



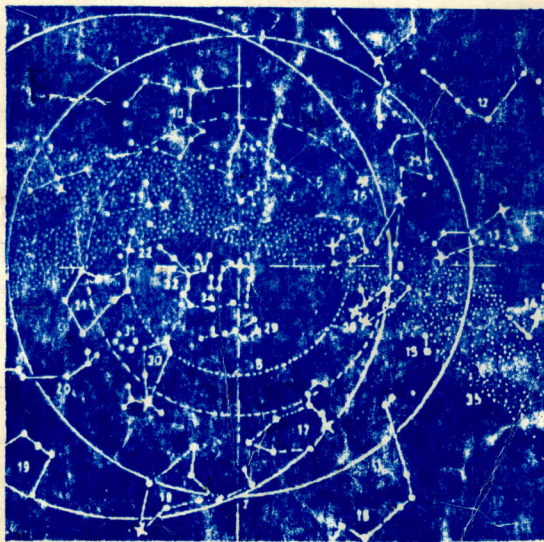
Biên soạn : ThS. TTr NGUYỄN CẢNH SƠN

Hiệu đính : NGƯT. TTr VŨ MỘNG NGỌC

THIÊN VĂN HÀNG HẢI

TẬP I

(THIÊN VĂN CƠ BẢN, CƠ SỞ)



TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI



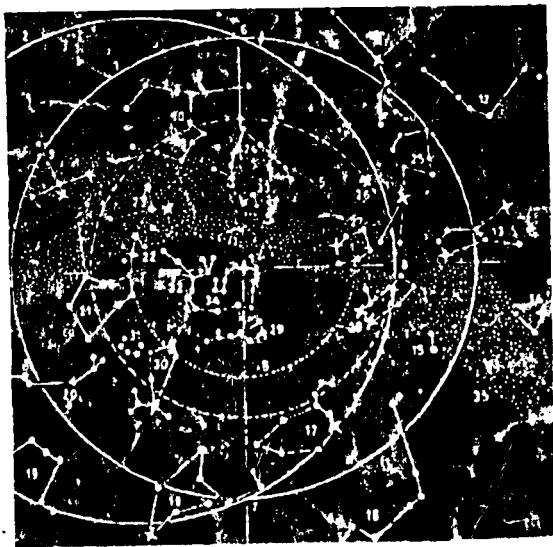
Biên soạn : ThS. TTr NGUYỄN CẢNH SƠN

Hiệu đính : NGUT. TTr VŨ MỘNG NGỌC

THIÊN VĂN HÀNG HẢI

TẬP I

(THIÊN VĂN CƠ BẢN, CƠ SỞ)



TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI

Biên soạn : Ths. TTr NGUYỄN CẢNH SƠN
Hiệu đính : NGUYỄN TTr VŨ MỘNG NGỌC

THIÊN VĂN HÀNG HẢI

TẬP 1

(THIÊN VĂN CƠ BẢN, CƠ SỞ)

25

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI

LỜI NÓI ĐẦU

BƯỚC ĐẦU

Thiên văn hàng hải như chính tên gọi của nó, có nghĩa là hàng hải với sự giúp đỡ của các thiên thể. Khác với Hàng hải địa văn, Hàng hải thiên văn là "Hàng hải ở ngoài biển khơi". Nó thường có độ chính xác kém hơn Hàng hải địa văn, và chỉ thường được các sĩ quan Hàng hải đặc biệt lưu ý khi các mục tiêu bờ (Land mark and Seamark) không còn tác dụng. Độ chính xác của vị trí tàu nhận được với sự giúp đỡ của các thiên thể khi ở ngoài biển khơi, thường kém hơn rất nhiều lần so với vị trí nhận được từ Hàng hải địa văn và các phương pháp khác. Tuy nhiên sai số này (thường là một vài hải lý) là có thể chấp nhận được nhất là trước đây khi chưa xuất hiện hệ thống vệ tinh Transit và GPS. Lịch sử phát triển của ngành Hàng hải đã chứng minh rằng: Cùng với La bàn từ, Hàng hải Thiên văn với Sextant và Thời kế là dụng cụ đi biển truyền thống và không thể thiếu được cho mọi con tàu khi muốn vượt đại dương. Và do đó, trong hầu hết các giáo trình Thiên văn Hàng hải, người ta đều nhấn mạnh và coi "Hàng hải thiên văn" là một kỹ năng truyền thống của mọi người sỹ quan Hàng hải, và chỉ có ai nắm vững được bầu trời trên đầu anh ta như mặt biển ở dưới chân anh ta, thì người đó mới có quyền tự hào về nghề nghiệp của mình.

Ưu điểm cơ bản của "Hàng hải Thiên văn" là hoàn toàn độc lập, thiết bị đơn giản và rẻ tiền, không đòi hỏi một nguồn năng lượng nào, và có thể ứng dụng bất kỳ một điểm nào trên trái đất.

Nhược điểm của nó là : lệ thuộc nhiều vào thời tiết và trình độ của người sử dụng, tính toán lâu và công kênh.

Nhiệm vụ của nó, chủ yếu từ bao đời nay là :

- Cung cấp các hiểu biết cần thiết về bầu trời, về khái niệm thời gian và cách đo thời gian cho mọi người đi biển.
- Xác định sai số của các la bàn khi tàu hành trình đi biển một cách thường xuyên và liên tục trong điều kiện thời tiết cho phép.
- Xác định vị trí trên biển bằng các phương pháp cho phép đồng thời các vì sao, không đồng thời (mặt trời), hoặc riêng rẽ các tọa độ tàu trong những trường hợp đặc biệt.

Để giải các bài toán trên, đòi hỏi người sỹ quan Hàng hải ngoài việc sử dụng thuần thục các dụng cụ quan sát thiên văn (sextant, thời kế, đồng hồ bấm giây ...), nhận biết chính xác các kiến thức về toán học, về lượng giác cầu để có thể

chuyển đổi nhanh chóng các tọa độ của thiên thể, tính toán để từ đó tìm ra các yếu tố cần thiết cho bài toán.

Trước đây để thực hiện các bài toán chuyển đổi và tìm các yếu tố cần thiết của bài toán thiên văn, các sỹ quan Hàng hải phải cùng một lúc sử dụng tài liệu như : Lịch thiên văn Hàng hải, các Bảng tính toán độ cao và phương vị thiên thể và phải tiến hành nhiều phép tính cùng một lúc. Điều đó đòi hỏi các sỹ quan Hàng hải phải vừa có kỹ năng quan sát, đo đạc các mục tiêu thiên thể tốt, đồng thời phải vừa có kỹ năng tính toán chính xác, tránh nhầm lẫn dẫn tới những sai sót đáng tiếc trong việc đánh giá và sử dụng vị trí tàu. Mặt khác việc sử dụng thời gian nhiều để tính toán cũng làm ảnh hưởng nhiều đến việc quan sát cảnh giới tàu.

Ngày nay cùng với sự tiến bộ vượt bậc của khoa học kỹ thuật, cùng với hệ thống vô tuyến dẫn đường (VTTP, DECCA, LORAN A, LORAN C, OMEGA ...), đặc biệt là hệ thống vệ tinh Transit, mà mấy năm gần đây đang được thay thế dần bằng hệ thống GPS, cho phép bất cứ lúc nào và ở bất cứ nơi đâu trên các đại dương, đều có thể xác định được vị trí tàu với độ chính xác vài chục mét hoặc thậm chí vài mét.

Nhưng như chúng ta đã biết, các hệ thống này cũng đều mang trong mình những sai số khác nhau và cùng phụ thuộc vào điều kiện thời tiết (sự khúc xạ của sóng điện từ truyền lan trong không khí, hiện tượng hiệu ứng bờ, ảnh hưởng của tầng điện ly ...), và đặc biệt nó chỉ được xây dựng ở từng khu vực mà điều kiện kinh tế của nhà nước ở khu vực đó cho phép, do đó nó hoàn toàn phụ thuộc, và chịu sự khống chế của nước lắp đặt. Điều này được minh chứng rõ ràng nhất thông qua sự khống chế về độ chính xác của hệ thống GPS, do cơ quan NASA của Mỹ lắp đặt. Mặt khác, máy móc dù có ưu việt đến đâu vẫn không tránh khỏi những hỏng hóc, hoặc không thể hoạt động được nếu không có nguồn năng lượng cung cấp cho nó. Điều này không phải là những trường hợp hiếm thấy trên các con tàu đi biển dài ngày, trong những tình huống thời tiết khắc nghiệt và luôn thay đổi, với những lý do như vậy cho nên thiên văn hàng hải không được phép lãng quên, mà còn ngày càng phải được chú trọng hơn, hoàn thiện hơn và phát triển cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật. Nhiệm vụ của nó ngày nay là : ngoài việc cung cấp hiểu biết về bầu trời, các khái niệm về thời gian, Thiên văn hàng hải còn được coi là phương pháp không thể thay thế được để dự đoán chính xác, và xác định gần đúng vị trí tàu (hay vị trí trên biển) trong các trường hợp rủi ro có thể xảy ra với các con tàu, hay với các trang thiết bị trên các con tàu khi vượt biển xa, hoặc đang hành hải trong những vùng không có mục tiêu bờ ...

Đồng thời để luôn kiểm tra sự hoạt động của các la bàn được trang bị trên tàu trong mọi điều kiện đi biển.

Trong những năm gần đây, trên các tàu biển đã trang bị các loại máy tính điện tử như các máy tính bỏ túi (calculator), các máy chuyên dụng cá nhân (personal computer), nhờ các thiết bị này mà việc giải các bài toán thiên văn được tiến hành nhanh hơn rất nhiều, đơn giản và tránh được các sai sót đáng tiếc không đáng xảy ra, từ đó nâng cao độ chính xác của vị trí tàu. Hiện nay trên thế giới đã có nhiều chương trình giải bài toán thiên văn hàng hải được lập cho máy tính và đã được sử dụng rộng rãi trên các đội tàu biển có trang bị máy tính (P.C) hoặc các loại máy tính kiểu chuyên dụng bỏ túi.

Với ý nghĩa đó, môn học Thiên văn Hàng hải vẫn được xếp vào 1 trong những môn học chính, truyền thống không thể thay thế được của chương trình đào tạo các cán bộ Hàng hải nói chung và cho những ai quan tâm nói riêng.

Để đáp ứng yêu cầu cấp thiết về tài liệu học tập và giảng dạy cho giáo viên và sinh viên ngành Điều khiển tàu biển, tài liệu tham khảo và sử dụng cho các sĩ quan hàng hải công tác trên đội tàu biển viễn dương và cận hải. Trong khi chờ đợi để đi tới một giao trình thiên văn hàng hải hoàn chỉnh đáp ứng các yêu cầu đầy đủ của ngành Hàng hải Việt Nam và các quy định chuẩn của IMO. Chúng tôi biên soạn cuốn giáo trình này trên cơ sở tổng hợp nội dung của 2 cuốn giáo trình. "**THIÊN VĂN HÀNG HẢI**" của Krasavsev xuất bản năm 1968 và 1978 với một số nội dung và tài liệu như "**Celestial Navigation**" của Frances W. Wright "**Dutton's Navigation and Pilotting**" của nhà xuất bản Maryland USA. Đồng thời đề cập đến đầy đủ các nội dung yêu cầu IMO về Thiên văn hàng hải dành cho các Thuyền trưởng và Đại phó, được quy định ở "**Training Course**" ký hiệu STW 22/ INF.2 ngày 22 tháng 09 năm 1990

Tuy nhiên do những hạn chế nhất định của người viết và thời gian, cho nên cuốn sách không thể tránh khỏi những sai sót. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của độc giả và các bạn đồng nghiệp.

Th.s, Th.Tr. Nguyễn Cảnh Sơn

PHẦN MỞ ĐẦU

I. THIÊN VĂN HỌC VÀ KHÁI NIỆM CỦA NÓ:

Thiên văn học là một môn khoa học nghiên cứu sự chuyển động, hình thành và phát triển của vũ trụ (các thiên thể trên bầu trời và các hệ thống của chúng ta), được ra đời trên nhu cầu đòi hỏi thực tế của con người và phát triển cùng với con người từ thời cổ xa xưa cho đến tận ngày nay, và tới tận mai sau ...

Hiện nay Thiên văn học được dùng để xác định thời gian chính xác, các tọa độ địa lý trong hàng không, vũ trụ, hàng hải, trắc địa và bản đồ học ... Nó nghiên cứu các cơ chế tác động của các thiên thể tới quả đất; nghiên cứu vật chất và sự cấu trúc của vũ trụ, cũng như sự hình thành, phát triển, cấu tạo và các quy luật chuyển động của chúng ...

Thiên văn học hiện đại ngày nay có mối liên quan chặt chẽ với các bộ môn khoa học tự nhiên như: Toán học, Vật lý, Sinh học, Địa lý, Địa chất học và Hóa học ... Nó ứng dụng thành tựu nghiên cứu các môn khoa học này và đồng thời sau đó tác động ngược lại, kích thích lẫn nhau và cùng phát triển.

Tùy theo các đối tượng nghiên cứu mà người ta phân ra các bộ môn Thiên văn học như sau:

1. Thiên văn cầu

Nghiên cứu các phương pháp lập các hệ thống tọa độ của thiên thể trên các mặt quả cầu phụ, sự thay đổi của những tọa độ này do những nguyên nhân khác nhau và cũng như những nguyên tắc tính toán thời gian.

2. Thiên văn thực hành

Nghiên cứu những phương pháp xác định tọa độ các thiên thể bằng quan sát phương pháp tìm tọa độ địa lý của vị trí người quan sát bằng các quan sát thiên văn, xác định các hướng thực trên mặt đất, thời gian chính xác v.v... Trong thiên văn thực hành, người ta còn nghiên cứu những dụng cụ dùng để quan sát và phương pháp sử dụng chúng.

Phụ thuộc vào mục đích, phương pháp và dụng cụ dùng để quan sát thiên văn thực hành chia ra làm bốn phần hoàn toàn riêng biệt sau:

a: *Thiên văn khí tượng* (đôi khi còn gọi là thiên văn cơ sở). Trong thiên văn khí tượng, những sự quan sát được tiến hành bằng những dụng cụ khí tượng lớn cố định, bằng những phương pháp đặc biệt đó, có độ chính xác cao, nhưng các

kết quả quan sát nhằm phục vụ những mục đích khoa học là chủ yếu và làm khởi điểm để giải đáp những vấn đề về lý thuyết và thực hành.

b. *Thiên văn trắc địa* : Trong thiên văn trắc địa việc quan sát được tiến hành bằng những dụng cụ di động chính xác tại những địa điểm khác nhau trên đất liền (ở ngoài trời), kết quả thu được chủ yếu nhằm phục vụ những mục đích thực hành thuần túy như : xác định tọa độ vị trí và các hướng thực.

c. *Thiên văn hàng hải* : Trong thiên văn hàng hải cũng như những bài toán đó được giải trong những điều kiện ngoài biển, bằng những dụng cụ thô sơ hơn với độ chính xác nhỏ hơn.

d. *Thiên văn hàng không* : Trong thiên văn hàng không cũng chính những bài toán đó được giải, bằng cách ứng dụng vào những chuyến bay trong không khí và với độ chính xác còn nhỏ hơn nữa.

3. Cơ học thiên thể :

Nghiên cứu trên nguyên lý những định luật cơ học, định luật hấp dẫn vũ trụ, sự chuyển động thật của các thiên thể trong không gian, khối lượng và hình dạng của chúng. Phần này có quan hệ chặt chẽ với thiên văn lý thuyết.

4. Thiên văn lý thuyết:

Nghiên cứu các phương pháp xác định những chuyển động nhìn thấy và những vị trí của các thiên thể trên quả cầu theo những chuyển động thật của chúng trong không gian và ngược lại, các phương pháp xác định những chuyển động thật theo những vị trí nhìn thấy của các thiên thể trên quả cầu và thời gian (sự tính toán các quỹ đạo).

5. Thiên văn lý học:

Nghiên cứu những quá trình lý và hóa xảy ra trên các thiên thể và trong vũ trụ nói chung.

6. Thiên văn sao:

Nghiên cứu sự phân chia các vì sao và vật chất trong không trung, việc phân loại chúng... và đồng thời nghiên cứu tất cả những quá trình xảy ra trong vũ trụ sao.

7. Thiên văn vô tuyến:

Nghiên cứu về bức xạ vô tuyến của các thiên thể và những phương tiện , phương pháp được ứng dụng cho vấn đề này. Khoa học này đã xuất hiện sau đại chiến thế giới thứ 2 và trong thời gian gần đây đang được phát triển mạnh mẽ.

8. Thiên văn sinh học:

Nghiên cứu các vấn đề tồn tại của sự sống, những khả năng và điều kiện trải qua của nó trên các thiên thể, đặc biệt là trên các thiên thể của hệ thống mặt trời.

9. Vũ trụ học:

Nghiên cứu những vấn đề phát sinh và sự phát triển của các thiên thể, những hệ thống của chúng và đồng thời những sự tập hợp khác của vật chất trong không gian.

10. Thiên văn chung hay thiên văn mô tả:

Trình bày ngắn gọn riêng tất cả các phần của thiên văn học với mục đích làm quen với các phương pháp ứng dụng và những kết quả đã thu được.

Hầu hết tất cả các phần đã nêu của thiên văn học có quan hệ chặt chẽ với nhau về mục tiêu quan sát cũng như về phương pháp.

Thiên văn học có ý nghĩa khoa học và tư tưởng lớn đối với xã hội. Xã hội chủ nghĩa. Đối với ngành công nghiệp phát triển cao và ngành giao thông vận tải cần phải có thời gian chính xác, tọa độ, địa dư chính xác các hướng và các số liệu khác thu từ các phương pháp thiên văn.

Thiên văn học giúp ta, nghiên cứu những quá trình vận động và phát triển của vật chất trong những điều kiện không có được ở trên trái đất. Nhưng con người có sự hiểu biết tốt những hiện tượng thiên nhiên rất cần thiết cho xã hội XHCN, và ở đây, vai trò đặc biệt lớn của thiên văn học từ cổ xưa đến nay là chiến trường giữa khoa học và khí tượng, giữa chủ nghĩa duy vật biện chứng và chủ nghĩa duy tâm. Từ quan điểm đó thiên văn học rất quan trọng đối với sự giáo dục những con người của thế giới quan duy vật biện chứng.

II. THIÊN VĂN HÀNG HẢI:

Thiên văn Hàng hải ứng dụng phương pháp chung của thiên văn thực hành và thiên văn cầu, nhưng các kết quả quan sát và tính toán nhằm phục vụ mục đích hàng hải. Chính vì thế đối với những quan sát thiên văn trên biển và thực hành chung đặt ra những yêu cầu hoàn toàn khác so với những sự quan sát trên bờ, như:

1. Khả năng tiến hành những sự quan sát trong thời gian ngắn, nhanh và chính xác từ một nền di động - boong tàu.

2. Việc tính toán cần phải đơn giản và hoàn thành một cách nhanh chóng, không nhầm lẫn và do một người làm. Những yêu cầu đó đã dẫn tới việc chế tạo ra những dụng cụ, phương pháp và các tài liệu chuyên dụng khác biệt nhiều so

với trên bờ. Hiện nay những phương pháp thiên văn hàng hải đơn giản đi nhiều và có khả năng ứng dụng vào hàng hải đến nỗi đôi khi thiên văn hàng hải được coi là một thành phần cấu tạo của hàng hải như kiểm tra sự tính toán, đường đi của tàu bằng những thiên thể. Bởi vậy có thể nói, môn học thiên văn hàng hải là sự ứng dụng những hiểu biết thiên văn nhằm đáp ứng những yêu cầu về điều khiển tàu.

Những nhiệm vụ chính được giải quyết trong thiên văn hàng hải sẽ là : xác định vị trí trên mặt biển theo những lần quan sát các thiên thể và xác định các hướng đi thật để có được những số hiệu chỉnh của la bàn, đồng thời cũng phải tính đến ý nghĩa hiểu biết chung rất lớn về thiên văn đối với những người lái tàu.

Sự xuất hiện thiên văn hàng hải như một khoa học có thể tính từ thế kỷ XV là thời gian của những phát triển địa lý vĩ đại. Khi những cuộc xuất phát ra ngoài biển cả thành thường xuyên và đặc biệt ra đại dương đòi hỏi áp dụng những phương pháp mới để xác định vị trí, bằng những quan sát các thiên thể. Ban đầu ở trên biển người ta đã đem ra sử dụng những phương pháp và dụng cụ cũng như trên lục địa trong dạng đơn giản hơn nhưng những đặc điểm của việc quan sát trên nền di động yêu cầu phải ở những dụng cụ và phương pháp chuyên môn. Để đo những góc thẳng đứng (chiều cao của thiên thể) đầu tiên người ta dùng những dụng cụ thô sơ: máy đo góc qua dran, máy đẳng cao, thước đo độ và chỉ đến thế kỷ XVIII, dụng cụ đo góc đã được phát minh có độ chính xác lớn trong điều kiện biển là sextant và được sử dụng ở một dạng hoàn chỉnh cho đến ngày nay. Ở thế kỷ XV xuất hiện những tài liệu đầu tiên để tính toán những quan sát, đó là bảng tọa độ mặt trời và sao, ban đầu bảng tính đó được xuất bản một cách tuần hoàn và đến cuối thế kỷ XVIII - xuất bản hàng năm.

Bảng tọa độ cho phép ta chọn trong đó tọa độ của những thiên thể được quan sát (chủ yếu là mặt trời) tại thời điểm quan sát và nhờ đó tìm được vĩ độ của vị trí. Việc xác định kinh độ là công việc phức tạp hơn vì rằng yêu cầu biết thời gian chính xác trên kinh tuyến gốc (từ năm 1844 kinh tuyến của đài khí tượng Greenwich gần London được thừa nhận là kinh tuyến gốc Greenwich meridian).

Chỉ từ khi sáng chế ra thời kế (ở thế kỷ thứ XVIII) và khởi thảo phương pháp " Những khoảng cách mặt trăng" mới cho khả năng tìm kinh độ bằng cách so sánh thời gian trên kinh tuyến địa phương và kinh tuyến gốc. Các phương pháp riêng biệt xác định tọa độ được áp dụng trên biển trong một thời gian khá dài.

Vào giữa thế kỷ thứ XIX người ta đã tìm ra phương pháp xác định vị trí tàu bằng các đường vị trí gọi là phương pháp các đường cao vị trí. Như đã biết trong

hàng hải, vị trí tàu trên hải đồ tìm được bằng cách vẽ coi như giao điểm của 2 hoặc 3 đường phương vị, khoảng cách v.v... Hoàn toàn tương tự như vậy, trong thiên văn học, vị trí xác định có thể tìm được như giao điểm của 2 hoặc 3 đường vị trí tương ứng với 2 hoặc 3 độ cao của thiên thể.

Việc xác định vị trí tàu bằng phương pháp "Thiên văn" ở trên biển, cho đến nay được sử dụng rộng rãi trên các đội tàu đi biển, gần và xa, cùng với những ưu điểm cơ bản của nó là: Hoàn toàn độc lập, vị trí xác định có độ chính xác yêu cầu, các thiết bị lại đơn giản rẻ tiền và dễ bảo quản, đặc biệt không đòi hỏi một nguồn năng lượng nào. Ngoài ra thiên văn Hàng hải ngày nay vẫn đang là phương pháp duy nhất để kiểm tra số hiệu chỉnh la bàn ngoài biển khơi, ở những nơi không có mục tiêu bờ (Landmark and Seamarle).

Mặc dù có những sự hạn chế của nó như phụ thuộc vào thời tiết và đòi hỏi sự đo đạc tính toán tỷ mỉ, nhưng hàng hải thiên văn vẫn là một kỹ năng truyền thống của người cán bộ hàng hải. Nó cũng tồn tại và phát triển cùng với đội tàu đang ngày càng tiến tới tự động hóa và hiện đại hóa, sánh vai cùng với các phương pháp dẫn tàu hiện đại, đảm bảo cho sự đi lại an toàn trên biển.

Nội dung của môn Hàng hải thiên văn bao gồm các phần cơ bản như sau:

1. Nguyên lý thiên văn cần ở đây nghiên cứu những tọa độ của thiên thể, sự thay đổi của chúng và việc đo thời gian (gọi là phần thiên văn cơ bản và cơ sở).
2. Dụng cụ thiên văn hàng hải: Sextant, Thời kế, Quả cầu sao ... Các tài liệu sử dụng: Lịch thiên văn hàng hải, Các bảng toán chuyên dụng...
3. Phương pháp xác định số hiệu chỉnh của la bàn.
4. Những phương pháp xác định vị trí tàu trên biển, hay riêng rẽ các tọa độ của nó.

III. KHÁI NIỆM VỀ THÁI DƯƠNG HỆ:

Thái dương hệ là tổng hợp tất cả vật thể trong vũ trụ, các phân tử, nguyên tử, các chất phóng xạ ... được nối với nhau bằng trường hút của mặt trời và chuyển động trong giới hạn sức hút đó.

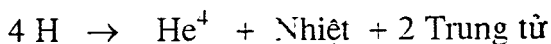
Thái dương hệ bao gồm tâm là mặt trời và quay xung quanh nó có 9 hành tinh và 32 vệ tinh của các hành tinh đó, cùng với vô số các tiểu hành tinh, mảnh vỡ vũ trụ, các vệ tinh nhân tạo, không khí và các hợp chất... tạo thành một vũ trụ bao bọc xung quanh ta. Ngoài ra nó còn tồn tại các điện tử, trung tử, nguyên tử sống vô tuyến, các tia phóng xạ ... Do đó mà người ta nói rằng: Thái dương hệ là một thế giới vật chất.

Đơn vị đo chiều dài khoảng cách được dùng trong Thái dương hệ là đơn vị đo chiều dài trong thiên văn, nó bằng khoảng cách trung bình giữa trái đất và mặt trời

$$1 \text{ đ.v.t.v} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$$

Giới hạn của Thái dương hệ là thiên cầu mà trong đó sức hút của Mặt trời lớn hơn sức hút của các hành tinh khác. Bán kính của thiên cầu được xác định vào khoảng 100.000 đ.v.t.v ($149,6 \cdot 10^{11}$ Km).

Mặt trời là ngôi sao lớn nhất và duy nhất trong Thái dương hệ tự phát sáng bởi 1 quá trình liên tục của phản ứng nhiệt hạch nguyên tử.

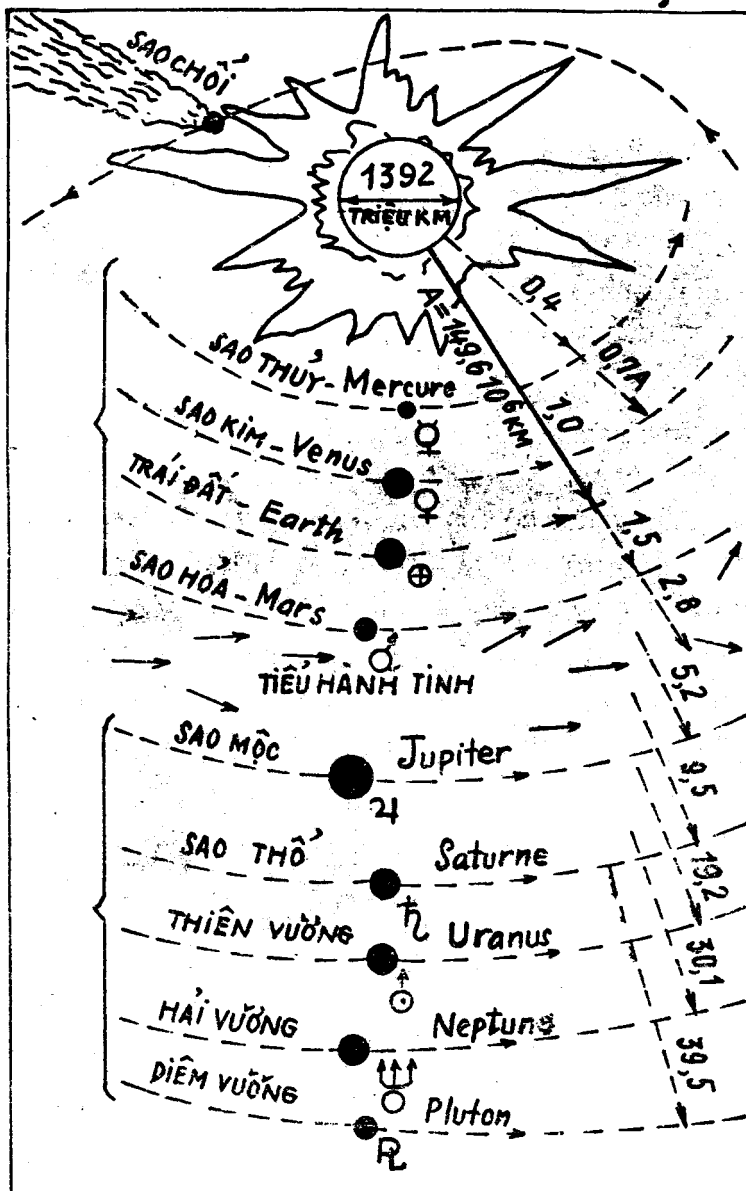


Nó có đường kính gấp 109 lần đường kính của Trái đất, thể tích gấp 1.301.000 lần Trái đất, khối lượng gấp 233.400 lần. Nhiệt độ trong lòng nó lên đến $22 \cdot 10^6$ độ C và giảm dần, cho đến khi lớp ngoài cùng chỉ còn 6000^0C . Khí quyển Mặt trời chủ yếu là Hydro và Heli (90% trọng lượng), 10% còn lại là các chất mà ta thấy trên trái đất như Oxy, sắt, Natri, Magiê, Canxi, v.v...

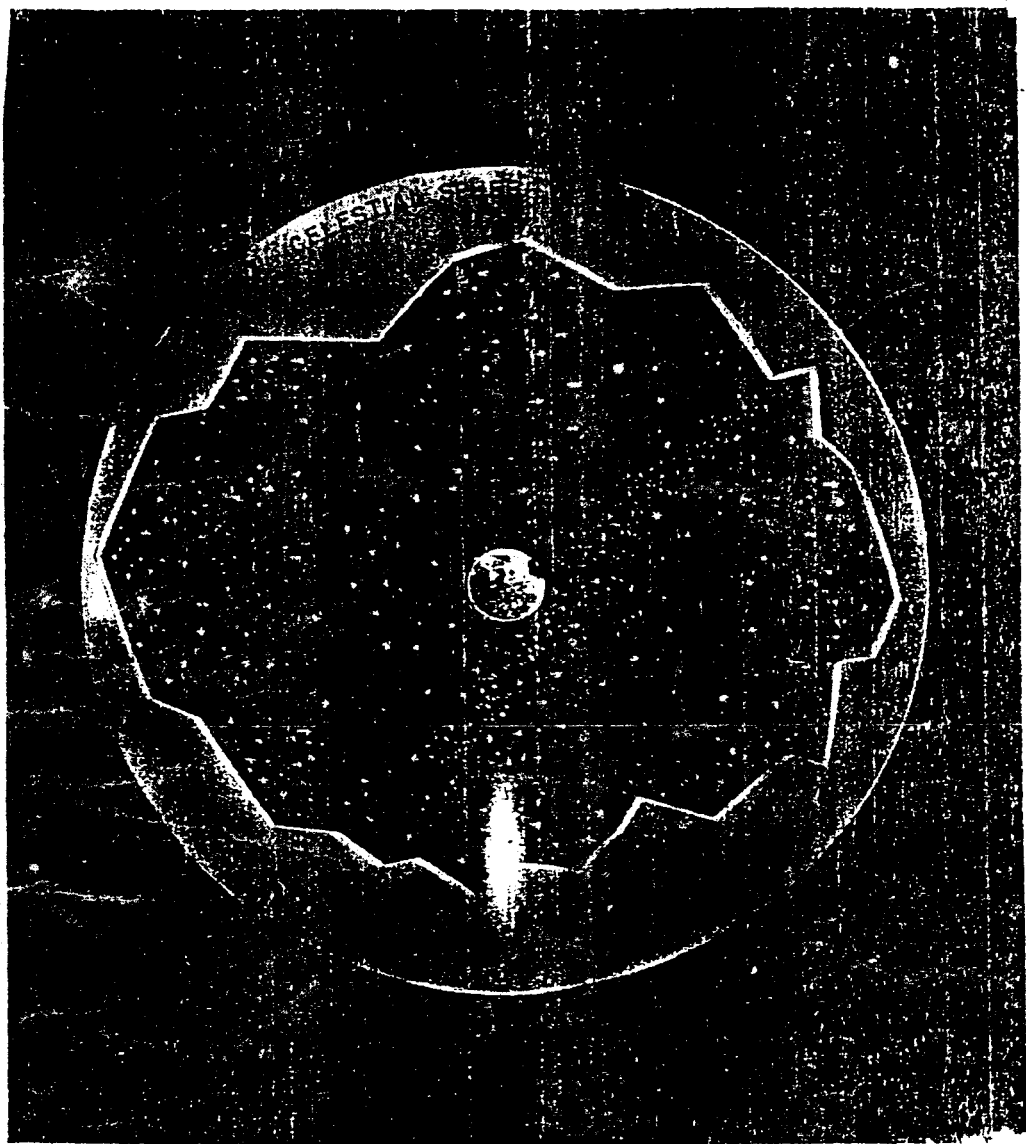
Các hành tinh trong hệ mặt trời sắp xếp như hình vẽ. Trong cùng là Sao thủy (Mercury) rồi đến Sao kim (Venus) tiếp đến là Trái đất (Earth). Sau Trái đất lần lượt đến các hành tinh : Sao Hỏa (Mars). Các tiểu hành tinh, Sao Mộc (Jupiter), Sao Thổ (Saturne), Sao Thiên Vương (Uran), Sao Hải Vương (Neptune) và cuối cùng xa nhất là Sao Diêm Vương (Pluton)

Trừ các hành tinh Venus, Mercury, Pluton (Sao Kim, Sao Thủy và Diêm Vương) là không có các vệ tinh, còn 6 hành tinh còn lại đều có các vệ tinh quay xung quanh mình nó. Trái đất có 1 (Mặt trăng). Sao hỏa, Sao Hải Vương có 2 ; Sao Thiên Vương có 5, còn Sao Thổ có 9 và Sao Mộc nhiều nhất có tới 13 vệ tinh.

Các hành tinh chuyển động theo những quỹ đạo riêng của mình, là những hình elip có một trong hai tiêu điểm là tâm của Mặt trời. Mặt phẳng của các quỹ đạo này lệch nhau rất ít, và do đó toàn bộ Thái dương hệ được coi như một đĩa phẳng và dẹt. Các hành tinh đều tham gia 2 chuyển động : quay quanh tâm và tự quay quanh mình nó. Ta sẽ nghiên cứu những chuyển động này ở § 15 trong chương 5 của cuốn sách này.



Hình 1



Hình 2

PHẦN THỨ NHẤT

THIÊN VĂN CƠ BẢN VÀ CƠ SỞ

Chương I

THIÊN CẦU VÀ CÁC HỆ TỌA ĐỘ THIÊN THỂ TRÊN THIÊN CẦU

§1. KHÁI NIỆM VỀ THIÊN CẦU, CÁC ĐƯỜNG VÀ ĐIỂM TRÊN THIÊN CẦU

1. Khái niệm về thiên cầu.

Muốn xác định vị trí của một người quan sát nào đó trên bề mặt trái đất theo những sự quan sát Thiên văn, thì điều đầu tiên đòi hỏi là phải thiết lập được những mối quan hệ logic toán học giữa các mục tiêu thiên thể với vị trí của người quan sát. Trong thiên văn Hàng hải, người ta thiết lập các quan hệ logic toán học đó thông qua một quả cầu phụ, gọi là "Thiên cầu" với các hệ tọa độ được gắn trên đó.

Khi quan sát khoảng bầu trời quanh ta, chúng ta như có cảm tưởng rằng: mọi thiên thể xung quanh ta đều ở cách chúng ta theo một khoảng cách như nhau, trong một bề mặt của một quả cầu nào đó, mà người ta gọi nôm na là bầu trời, hay vòm trời. Nhưng trong thực tế thì các thiên thể khác nhau sẽ ở cách chúng ta trên những khoảng cách khác nhau. Do đó mà trong Thiên văn Hàng hải người ta không sử dụng quan hệ giữa các khoảng cách của các thiên thể mà sử dụng quan hệ về các giá trị góc giữa chúng với một mốc chung nào đó. Để đơn giản cho việc tính toán và thuận tiện cho việc xác định vị trí bằng thiên văn, người ta chấp nhận rằng bao quanh ta là một bầu trời có dạng hình tròn vô tận, có bán kính là một đại lượng không xác định nhưng được biểu diễn trên một hình cầu có bán kính giới hạn, và trên bề mặt của quả cầu đó có các thiên thể chuyển động từ Đông sang Tây (ngược chiều với chuyển động tự quanh mình nó của Trái đất). Quả cầu như thế được gọi là "Thiên cầu" hay "Quả cầu phụ" toán học.

Trên thiên cầu người ta xây dựng những hệ thống tọa độ với các đường, điểm, vòng tròn chính và phụ, các mặt phẳng và những hướng chính, phụ trong không

gian cùng với các thiên thể - nói đúng hơn là các hình chiếu của chúng. Ý nghĩa của việc xây dựng thiên cầu là :

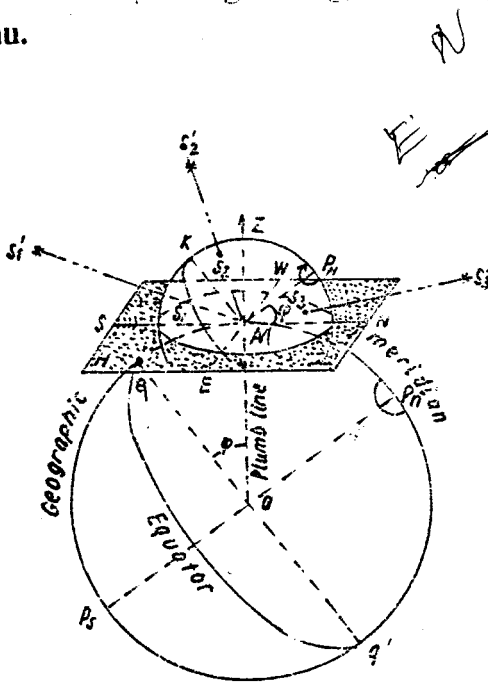
- Để ứng dụng giải các bài toán tìm giá trị góc trong không gian, thông qua các mối quan hệ toán học.

- Để lập lại, qua đó giải thích những sự chuyển động khác nhau của các thiên thể trong vũ trụ và các ứng dụng của chúng.

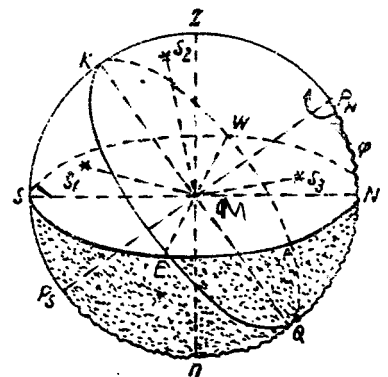
Thiên cầu qua đó, rõ ràng được xây dựng tùy theo yêu cầu biểu diễn của nó đối với người ứng dụng. Do vậy, tâm của nó có thể là một điểm bất kỳ trong không gian, nhưng để rõ ràng và đơn giản hơn, thường thì người ta chọn tâm của thiên cầu ở tâm của quả đất, hoặc đôi khi ở mắt của người quan sát, hay ở tâm của Mặt trời.

Việc chọn tâm của Trái đất làm tâm của Thiên cầu, ngoài các yêu cầu trên, còn có ý nghĩa, nguồn gốc lịch sử theo sự tưởng tượng cổ xưa của loài người về Thái dương hệ.

2. Các hệ thống đường, điểm, mặt phẳng và vòng tròn chính trên thiên cầu.



H.3a



H.3b

Hình 3

Trên H.3a, ta biểu thị thiên cầu được xây dựng ở tâm là mắt người quan sát tại điểm M trên địa cầu. Cõi Trái đất dưới dạng một hình cầu với các ký hiệu $p_n p_s$ là địa trục, qq' là mặt phẳng xích đạo, cung $qM = \varphi$, là vĩ độ địa lý của người quan sát ở điểm M vào thời điểm ta xét, H là mặt phẳng chân trời thật, đi qua mắt người quan sát và vuông góc với đường thẳng đi qua vị trí người quan sát M và tâm của địa cầu O. Vòng tròn lớn $Mp_n q' p_s q$ là kinh tuyến địa dư hay kinh tuyến người quan sát, còn các đường NS, EW xác định bốn hướng tới phương trời.

Khi đó trên thiên cầu ta có các định nghĩa sau đây :

2.1. Đường thẳng đi qua tâm M của Thiên cầu song song với địa trục $p_n p_s$ cắt thiên cầu ở hai điểm $P_N P_s$ được gọi là Thiên trục (Celestial Axe). Điểm cắt tương ứng với địa cực Bắc p_n được gọi là Thiên cực bắc P_N , tương ứng với p_s là Thiên cực Nam P_s .

2.2. Chiều vị trí người quan sát M lên thiên cầu theo hướng đường dây nối OM, ta được các điểm Z - Thiên đỉnh (Zenit) của người quan sát (điểm chiếu trên) và η - Thiên đế của người quan sát (điểm chiếu dưới) của thiên cầu.

2.3. Vòng tròn lớn nằm trong mặt phẳng đi qua tâm M (mặt phẳng chân trời thật H) gọi là vòng tròn chân trời thật (True horizon), nó vuông góc với đường thẳng nối thiên đỉnh Z và thiên đế η .

2.4. Vòng tròn lớn có mặt phẳng vuông góc với thiên trục $P_N P_s$ (tức là song song với mặt phẳng xích đạo của trái đất) được gọi tương ứng là vòng tròn Thiên xích đạo (Celestial Equator).

2.5. Các vòng tròn lớn chứa đường nối thiên đỉnh và thiên đế (vuông góc với mặt phẳng chân trời thật) được gọi là các vòng thẳng đứng (vertical circle). Vòng thẳng đứng đi qua vị trí của thiên thể C nào đó trên thiên cầu, được gọi là vòng thẳng đứng có chứa thiên thể.

2.6. Các vòng tròn lớn chứa thiên trục $P_N P_s$ (vuông góc với mặt phẳng thiên xích đạo) được gọi là các thiên kinh tuyến (Meridian). Thiên kinh tuyến chứa các điểm Z và η , được gọi là thiên kinh tuyến người quan sát. Nửa chứa thiên đỉnh Z được gọi là Thiên kinh tuyến thượng, nửa chứa thiên đế η được gọi là thiên kinh tuyến hạ, trên hình - 3b, nó được ký hiệu bằng đường lượn sóng. Các thiên kinh tuyến, trừ thiên kinh tuyến người quan sát được, sử dụng trong các bài toán thực tế, được định nghĩa như là nửa vòng tròn lớn có chứa thiên trục. Và vì nó được dùng để đo góc giờ của các thiên thể so với thiên kinh tuyến người quan sát, cho nên nó còn được gọi là các vòng giờ (Hour Circle).

2.7. Thiên kinh tuyến người quan sát chia thiên cầu ra làm hai nửa : Nửa phía Đông (phần có chứa điểm E) và nửa phía Tây (phần có chứa điểm W).

2.8. Mặt phẳng chứa vòng tròn thiên xích đạo chia thiên cầu ra làm hai phần : Bán cầu Bắc (nửa có chứa thiên cực Bắc - P_N) và Bán cầu Nam (nửa có chứa thiên cực Nam - P_S)

2.9. Mặt phẳng chân trời thật chia thiên cầu ra làm hai phần bằng nhau : Phần trên chân trời (nửa có chứa thiên đỉnh Z) và phần dưới chân trời (nửa có chứa thiên đế η)

2.10. Mặt phẳng chân trời thật cắt mặt phẳng thiên kinh tuyến cho ta đường Bắc Nam - NS hay còn gọi là đường Tý Ngọ. Giao điểm của đường Tý Ngọ với thiên cầu cho ta các điểm Bắc - North và Nam - South. Điểm Bắc (N) gần với Thiên cực Bắc P_N , còn điểm Nam (S) gần với thiên cực Nam của Thiên cầu.

2.11 Mặt phẳng chân trời thật cắt mặt phẳng thiên xích đạo cho ta đường Đông Tây - EW vuông góc với đường Nam Bắc - NS. Đường Đông Tây - EW cắt thiên cầu tại hai điểm E và W. Điểm Đông - East về phía cùng chiều quay của kim đồng hồ so với điểm Bắc (North). Điểm Tây - West về phía ngược chiều quay của kim đồng hồ so với điểm Bắc.

2.12. Vòng thẳng đứng đi qua các điểm E và W được gọi là vòng thẳng đứng gốc (Primer vertical), hay vòng thẳng đứng Đông Tây. Nó có hai nửa; nửa có chứa điểm E được gọi là vòng thẳng đứng gốc phía Đông, nửa có chứa điểm W được gọi là vòng thẳng đứng gốc phía Tây.

2.13. Trên hình 3a và 3b ta thấy rằng : Thiên cực P_N và P_S có thể nằm trên đường chân trời - Trường hợp này được gọi là cực thượng (điểm trên), hay nằm dưới chân trời - được gọi là cực hạ (điểm dưới), tùy thuộc vào vĩ độ địa lý φ_M của người quan sát. Như vậy việc xác định thiên cực nào ở điểm thượng và hạ phụ thuộc vào tên của vĩ độ người quan sát - cùng tên là cực thượng, khác tên là cực hạ.

3. Các hệ thống vòng tròn phụ trên thiên cầu.

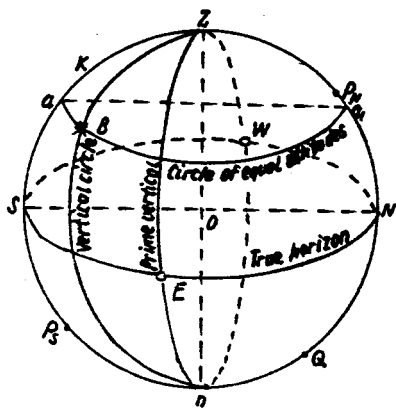
Trên thiên cầu người ta lưu ý đến 2 hệ thống vòng tròn nhỏ (xem H.4) là :

3.1. Hệ thống vòng tròn độ cao (Circle of equal altitudes) : Là những vòng tròn nhỏ có mặt phẳng song song với mặt phẳng chân trời thật (aa' , bb')

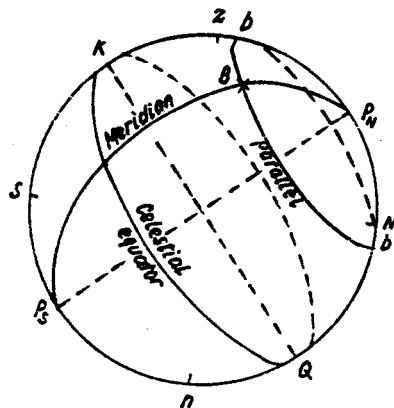
3.2. Hệ thống các vòng vĩ tuyến, hay các vòng xích vĩ (Parallel) : là các vòng tròn nhỏ, có mặt phẳng song song với mặt phẳng thiên xích đạo, hay là vuông

25

góc với đường thiên trục $P_N P_S$. Trên hình vẽ nó được biểu diễn bởi các cung $C_1 C_1'$: $C_2 C_2'$...



H.4a



H.4b

Hình 4

§2. CÁC HỆ TỌA ĐỘ CỦA THIÊN THỂ TRÊN THIÊN CẦU

Ta đã biết rằng vị trí của một điểm trên địa cầu hoàn toàn được xác định bởi tọa độ địa lý φ (vĩ độ) và λ (kinh độ) của nó. Các mặt phẳng chính của hệ tọa độ địa lý hay đôi khi còn được gọi là địa dư này là 2 vòng tròn lớn xác định trên địa cầu, có mặt phẳng vuông góc với nhau (xích đạo và kinh tuyến gốc Greenwich có $\lambda_G = 0^\circ$). Tương tự như vậy, trên thiên cầu để xác định vị trí của một thiên thể hay một điểm nào đó, người ta xây dựng các hệ tọa độ cũng bằng các vòng tròn lớn hoàn toàn xác định và vuông góc với nhau. Các cặp vòng tròn lớn đó là :

1. Vòng tròn mặt phẳng chân trời thật (true horizon) và Thiên kinh tuyến người quan sát (meridian) : Là cơ sở để xây dựng hệ tọa độ chân trời với hướng chính được chọn là đường thẳng đứng đi qua Z.

2. Vòng tròn mặt phẳng thiên xích đạo (celestial equator) và thiên kinh tuyến người quan sát (meridian) - *Hệ tọa độ xích đạo loại 1.*

3. Vòng tròn mặt phẳng thiên xích đạo (celestial equator) và thiên kinh tuyến đi qua điểm Aries γ (điểm Xuân phân)- *Hệ tọa độ xích đạo loại 2.*

Ngoài ra trong thiên văn còn dùng hệ tọa độ Hoàng đạo (vòng tròn cơ bản là Hoàng đạo, hướng chính là hoàng trực); hệ tọa độ Ngân Hà (vòng tròn cơ bản gần trung tâm giải Ngân Hà); hệ tọa độ Bạch Đạo (vòng tròn cơ bản là Bạch Đạo, hướng chính là trục quay của mặt Trăng).

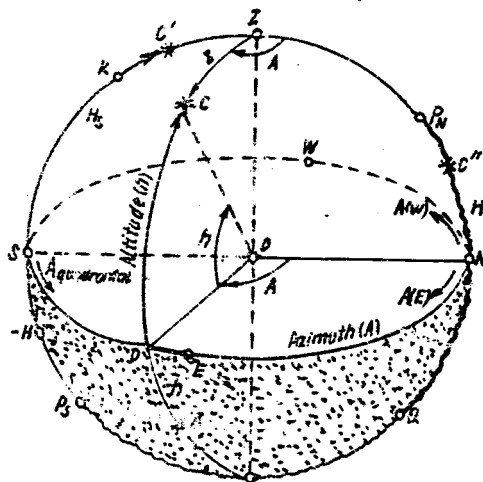
I. Hệ tọa độ chân trời thật.

Như đã nói ở trên, hệ tọa độ chân trời thật được xây dựng bởi hai mặt phẳng của vòng tròn chính: Chân trời thật và thiên kinh tuyến người quan sát hướng chính đường thẳng đứng đi qua người quan sát tới thiên đỉnh. Tọa độ của một điểm bất kỳ trong hệ tọa độ này được xác định bằng hai đại lượng :

- Phương vị - Azimuth angle (Ac hay Zn)

- Độ cao - Altitude (Ho hay h_s)

1) *Phương vị Ac của thiên thể:* là đại lượng được đo bằng giá trị của cung vòng tròn chân trời thật tính từ thiên kinh tuyến người quan sát đến vòng thẳng đứng đi qua thiên thể, hay là góc nhị diện hợp bởi 2 mặt phẳng thiên kinh tuyến người quan sát và vòng thẳng đứng đi qua thiên thể. Từ định nghĩa này ta thấy góc Ac có thể đo được ở tâm O của thiên cầu hay ở thiên đỉnh Z (góc cầu).



Hình 5