển hình cho sự bay hơi của một đám sao cầu là 10^{10} năm.

Sao đôi là một phần quan trọng của tổng số sao trong hệ thống sao có thể chiếm nửa tổng tất cả sao trong hệ thống. Bằng số mô phỏng đám sao cầu đã chứng minh rằng sao

đôi có thể cản trở và thậm chí đảo ngược quá trình sụp đổ lõi của cụm sao đôi, kết quả là sao đôi trở nên ràng buộc chặt chẽ hơn và làm động năng các sao đơn độc tăng lên, khi đó các ngôi sao lớn trong đám sao được tăng tốc bởi quá trình này, nó làm giảm sự co ở lõi và sự sụp đổ được giảm đi.

Số phận cuối cùng của một đám sao cầu là số lượng các sao trong lõi tăng lên và ngày càng co lại.

X. Hình thái trung gian:

Sự khác biệt giữa các đám sao là không rõ ràng, và các đối tượng đã được tìm thấy ở giữa các ranh giới, do đó không xác định được tính chất nên ta không biết rõ được các đám sao. Ví dụ, BH 176 ở phần phía nam của dải Ngân Hà có các tính chất của một cụm sao mở và cấu tạo của một hình cầu.

Năm 2005, các nhà thiên văn học đã phát hiện ra một đám sao hoàn toàn mới trong Thiên hà Andromeda, bằng nhiều dẫn chứng, người ta thấy nó rất giống với các đám sao cầu. Các đám sao mới tìm thấy này có chứa hàng trăm ngàn ngôi sao, một số lượng tương tự như tìm thấy trong các đám sao cầu. Các đám sao có các đặc điểm khác so với các đám sao cầu như ngôi sao quầng và kim loại. Sự khác biệt của nó so với các đám sao cầu khác là nó lớn hơn vài trăm năm ánh sáng và ít dày đặc hơn hàng trăm lần. Khoảng cách giữa các ngôi sao là lớn hơn nhiều so với các đám sao khác nên ta gọi các cụm này là các cụm mở rộng mới phát hiện. Trong giới hạn, các đám sao này nằm đâu đó giữa một cụm hình cầu và một Thiên hà lùn.

Các cụm này được hình thành như thế nào vẫn chưa được biết rõ, nhưng sự hình thành của chúng là gần giống với sự hình thành của các đám sao cầu. Còn việc tại sao M31 có đám sao như vậy trong khi dải Ngân Hà lại không có thì chưa được biết. Cũng không ai biết liệu rằng các dải Ngân hà khác có chứa các đám sao như vậy hay không nhưng hiện tại thì M31 được coi là Thiên hà duy nhất có chứa các cụm mở rộng.

XI. Giải đồ H – R:

Sơ đồ Hertzsprung-Russell (sơ đồ H - R) là một đồ thị phân bố các ngôi sao quan hệ giữa cấp sao nhìn thấy và chỉ số màu. B - V là sự khác biệt giữa độ lớn chỉ số màu sắc

của ngôi sao (màu xanh) hoặc B, và độ lớn cấp sao nhìn thấy (màu xanh-màu vàng) hoặc V. Các sao màu đỏ có nhiệt độ thấp hơn các sao có phân bố nhiệt độ màu xanh.

Khi các ngôi sao gần Mặt Trời được vẽ trên một biểu đồ H - R, nó sẽ hiển thị sự phân bố của các ngôi sao khác nhau về khối lượng, tuổi và thành phần cấu tạo. Nhiều sao trong số các ngôi sao nằm gần với một đường cong có cấp sao tuyệt đối lớn với nhiệt độ nóng, được gọi là ngôi sao dãy chính. Tuy nhiên, biểu đồ cũng thường bao gồm các ngôi sao đang trong giai đoạn của quá trình tiến hóa và lang thang đi từ đường cong dãy chính.

Như tất cả các ngôi sao của một đám sao cầu đang ở cùng một khoảng cách khoảng đến chúng ta, cấp sao tuyệt đối của chúng khác với cấp sao nhìn thấy. Các ngôi sao thuộc dãy chính trong đám sao cầu nằm cùng một đường cong mà có thể được so sánh với các ngôi sao tương tự trong vùng lân cận Mặt trời. Độ chính xác của giả định này được xác nhận bởi kết quả thu được khi so sánh bằng cách so sánh độ sáng biểu kiến, chẳng hạn như RR Lyrae và sao biến quang trong cùng nhóm sao.

Bằng cách kết hợp các đường cong trên sơ đồ H- R ta có thể xác định cấp sao tuyệt đối của các sao trên dãy chính. Điều này sẽ cho phép ước tính khoảng cách tới đám sao, dựa trên độ lớn cấp sao nhìn thấy. Sự khác biệt giữa cấp sao tuyệt đối, cho phép ta xác định các độ lớn khoảng cách, ước tính khoảng cách.

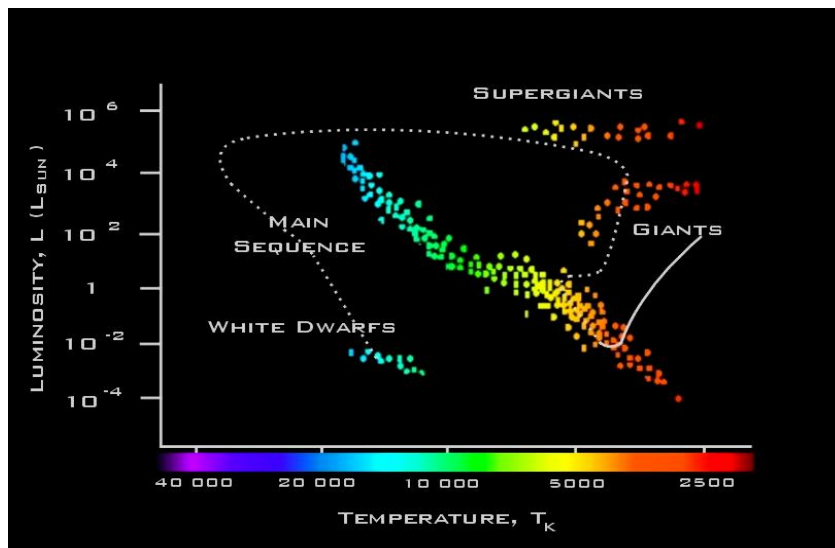
Khi các ngôi sao của một đám sao cầu được vẽ trên một biểu đồ H - R, trong nhiều trường hợp gần như tất cả các ngôi sao trên đường cong cũng được xác định. Điều này khác với sơ đồ H - R của các ngôi sao gần Mặt trời, các ngôi sao khác có lứa tuổi và nguồn gốc khác nhau. Hình dạng của đường cong cho một đám sao cầu là đặc tính của một nhóm các ngôi sao đã được hình thành tại cùng một khoảng thời gian và có cùng kim loại giống nhau, chỉ khác nhau ở khối lượng của chúng.

Vì vị trí của từng ngôi sao trong sơ đồ cho thấy sự thay đổi theo tuổi, vì vậy hình dạng của đường cong cho một đám sao cầu có thể được sử dụng để đo độ tuổi tổng thể của đám sao. Các ngôi sao lớn nhất dãy chính cũng sẽ có cường độ tuyệt đối cao nhất, và chúng sẽ phát triển thành giai đoạn sao khổng lồ. Theo độ tuổi của đám sao, sao lùn sẽ được nhập vào loại sao khổng lồ. Theo đó tuổi của một đám sao đơn được tính bằng cách

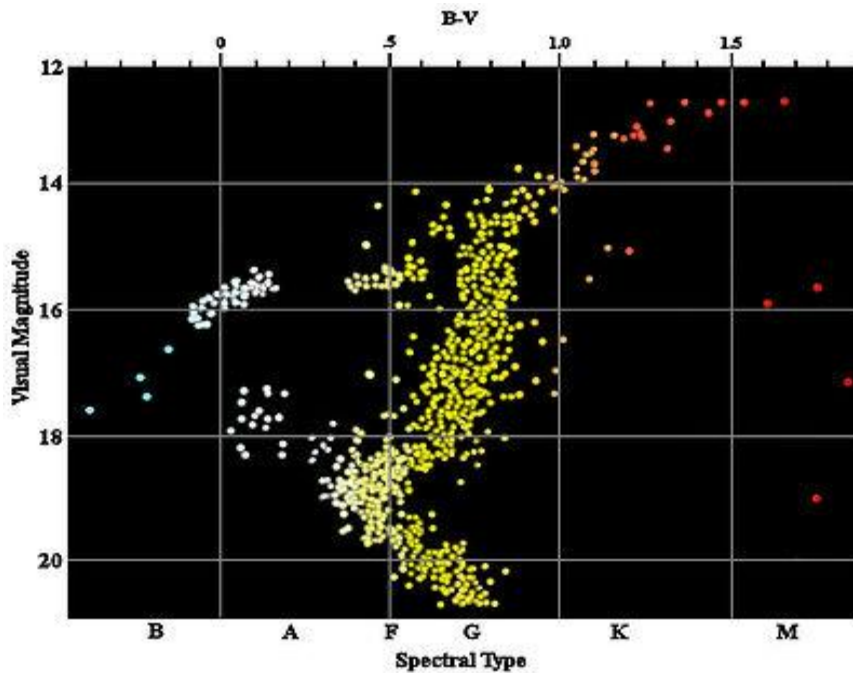
tìm các ngôi sao mà chỉ mới bắt đầu bước vào loại sao khổng lồ. Độ lớn tuyệt đối tại điểm uốn cong có chức năng cho biết tuổi của một đám sao cầu, nên việc sắp xếp tuổi có thể được xếp trên một trục song song với cường độ này. Ngoài ra, có thể tìm hiểu các đám sao cầu bằng các nhìn vào nhiệt độ lạnh nhất của sao lùn trắng. Tuổi của một đám sao cầu tiêu biểu mà đã tính được khoảng 12,7 tỉ năm. Đây là điều trái ngược khi các hầu hết các đám sao cầu chỉ có khoảng hàng chục triệu năm tuổi. Tuổi của đám sao cầu có thể là giới hạn tuổi của vũ trụ.

Tuy nhiên, các phép đo tốt hơn về các thông số vũ trụ thông qua các cuộc điều tra sâu trên bầu trời và các vệ tinh như COBE đã giải quyết vấn đề này là đưa ra mô hình máy tính mô tả tiến hóa của sao. Việc nguyên cứu đám sao cầu tiến hóa để xác định sự thay đổi do các thành phần ban đầu của khí và bụi hình thành các đám sao cầu. Đó là sự thay đổi trong đường tiến hóa do sự phong phú của các nguyên tố kim loại nặng trong đám sao cầu.

Các dữ kiện thu được từ việc nguyên cứu của các đám sao cầu sau đó được sử dụng để nguyên cứu sự tiến hóa của dải Ngân hà. Nguồn gốc của những ngôi sao vẫn còn chưa rõ ràng, nhưng hầu hết các mô hình cho thấy những ngôi sao là kết quả của sự chuyển giao hàng loạt ngôi sao trong các hệ thống khác nhau.



Giản đồ HERTZSPRUNG-RUSSELL



Giản đồ H – R của M3

+ Khái niệm đặc trưng cơ bản của sao:

1. Cấp sao nhìn thấy (Apparent Magnitude):

Cấp sao nhìn thấy là thang xác định độ rọi sáng của các thiên thể (và dựa trên sự cảm nhận của mắt với bước sóng ánh sáng nhìn thấy ($\approx 5550\text{\AA}$))

Trong quang học ta biết độ rọi là:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Trong đó Φ : Quang thông đi qua đơn vị diện tích vật thu ánh sáng, (thí dụ: mắt, kính thiên văn)

S : diện tích vật thu.

Như vậy độ rọi tỷ lệ nghịch với đường kính vật thu.

$$E \sim \frac{1}{D^2}$$

Trong thiên văn, đơn vị độ rọi biểu diễn qua 1 thang đặc biệt gọi là cấp sao nhìn thấy.

ĐÁM SAO CẦU

Ký hiệu là m với qui ước là: sao có độ rọi càng lớn ứng với cấp sao nhìn thấy càng bé. Hai sao khác nhau một cấp có độ rọi khác nhau 2,512 lần. Hai sao khác nhau n cấp có độ rọi khác nhau $(2,512)^n$ lần. Hay ta có tỷ số độ rọi:

$$\frac{E_1}{E_2} = (2,512)^{m_2 - m_1}$$

Trong đó m_1 : Cấp sao nhìn thấy ứng với E_1

m_2 : Cấp sao nhìn thấy ứng với E_2

Như vậy 2 sao khác nhau 5 cấp có độ rọi khác nhau 100 lần.

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^5 = 100$$

Hay ta có thể viết dưới dạng khác :

$$\lg \frac{E_1}{E_2} = 0,4(m_2 - m_1)$$

Công thức trên mang tên nhà thiên văn Anh N.R. Pogson (gọi là công thức Pogson).

Dưới đây là Bảng cấp sao của 1 số thiên thể.

Thiên thể	Cấp sao nhìn thấy: m
Mặt trời	- 26,7
Trăng tròn	- 12,6
Sao Thiên lang	- 1,3
Sao Chức nữ	- 0,1
Sao Bắc cực	+ 2,15

Sao mờ nhất mà mắt ta còn thấy được là sao cấp 6. Với kính thiên văn ta có thể thấy được sao cấp 20. Như vậy kính thiên văn có công dụng phát hiện thêm những thiên thể trên bầu trời mà mắt trần không nhìn thấy.

Cấp sao nhìn thấy là một đại lượng có thể xác định được bằng quan trắc (thông qua đo độ rọi). Vì cấp sao nhìn thấy của một ngôi sao ổn định là không thay đổi nên độ rọi là

một đại lượng không đổi, đặc trưng cho ngôi sao đó. Tuy nhiên nó không biểu thị năng lượng bức xạ của sao.

2. Cấp sao tuyệt đối (*Absolute Magnitude*):

Về mặt vật lý, nếu coi vật phát xạ là nguồn sáng thì độ rọi:

$$E = \frac{B\sigma}{R^2}$$

Trong đó B : Độ chói

R : Khoảng cách giữa nguồn sáng và bề mặt vật được chiếu sáng.

σ : Mặt phẳng vuông góc tia nhìn.

Vậy E tỷ lệ nghịch với khoảng cách:

$$E \sim \frac{1}{R^2}$$

Như vậy cấp sao không chỉ phụ thuộc vào năng lượng bức xạ mà còn phụ thuộc khoảng cách từ thiên thể đến Trái đất. Cấp sao nhìn thấy không thể hiện được điều này.

Vậy nên trong thiên văn người ta qui định thêm cấp sao tuyệt đối (*M*).

Cấp sao tuyệt đối (*M*) của các sao được qui ước là cấp sao nhìn thấy của chúng nếu như khoảng cách từ chúng đến trái đất bằng nhau (và không tính đến sự hấp thụ của khí quyển).

Khoảng cách qui ước này là 10 pascal (1 pascal ứng với góc thị sai hàng năm bằng 1 giây).

Ta có thể xác định cấp sao tuyệt đối *M* của sao qua cấp sao nhìn thấy *m* và thị sai hàng năm π :

- Gọi *m* là cấp sao nhìn thấy của một sao với khoảng cách thực là *d* pascal.

m' là cấp sao nhìn thấy của sao đó nếu như nó cách ta là 10 pascal (tức chính là cấp sao tuyệt đối). Khi đó thì vì E tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách nên :

$$\frac{E_m}{E_{m'}} = \frac{E_m}{E_M} = \left[\frac{10}{d} \right]^2 \quad (1) \quad (\text{vì } m' \text{ chính là } M)$$

Kết hợp với công thức Pogson :

$$\lg \frac{E_m}{E_{m'}} = 0,4(m' - m) \Leftrightarrow \lg \frac{E_m}{E_M} = 0,4(M - m) \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) :

$$\lg\left(\frac{10}{d}\right)^2 = 0,4(M - m)$$

$$2 \lg 10 - 2 \lg d = 0,4 (M - m)$$

$$2 - 2 \lg d = 0,4 (M - m)$$

$$5 - 5 \lg d = M - m$$

$$M = m + 5 - 5 \lg d \quad (3)$$

Vì thị sai hàng năm và khoảng cách thiên thể tỷ lệ nghịch với nhau: $d = 1/\pi$ nên có thể viết lại công thức (3) thành :

$$M = m + 5 + 5 \lg \pi$$

Công thức trên cho phép xác định cấp sao tuyệt đối M của một thiên thể khi biết cấp sao nhìn thấy m và thị sai hàng năm π của nó.

Chẳng hạn Mặt trời có:

$$m = -26,8 ; d = 1 \text{ đvtv} = 1/206265 \text{ (ps)}$$

$$\text{thì } M = -26,8 + 5 - 5 \lg 1/206265$$

$$= -26,8 + 5 + 5 \lg 206265$$

$$= -26,8 + 5 + 26,6$$

$$M = 4,8$$

3. Độ trung (Luminosity):

Để đặc trưng cho công suất bức xạ của sao người ta đưa ra khái niệm độ trung (L). Tuy nhiên, khác với công suất bức xạ trong vật lý, độ trung trong thiên văn có liên hệ với cấp sao tuyệt đối của sao.

Ta có sự liên hệ giữa công suất bức xạ của sao với độ rọi mà sao nó tạo ra trên trái đất.

$$L = 4\pi d^2 E$$

d : Khoảng cách đến thiên thể.

Nếu ta tính tỷ số công suất bức xạ giữa hai thiên thể 1 và 2 thì:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{4\pi d_1^2 E_1}{4\pi d_2^2 E_2} = \frac{d_1^2 E_1}{d_2^2 E_2}$$

Nếu coi khoảng cách đến các thiên thể là như nhau thì từ (1) có:

$$\frac{d_1^2 E_1}{d_2^2 E_2} = \frac{E_{M_1}}{E_{M_2}}$$

Hay
$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{E_{M_1}}{E_{M_2}}$$

Ta có thể áp dụng công thức Pogson cho cấp sao tuyệt đối.

$$\lg \frac{E_{M_1}}{E_{M_2}} = 0,4(M_2 - M_1)$$

Từ đó :
$$\lg \frac{L_1}{L_2} = 0,4(M_2 - M_1)$$

- Nếu so sánh với độ trung của Mặt trời ta có biểu thức độ trung của các sao tính theo đơn vị là độ trung của Mặt trời ($L=1$)

$$\lg L = 0,4(M_{\odot} - M)$$

Ví dụ : Sao Thiên lang có cấp sao tuyệt đối là 1,3 thì:

$$\lg L = 0,4(4,8 - 1,3)$$

$$L \approx 25L_{\odot}$$

- Chú ý : Tính độ trung L của Mặt trời:

Gọi Q là hằng số Mặt trời, tức lượng năng lượng bức xạ toàn phần (đủ các bước sóng) của Mặt trời truyền thẳng góc đến một diện tích 1cm^2 ở cách Mặt trời một khoảng cách bằng 1đvtv trong 1 phút. Người ta đo được Q là :

$$Q = 1,95 \text{ Calo/cm}^2 \cdot \text{phút.}$$

Đem nhân hằng số này với diện tích mặt cầu bán kính = 1đvtv ta thu được năng lượng bức xạ Mặt trời trong 1 phút. Chia tiếp cho 60 ta được tổng công suất bức xạ của Mặt trời, hay độ trung của nó (Q đổi ra jun, biết $1\text{calo} = 4,18\text{Jun}$).

$$\begin{aligned} L &= \frac{Q4\pi d^2}{60} = \frac{1,95 \cdot 4,18 \cdot 4,3,14(1,49 \cdot 10^{13})^2}{60} \\ &= 3,8 \cdot 10^{26} \text{ J/s} = 3,8 \cdot 10^{26} \end{aligned}$$

* Như vậy cấp sao tuyệt đối phản ánh chính xác hơn về khả năng bức xạ của sao. Cấp sao tuyệt đối càng nhỏ năng suất bức xạ càng lớn.

4. Vĩ độ:

Vĩ độ (ký hiệu: φ) của một điểm bất kỳ trên mặt Trái đất là góc tạo thành giữa đường thẳng đứng (phương của dây dọi, có đỉnh nằm ở tâm hệ tọa độ-chính là trọng tâm của địa cầu) tại điểm đó và mặt phẳng tạo bởi xích đạo. Đường tạo bởi các điểm có cùng vĩ độ gọi là vĩ tuyến, và chúng là những đường tròn đồng tâm trên bề mặt Trái đất. Mỗi cực là 90 độ: cực bắc là 90° B; cực nam là 90° N. Vĩ tuyến 0° được chỉ định là đường xích đạo, một đường thẳng tưởng tượng chia địa cầu thành Bán cầu bắc và Bán cầu nam.

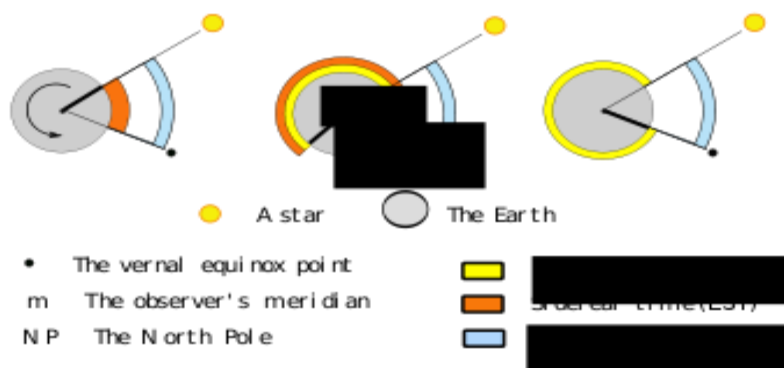
5. Kinh độ:

Kinh độ (ký hiệu: λ) của một điểm trên bề mặt Trái đất là góc tạo ra giữa mặt phẳng kinh tuyến đi qua điểm đó và mặt phẳng kinh tuyến gốc. Kinh độ có thể là kinh độ đông hoặc tây, có đỉnh tại tâm hệ tọa độ, tạo thành từ một điểm trên bề mặt trái đất và mặt phẳng tạo bởi đường thẳng ngẫu nhiên nối hai cực bắc nam địa lý. Những đường thẳng tạo bởi các điểm có cùng kinh độ gọi là kinh tuyến. Tất cả các kinh tuyến đều là nửa đường tròn, và không song song với nhau: theo định nghĩa, chúng hội tụ tại hai cực bắc và nam. Đường thẳng đi qua Đài Thiên văn Hoàng gia Greenwich (gần London ở Liên hiệp Vương quốc Anh và Bắc Ireland) là đường tham chiếu có kinh độ 0° trên toàn thế giới hay còn gọi là kinh tuyến gốc. Kinh tuyến đối cực của Greenwich có kinh độ là 180°T hay 180°Đ.

Bằng cách phối hợp hai góc này, ta có thể xác định được vị trí nằm ngang của bất kỳ điểm nào trên Trái đất.

6. Xích kinh:

Xích kinh hay **xích kinh độ** (viết tắt theo tiếng Anh là **RA**, chữ đầy đủ là *Right Ascension*; còn được ký hiệu bằng tiếng Hy Lạp α) là một thuật ngữ thiên văn học chỉ một trong hai tọa độ của một điểm trên thiên cầu khi sử dụng hệ tọa độ xích đạo. Tọa độ còn lại gọi là xích vĩ.



Xích kinh tương tự như kinh độ, đo từ một phương xác định gọi là **phương xuân phân** về phía đông. Cụ thể, xích kinh của một thiên thể bằng góc giữa phương nối thiên thể và tâm Trái Đất với mặt phẳng chứa thiên cực và phương xuân phân. Góc này được quy ước là dương khi thiên thể nằm ở phía đông của phương xuân phân, và âm khi thiên thể nằm ở phía tây.

Xích kinh khác kinh độ ở chỗ nó đo bằng:

- **giờ xích kinh** = 15 độ dây cung
- **phút xích kinh** = 15 phút dây cung
- **giây xích kinh** = 15 giây dây cung

Các đơn vị này vừa là đơn vị đo góc, vừa là đơn vị đo thời gian gắn với thời gian (theo) sao. Trong công tác hoa tiêu, người ta còn dùng góc giờ (theo) sao. Góc giờ (theo) sao được đo theo chiều về phía tây, trong khi xích kinh đo theo chiều về phía đông.

Xích kinh được dùng để xác định vị trí các sao và xác định khoảng thời gian cần cho một ngôi sao di chuyển đến một vị trí nào đó trên bầu trời, trong khi Trái Đất quay. Ví dụ, một ngôi sao có xích kinh 01:30:00 đang ở kinh tuyến của bạn, thì một ngôi sao có xích kinh 20:00:00 sẽ đến kinh tuyến này vào 18,5 giờ theo thời gian sao sau đó.

7. Xích vĩ:

Xích vĩ hay **xích vĩ độ** (viết tắt theo tiếng Anh là Dec (*declination*), ký hiệu δ), là một thuật ngữ thiên văn học chỉ một trong hai tọa độ của một điểm trên thiên cầu khi sử dụng hệ tọa độ xích đạo. Tọa độ còn lại gọi là xích kinh hoặc góc giờ. Xích vĩ của một thiên thể là khoảng cách góc từ mặt phẳng xích đạo đến thiên thể đó. Xích vĩ tương tự như vĩ độ, chiếu lên thiên cầu, đo theo góc về phía bắc, tính từ xích đạo. Cụ thể, xích vĩ của một

thiên thể bằng góc giữa phương nối thiên thể và tâm Trái Đất với mặt phẳng xích đạo. Góc này được quy ước là dương khi thiên thể nằm ở phía bắc mặt phẳng xích đạo và âm khi nằm ở phía nam.

Xích vĩ còn được gọi là **thiên độ**; tuy nhiên cách gọi này có thể có nhược điểm như không nêu ra cặp phạm trù *kinh - vĩ* quen thuộc, chữ *thiên* với ý nghĩa là *ngiên* có thể bị hiểu lầm sang nghĩa *trời*.

Các điểm ở bán cầu bắc có xích vĩ dương lên đến $+90^\circ$, và các điểm ở bán cầu nam có xích vĩ âm xuống đến -90° .

- Vật thể nằm trên thiên xích đạo có xích vĩ $= 0^\circ$.
- Vật thể nằm trên cực bắc, cụ thể là sao Bắc Cực có xích vĩ $= +90^\circ$.
- Vật thể nằm trên cực nam có xích vĩ $= -90^\circ$.
- Vật thể nằm ở thiên đỉnh, có xích vĩ bằng vĩ độ của người quan sát.

Thiên thể có xích vĩ lớn hơn $+90^\circ - l$, với l là vĩ độ người quan sát, có thể quan sát được trong suốt ngày sao. Các thiên thể đó gọi là thiên thể vòng cực. Ví dụ tại gần các cực, vào mùa hè của bán cầu, có thể quan sát Mặt Trời suốt 24 giờ; những ngày như thế được gọi là Mặt Trời nửa đêm. Ở những vùng gần cực, khi Mặt Trời không xuống quá 6° dưới chân trời thì không có đêm thực sự, mà trời vẫn sáng mờ mờ. Hiện tượng này được gọi là đêm trắng.

PHỤ LỤC

Danh sách các đám sao cầu trong dải Ngân Hà

<i>STT</i>	<i>Tên cụm sao cầu</i>	<i>Tên gọi khác</i>	<i>Ngày tìm ra</i>	<i>Nhà bác học</i>
1	Omega Centauri	NGC 5139	1677	Edmond Halley
2	Messier 2	NGC 7089	1746	Jean-Dominique Maraldi
3	Messier 12	NGC 6218	1764 May 30	Charles Messier
4	Messier 10	NGC 6254	1764 May 29	Charles Messier
5	Messier 13	NGC 6205	1714	Edmond Halley
6	Messier 14	NGC 6402	1764	Charles Messier
7	Messier 22	NGC 6656	1665	Ihle
8	Messier 15	NGC 7078	1746	Jean-Dominique Maraldi
9	Messier 3	NGC 5272	1764	Charles Messier
10	Messier 4	NGC 6121	1746	Philippe Loys de Chéseaux
11	Messier 5	NGC 5904	1702	Gottfried Kirch
12	NGC 104	47 Tuc	1751	Lacaille
13	Messier 71	NGC 6838	1745	Chéseaux
14	Messier 9	NGC 6333	1764 May 28	Messier

ĐÁM SAO CẦU

15	Messier 19	NGC 6273	1764 Jun 5	Messier
16	Messier 22	NGC 6656	1665 Aug 26	Ihle
17	Messier 28	NGC 6626	1764 Jul 27	Messier
18	Messier 30	NGC 7099	1764 Aug 3	Messier
19	Messier 53	NGC 5024	1775 Feb 3	Messier
20	Messier 54	NGC 6715	1778 Jul 24	Messier
21	Messier 55	NGC 6715	1778 Jul 24	Messier
22	Messier 56	NGC 6779	1779 Jan 19	Messier
23	Messier 62	NGC 6266	1771 Jun 7	Messier
24	Messier 68	NGC 4590	1780 Apr 9	Messier
25	Messier 69	NGC 6637	1780 Aug 31	Messier
26	Messier 70	NGC 6681	1780 Aug 31	Messier
27	Messier 71	NGC 6838	1745 Apr 6	Chéseaux
28	Messier 72	NGC 6981	1780 Aug 30	Méchain
29	Messier 75	NGC 6864	1780 Aug 27	Méchain

ĐÁM SAO CẦU

30	Messier 79	NGC 1904	1780 Oct 26	Méchain
31	Messier 80	NGC 6093	1781 Jan 4	Messier
32	Messier 92	NGC 6341	1777 Dec 31	Messier
33	Messier 107	NGC 6171	1782	Méchain
34	NGC 6553		1784 Feb 24	W.Herschel
35	NGC 4147		1784 Mar 14	W. Herschel
36	NGC 5053		1784 Mar 14	W. Herschel
37	NGC 5897		1784 Apr 25	W. Herschel
38	NGC 5466		1784 May 17	W. Herschel
39	NGC 6287		1784 May 21	W. Herschel
40	NGC 6401		1784 May 21	W. Herschel
41	NGC 5694		1784 May 22	W. Herschel
42	NGC 6144		1784 May 22	W. Herschel
43	NGC 6284		1784 May 22	W. Herschel
44	NGC 6544		1784 May 22	W. Herschel

ĐÁM SAO CẦU

45	NGC 6293		1784 May 24	W. Herschel
46	NGC 6316		1784 May 24	W. Herschel
47	NGC 6355		1784 May 24	W. Herschel
48	NGC 6540		1784 May 24	W. Herschel
49	NGC 6638		1784 Jun 12	W. Herschel
50	NGC 6517		1784 Jun 16	W. Herschel
51	NGC 6712		1784 Jun 16	W. Herschel
52	NGC 6356		1784 Jun 17	W. Herschel
53	NGC 6522		1784 Jun 24	W. Herschel
54	NGC 6528		1784 Jun 24	W. Herschel
55	NGC 6624		1784 Jun 24	W. Herschel
56	NGC 6569		1784 Jul 13	W. Hersch
57	NGC 6642		1784 Aug 7	W. Herschel
58	Palomar 9	NGC 6717	1784 Aug 7	W. Herschel
59	NGC 7006		1784 Aug 21	W. Herschel
60	NGC 5634		1785 Mar 5	W. Herschel

ĐÁM SAO CẦU

61	NGC 6934		1785 Sep 24	W. Herschel
62	NGC 288		1785 Oct 27	W. Herschel
63	NGC 6304		1786 Apr 30	W. Herschel
64	NGC 6235		1786 May 24	W. Herschel
65	NGC 6342		1786 May 28	W. Herschel
66	NGC 6440		1786 May 28	W. Herschel
67	NGC 6426		1786 Jun 3	W. Herschel
68	NGC 7492		1786 Sep 20	W. Herschel
69	NGC 6229		1787 May 12	W. Herschel
70	NGC 2419		1788 Dec 31	W. Herschel
71	Dun 473	NGC 6541	1826 Mar 19	Cacciadore
72	Dun 265	NGC 2808	1826 May 7	Dunlop
73	Dun 388	NGC 5286	1826 Apr 29	Dunlop
74	Dun 388	NGC 4372	1826 Apr 30	Dunlop
75	Dun 389	NGC 5927	1826 May 8	Dunlop

ĐÁM SAO CẦU

76	Dun 611	NGC 5824	1826 May 10	Dunlop
77	Dun 552	NGC 5986	1826 May 10	Dunlop
78	Dun 536	NGC 6139	1826 May 13	Dunlop
79	Dun 557	NGC 6441	1826 May 13	Dunlop
80	Dun 417	NGC 6352	1826 May 14	Dunlop
81	Dun 445	NGC 3201	1826 May 28	Dunlop
82	Dun 508	NGC 1851	1826 May 29	Dunlop
83	Dun 578	NGC 2298	1826 May 30	Dunlop
84	Dun 68	NGC 6101	1826 Jun 1	Dunlop
85	Dun 573	NGC 6723	1826 Jun 3	Dunlop
86	Dun 457	NGC 6388	1826 Jun 5	Dunlop
87	Dun 376	NGC 6584	1826 Jun 5	Dunlop
88	Dun 460	NGC 6496	1826 Jun 28	Dunlop
89	Dun 607	NGC 6652	1826 Jun 28	Dunlop
90	Dun 225	NGC 6362	1826 Jun 30	Dunlop

ĐÁM SAO CẦU

91	Dun 295	NGC 6752	1826 Jul 28	Dunlop
92	Dun 62	NGC 362	1826 Aug 1	Dunlop
93	Dun 337	NGC 1261	1826 Nov 24	Dunlop
94	Dun 538	NGC 6380	1826	Dunlop
95	NGC 6749		1827 Jul 15	J. Herschel
96	NGC 6256		1834 Jun 28	J.Herschel
97	NGC 5946		1834 Jul 7	J. Herschel
98	NGC 6558		1834 Aug 3	J. Herschel
99	NGC 6325		1835 May 24	J. Herschel
100	NGC 6453		1837 Jun 8	J. Herschel
101	NGC 6760	GC 4473	1845 Mar 30	Hind
102	NGC 6535	GC 4369	1852 Apr 26	Hind
103	NGC 6539	GC 4370	1856 Sep	Brorsen
104	NGC 6366	GC 4301	1860 Apr 12	Winnecke
105	IC 1276	Palomar 7	1889	Swift

ĐÁM SAO CẦU

106	IC 1257		1890	Spitaler Harris
107	IC 4499		1901	D. Stewart
108	Palomar 4		1949	Hubble
109	Palomar 5		1950	Baade
110	Palomar 3		1952	Wilson, Baade
111	Palomar 6		1952	Abell
112	Palomar 8		1952	Abell
113	Palomar 12		1953	Harrington/Zwicky
114	Palomar 13		1953	Wilson
115	Palomar 1		1955	Abell
116	Palomar 2		1955	Wilson
117	Palomar 10		1955	Wilson
118	Palomar 11		1955	Wilson
119	Palomar 14		1958	Arp, van den Bergh
120	Palomar 15		1959	Zwicky

ĐÁM SAO CẦU

121	Tonantzintla 2	Pismis 26	1959	Pismis
122	Rup 106		1961	Ruprecht
123	Tezan 1			Tezan
124	Tezan 2			Tezan
125	Tezan 3			Tezan
126	Tezan 4			Tezan
127	Tezan 5			Tezan
128	Tezan 6			Tezan
129	Tezan 7			Tezan
130	Terzan 8		1968	Terzan
131	Terzan 9		1971	Terzan
132	Tezan 10			
133	Terzan 12		1971	Terzan
134	BH 176		1975	van den Bergh/Hagen
135	AM 1, E 1		1976	Lauberts
136	Eridanus Glob		1976	Schuster
137	E 3		1976	Lauberts

ĐÁM SAO CẦU

138	Liller 1		1977	Liller
139	UKS 1	UKS 1751-241	1982	Lauberts
140	ESO 452-11		1982	Lauberts
141	Djorg 1		1986	Djorgovski
142	Djorg 2	E456-SC38		
143	Pyxis Glob. Cl.		1995	Weinberger
144	2MASS-GC01	Hurt 1	2000	R.J. Hurt et.al. (2MASS)
145	2MASS-GC02	Hurt 2	2000	R.J. Hurt et.al. (2MASS)
146	ESO 280-SC06		2000	Ortolani/Bica/Barbuy
147	UMa Willman 1		2004	Willman
148	PWM78 2		2004	Willman
149	Vel Schuster 1		2004	Willman
150	GLIMPSE-C01		2004	Kubolnicky et.al. (SST)
151	Whiting 1		2002	Whiting
152	Segue 1		2006	Belokurov et.al. (SDSS)
153	FSR 1735	2MASS-GC03	2007	Froebrich/Meuseler/Scho

ĐÁM SAO CẦU

				Iz (2MASS)
154	Froebrich/Scholz/Raftery		2007	Bonatto/Bica/Ortolani/Barrbuy (2MASS)
155	Vir Kposov 1		2007	Kposov et.al. (SDSS)
156	FSR 1767	2MASS-GC04	2006	Froebrich/Scholz/Raftery
157	Gem Kposov 2		2007	Kposov et.al. (SDSS)
158	Alessi J12130-6242		2007	Willman

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Giáo trình Vật lý Thiên Văn: tác giả Nguyễn Đình Noãn, Phan Văn Đồng, Nguyễn Đình Thuần, Nguyễn Quỳnh Lan.
2. Giáo trình Thiên Văn Học Đại Cương: tác giả Trần Quốc Hà.
3. Tập chí Vật Lý Tuổi Trẻ.

❖ *Các trang web tham khảo:*

http://en.wikipedia.org/wiki/Globular_cluster

http://www.seds.org/~spider/spider/MWGC/Add/gc_pix.html

<http://khoahoc.com.vn/>

<http://www.physics.mcmaster.ca/~harris/mwgc.dat>

<http://www.dailygalaxy.com/>

<http://seds.org/>

<http://physicsworld.com/cws/home>

<http://www.dailygalaxy.com/>