

GIÁC TRÌNH MÔN HỌC : THIÊN VĂN HÀNG HẢI

I. PHẦN MỞ ĐẦU :

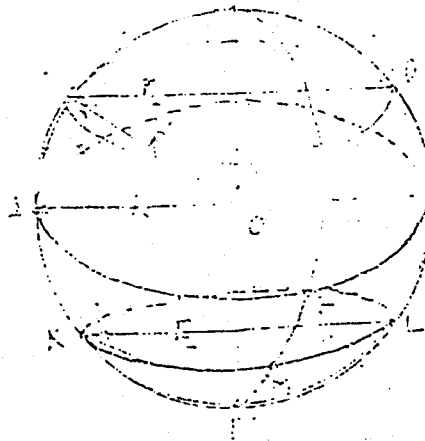
II. PHẦN THỨ NHẤT : THIÊN VĂN CƠ BẢN VÀ CƠ SỞ

CHƯƠNG 1 : THIÊN CẦU VÀ CÁC HỆ TỌA ĐỘ THIÊN THỂ

♦ 1. KHÁI NIỆM VỀ THIÊN CẦU - CÁC ĐIỂM, ĐƯỜNG VÀ VÒNG TRÒN TRÊN THIÊN CẦU.

1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HÌNH HỌC CẦU :

- Khối cầu là một vật thể được giới hạn bởi một bề mặt, mà tất cả các điểm của nó đều cách đều một điểm O gọi là tâm của khối cầu.
- Bán kính của khối cầu R là khoảng cách từ tâm O của nó đến một điểm bất kỳ nào đó trên bề mặt cầu, ví dụ đến điểm A hay C.
Khi cắt khối cầu bằng một mặt phẳng đi qua tâm của nó, trên mặt cầu sẽ hình thành một vòng tròn lớn, được gọi một cách đơn giản là vòng tròn lớn. Các bán kính của tất cả các vòng tròn lớn của một khối cầu đã cho thì bằng nhau và bằng chính bán kính của khối cầu : $OA = OC = R$.
- Giao tuyến của khối cầu với một mặt phẳng không đi qua tâm của nó sẽ hình thành một vòng tròn nhỏ, ví dụ vòng tròn CEDC hay KMLK. Bán kính r của vòng tròn nhỏ phụ thuộc vào khoảng cách giữa mặt phẳng của vòng tròn đó và tâm khối cầu. Ví dụ $r_1 > r_2$ vì mặt phẳng của vòng tròn CEDC gần tâm cầu hơn là mặt phẳng của vòng tròn KMLK.



- ▷ Khoảng cách ngắn nhất giữa 2 điểm trên bề mặt cầu là cung nhỏ hơn của vòng tròn lớn đi qua 2 điểm đó. Ví dụ khoảng cách ngắn nhất giữa 2 điểm E và F là cung vòng lớn EF.

2. THIÊN CẦU :

Trong hàng hải học, để xác định vị trí tàu bằng cách quan trắc các mục tiêu địa văn ta cần phải biết vị trí của chúng trên hải đồ, tức là trên bề mặt của Trái đất. Trong Thiên văn hàng hải cũng vậy, ta cần biết vị trí của các mục tiêu trên bầu trời, nhưng khác với các mục tiêu trong địa văn, các mục tiêu Thiên văn (thiên thể) không cố định mà thay đổi vị trí liên tục trên bầu trời.

Sự chuyển động của các thiên thể luôn luôn được biểu diễn một cách dễ dàng trên một mặt cầu phụ trợ, bởi vậy, để đơn giản hóa việc giải các bài toán thực tế và rút ra những nguyên tắc lý thuyết, trong Thiên văn người ta đưa ra khái niệm Thiên cầu như sau :

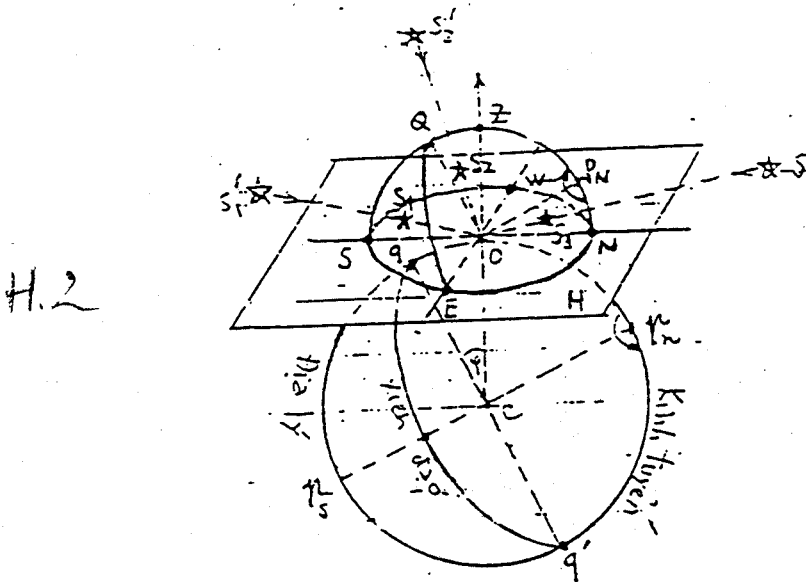
** Thiên cầu là một quả cầu phụ trợ có bán kính bất kỳ, có tâm là một điểm bất kỳ trong không gian và tất cả các mặt phẳng và đường của nó song song với các mặt phẳng và đường tương ứng của người quan sát trên địa cầu.*

A. ĐẶC ĐIỂM CỦA THIÊN CẦU :

- Thiên cầu bổ trợ là một khối cầu thuần túy hình học, có tính ước lệ và không phản ánh vòm trời mà ta quan sát thấy bằng mắt một cách tuyệt đối chính xác. Tâm của Thiên cầu thường được đặt ở những điểm nhất định nào đó, ví dụ điểm ứng với mắt người quan sát hoặc ở tâm địa cầu. Khi đó chúng ta sẽ nhận được những hình chiếu khác nhau của cùng một Thiên cầu bổ trợ.

B. CÁC ĐƯỜNG, ĐIỂM VÀ VÒNG TRÒN CHÍNH TRÊN THIÊN CẦU:

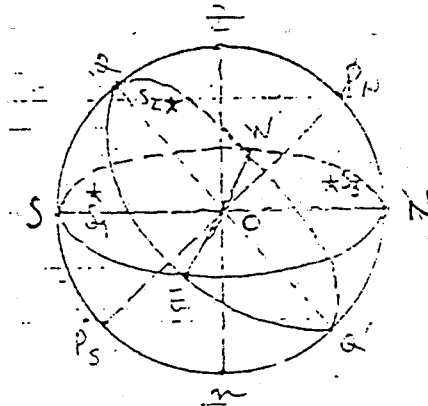
Chúng ta hãy xem xét hình chiếu của Thiên cầu với tâm là mắt người quan sát. Trong hình vẽ dưới biểu diễn Trái đất (khối cầu dưới thấp), trong đó :



- p_N, p_S là trục Trái đất, các điểm p_N, p_S là địa cực Bắc và địa cực Nam, qq' là Xích đạo của Trái đất. Người quan sát đứng ở điểm O trên bề mặt Trái đất, vĩ độ của người quan sát là $\varphi = qO$.
- Chúng ta thừa nhận Trái đất là khối cầu quay từ Tây sang Đông. Đoạn OC là đường dây dọi đi qua vị trí người quan sát và qua O ta dựng được mặt phẳng chân trời thật của người quan sát vuông góc với đường dây dọi. Giao tuyến của mặt phẳng chân trời thật với mặt phẳng kinh tuyến địa lý đi qua điểm O cho ta đường Tí - Ngọ NS . Đường vuông góc với đường NS là đường Đông - Tây EW . Các hướng của các đường NS và EW tạo thành các hướng chính của chân trời. Các đường thẳng $OS_1'; OS_2'; OS_3'$ là các hướng từ mắt người quan sát tới các thiên thể khác nhau.

Bây giờ lấy O làm tâm chúng ta dựng một hình cầu có bán kính bất kỳ, rồi vạch các đường thẳng và mặt phẳng qua O , song song với các đường thẳng và mặt phẳng tương ứng trên Trái đất, tức là : trục Trái đất, xích đạo và các kinh tuyến địa dư. Tất cả những vòng tròn nhận được trên hình cầu sẽ là những vòng tròn lớn vì chúng được dựng qua tâm O của hình cầu. Do đó chúng ta có mối liên hệ quan trọng như sau : $QOZ = qCO = \varphi$. Đường thẳng $p_N O$ cũng hợp với mặt phẳng chân trời thật một góc là φ vì các góc NOP_N và QOZ có các cạnh tương ứng vuông góc. Người quan sát sẽ thấy Thiên cầu quay từ Đông sang Tây. Sau khi tách điểm O ra khỏi hình vẽ biểu diễn Trái đất và vạch ra những mặt phẳng và đường thẳng song song tương ứng với các đường thẳng và mặt phẳng thực của Trái đất chúng ta nhận được một sự biểu diễn đơn giản hơn của Thiên cầu. Người ta sử dụng sự biểu diễn Thiên cầu như vậy để

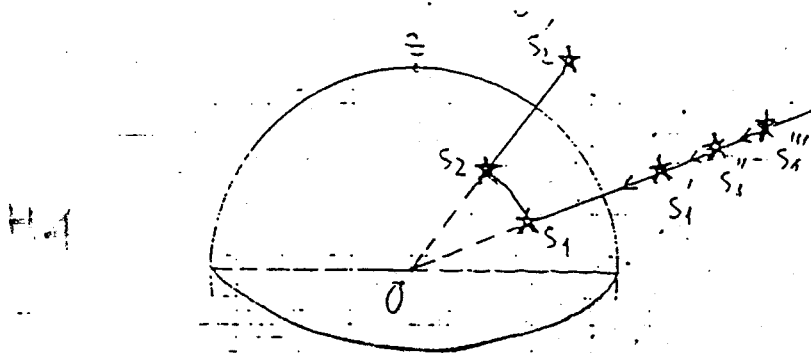
ngành của dự chuyển động của các thiên thể và giải một số bài toán. Các mặt phẳng, đường thẳng và các điểm của Thiên cầu này có cùng tên với các mặt phẳng, đường thẳng và điểm tương ứng trên Trái đất.



- Đường kính ZOn là đường dây dọi (đường thẳng đứng) đi qua vị trí người quan sát. Điểm Z là thiên đỉnh và điểm n là thiên đế.
- Vòng tròn lớn $NESWN$, mà mặt phẳng của nó vuông góc với đường dây dọi, được gọi là mặt phẳng chân trời thật. Nó chia Thiên cầu ra làm 2 phần : phần trên chân trời có chứa thiên đỉnh và phần dưới chân trời có chứa thiên đế.
- Vòng tròn lớn $P_N Z P_S P_N$ mà mặt phẳng của nó song song với kinh tuyến địa dư của người quan sát trên Trái đất được gọi là thiên kinh tuyến của người quan sát. Còn đường $P_N P_S$ song song với trục Trái đất được gọi là thiên trục. Giao điểm của thiên trục với quả cầu cho ta các thiên cực : P_N là thiên cực Bắc và P_S là thiên cực Nam. Thiên cực nằm ở phần Thiên cầu trên chân trời được gọi là thiên cực thượng, nằm ở phần Thiên cầu dưới chân trời gọi là thiên cực hạ. Tên của thiên cực thượng luôn trùng với tên của vĩ độ người quan sát.
- √ Kinh tuyến người quan sát chia Thiên cầu ra làm 2 nửa : Đông và Tây. Giao tuyến của mặt phẳng chân trời thật và mặt phẳng kinh tuyến người quan sát cho ta đường $TĐ - Ngọ NS$ và các điểm N và S của chân trời.
- Thiên trục chia thiên kinh tuyến người quan sát ra làm 2 phần : phần chứa thiên đỉnh được gọi là thiên kinh tuyến thượng (kinh tuyến ngày) $P_N Z P_S$ và phần chứa thiên đế được gọi là thiên kinh tuyến hạ (kinh tuyến đêm) $P_N P_S$. Các tên này liên quan đến việc Mặt trời đi qua các phần tương ứng của kinh tuyến người quan sát vào lúc giữa trưa và giữa đêm.

- Vòng tròn lớn $QEQ'WQ$ mà mặt phẳng của nó vuông góc với thiên trục P_NP_S được gọi là thiên xích đạo và nó chia Thiên cầu ra làm 2 nửa : bán cầu Bắc và bán cầu Nam.
- Giao tuyến của mặt phẳng thiên xích đạo và mặt phẳng chân trời thật cho ta đường Đông - Tây và các điểm E, W . Do vậy, cùng với các điểm N và S chân trời được chia thành 4 phần tư : NE ; SE ; SW và NW.

Việc đưa vào khái niệm Thiên cầu hỗ trợ cho phép thay thế hướng tới các thiên thể bằng các điểm trên mặt cầu, các mặt phẳng bằng các vòng tròn và các góc bằng các cung. Ngoài ra còn cho phép ta không phải quan tâm đến sự khác biệt về khoảng cách giữa các ngôi sao. Ví dụ như trên hình vẽ dưới, chúng ta thấy rằng các ngôi sao S_1' ; S_1'' và S_1''' sẽ được người quan sát hình dung như là một điểm S_1 trên bề mặt quả cầu. Vị trí tương đối của các ngôi sao S_1' và S_2' trên Thiên cầu được biểu diễn bằng cung S_1S_2 hay góc ở tâm S_1OS_2 , tức là không phụ thuộc vào độ lớn bán kính của Thiên cầu. Vị trí góc tương đối giữa các thiên thể sẽ tương ứng với những góc quan sát được trong thực tế.



Một điểm lưu ý nữa là với những thiên thể ở rất xa, ta không thể nhận ra được sự di chuyển của chúng, nếu chúng chuyển động theo phương trùng với phương của tia nhìn từ mắt ta, ta chỉ nhận thấy được sự di chuyển của chúng khi chúng chuyển động cắt ngang tia nhìn.

* Tất cả những tính chất trên của Thiên cầu cho phép ta đơn giản hóa đáng kể các tọa độ của thiên thể và nghiên cứu sự chuyển động của chúng.

◇ 2. CÁC HỆ TỌA ĐỘ CỦA THIÊN THỂ

Ta đã biết, vị trí của một điểm ở trên một bề mặt nào đó được xác định bởi giao điểm của 2 đường. Trên mặt cầu cũng vậy, vị trí của 1 điểm được đặc trưng bởi 2 vòng tròn. Vị trí của các vòng tròn đó biểu thị các góc hoặc cung tương ứng, những góc hay cung này được tính từ những mặt phẳng (hay vòng) cơ bản.

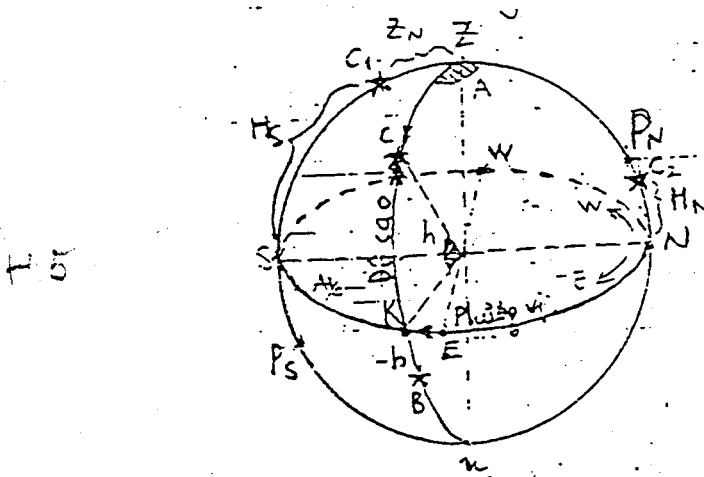
Trong Thiên văn hàng hải có 3 hệ tọa độ được sử dụng, đó là : hệ tọa độ chân trời, hệ tọa độ xích đạo loại 1 và hệ tọa độ xích đạo loại 2. Trong đó 2 loại đầu là được sử dụng nhiều hơn cả.

Lưu ý rằng, khi nghiên cứu các tọa độ của Thiên cầu thì vòng kinh tuyến người quan sát có một ý nghĩa rất quan trọng : nó vừa là vòng kinh tuyến vừa là vòng thẳng đứng và được lấy làm vòng cơ bản trong cả 2 hệ tọa độ.

1. HỆ TỌA ĐỘ CHÂN TRỜI :

Trong hệ tọa độ này hướng của đường thẳng đứng là hướng chính, còn chân trời thật và kinh tuyến người quan sát là những vòng tròn chính. Vị trí của bất kỳ điểm nào trên Thiên cầu được xác định bằng 2 tọa độ chân trời : phương vị và độ cao.

A. PHƯƠNG VỊ (A) :

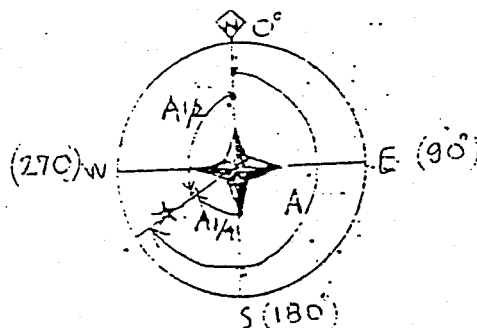


Phương vị A của thiên thể là góc cầu ở thiên đỉnh, có các cạnh là kinh tuyến người quan sát và vòng thẳng đứng của thiên thể. Phương vị còn được đo bằng một cung tương ứng trên vòng chân trời thật bắt đầu từ kinh tuyến người quan sát và kết thúc ở vòng thẳng đứng đi qua thiên thể.

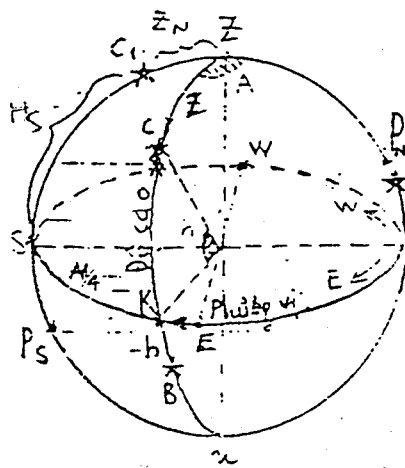
Việc biểu diễn phương vị dưới dạng cung tròn thì thuận tiện hơn là dạng góc. Trong Thiên văn hàng hải ta sử dụng 3 phương pháp đo phương vị, tùy theo điểm khởi đầu và chiều tính của phép đo.

- **PHƯƠNG VỊ NGUYÊN VÒNG A**: Được đo bằng cung trên vòng chân trời thật từ điểm N về phía E đến vòng thẳng đứng chứa thiên thể. Độ lớn từ $0^\circ - 360^\circ$. Phương vị nguyên vòng trùng hợp với cách tính phương vị thật trong Địa văn và cách chia độ trong các la bàn hiện đại. Nó được áp dụng rộng rãi trong các phương pháp xác định số hiệu chính la bàn.
- **PHƯƠNG VỊ BÁN VÒNG ($A_{1/2}$)**: Được đo từ kinh tuyến người quan sát từ điểm N hay S, dọc theo cung chân trời thật về phía E hay W đến vòng thẳng đứng của thiên thể. Phương vị bán vòng được biểu diễn bằng 2 chữ số và tối đa là 3 con số. Phần chữ là tên của phương vị bán vòng, phần số là độ lớn. Chữ thứ nhất của tên luôn luôn trùng với tên của vĩ độ người quan sát, còn chữ thứ hai phụ thuộc vào việc thiên thể nằm ở bán cầu nào (E hay W). Độ lớn của phương vị bán vòng biến thiên từ $0^\circ - 180^\circ$ và được viết như sau, ví dụ: $A_{1/2} = N 105^\circ E$ hay $A_{1/2} = 105^\circ NE$. Phương vị bán vòng được sử dụng để giải tam giác cầu bằng một số phương pháp khác nhau và sử dụng trong một số bảng tính như HO - 214 ...
- **PHƯƠNG VỊ 1/4 ($A_{1/4}$)**: Được đo bằng cung trên đường chân trời từ các điểm N hay S về phía E hay W đến vòng thẳng đứng chứa thiên thể, có trị số từ $0^\circ - 90^\circ$. Cách biểu diễn cũng gần giống như trong phương vị 1/2, ví dụ: $A_{1/4} = 75^\circ SE$.

Trong Thiên văn hàng hải thực hành nảy sinh nhu cầu đổi phương vị từ cách tính này sang một cách tính khác hay ngược lại. Để có thể giải quyết nhanh chóng và không nhầm lẫn bài toán này nên thực hành thật nhiều, bước đầu ta có thể sử dụng hình vẽ dưới đây:



B. ĐỘ CAO:



- Độ cao của thiên thể là góc ở tâm Thiên cầu, kẹp giữa mặt phẳng chân trời thật và hướng tới thiên thể. Độ cao còn được đo bằng cung tương ứng trên vòng thẳng đứng của thiên thể từ chân trời đến vị trí của thiên thể. Ví dụ độ cao của thiên thể C là $h = KOC$.
- Nếu thiên thể nằm ở trên đường chân trời thì độ cao của nó được coi là dương (mang dấu + và thường không được viết ra), còn nằm dưới đường chân trời thì được coi là âm (-).
- Độ cao có thể có giá trị từ $0^\circ - 90^\circ$ (-90° đến 90°). Điểm thiên đỉnh có độ cao $+90^\circ$, điểm thiên đế có độ cao -90° , còn độ cao của bất kỳ điểm nào trên đường chân trời thật đều bằng 0° .
- Nếu thiên thể nằm ngay trên thiên kinh tuyến người quan sát thì độ cao của nó được gọi là độ cao kinh tuyến (H) và độ cao này mang tên của điểm chân trời mà trên đó độ cao kinh tuyến được đo, tức là điểm N hay S. Ví dụ, với thiên thể C_1 có $H = 60^\circ S$; đối với C_2 có $H = 25^\circ N$.
- Đôi khi người ta dùng cung của vòng thẳng đứng tính từ thiên đỉnh đến vị trí của thiên thể để thay cho độ cao. Đại lượng đó được gọi là Đỉnh cự, ký hiệu là z, có giá trị từ $0^\circ - 180^\circ$.
- Đối với thiên thể nằm ngay trên kinh tuyến người quan sát thì đỉnh cự của nó được gọi là đỉnh cự kinh tuyến, ký hiệu là Z và mang tên ngược với độ cao kinh tuyến.
- Độ cao và đỉnh cự, dù là kinh tuyến hay không kinh tuyến cũng đều là những góc phụ nhau:

$$h = 90^\circ - z ; z = 90^\circ - h$$

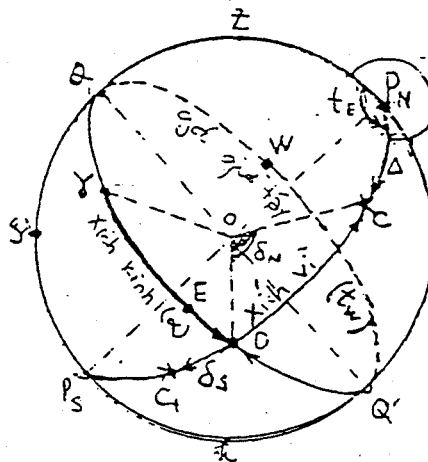
$$H = 90^\circ - Z ; Z = 90^\circ - H$$

Trong hệ tọa độ chân trời, độ cao đặc trưng cho vị trí của thiên thể cao hay thấp so với đường chân trời, còn phương vị thì đặc trưng cho vị trí thiên thể dọc theo đường chân trời, là điều phù hợp với thói quen đặc trưng trong hàng hải là chân trời và phía Bắc. Hơn nữa ta dễ dàng đo được các tọa độ chân trời bằng quan trắc với sự giúp đỡ của Sextant (đo độ cao) và la bàn (đo phương vị). Mặt khác h và A thay đổi theo thời gian cũng như thay đổi theo vị trí người quan sát trên Trái đất. Do đó có thể nói rằng : các tọa độ chân trời xác định vị trí của thiên thể chỉ với một thời gian và vị trí nhất định chi trước.

2. HỆ TOA ĐỘ XÍCH ĐẠO LOẠI 1 :

Trong hệ tọa độ này hướng chính là hướng thiên trục và những vòng chính là thiên xích đạo và kinh tuyến người quan sát. Vị trí của một điểm bất kỳ trên Thiên cầu được xác định bằng 2 tọa độ là : góc giờ và xích vĩ.

A. GÓC GIỜ CỦA THIÊN THỂ (L) :



Là cung của thiên xích đạo tính từ kinh tuyến thượng người quan sát về phía W đến kinh tuyến của thiên thể. Góc giờ tính về phía W có thể có giá trị từ $0^\circ - 360^\circ$ và được gọi là góc giờ Tây (hoặc gọi là giờ qui ước). Góc giờ Tây được sử dụng để thành lập các bảng trong lịch Thiên văn hàng hải bởi vì cách tính của nó trùng với hướng chuyển động ngày đêm của thiên thể.

Khi giải các tam giác cầu, là tam giác mà các góc của nó không được vượt quá 180° , người ta sử dụng các góc giờ có độ lớn không vượt quá 180° và có tên là E hay W. Chúng được gọi là góc giờ thực dụng. Bởi vậy, nếu góc giờ Tây vượt quá 180° ta

phải chuyển nó sang góc giờ Đông, là góc giờ được tính từ thiên kinh tuyến thượng (điểm Q) về phía Đông. Ta có :

$$t_E = 360^\circ - t_W$$

Trong lịch Thiên văn người ta không ghi tên góc giờ Tây, nhưng để tránh nhầm lẫn khi giải các bài toán thực tế nên ghi tên của góc giờ. Ví dụ $t = 260^\circ W$ hay $t = 100^\circ E$ hay cũng có thể viết $t_W = 260^\circ$ hay $t_E = 100^\circ$.

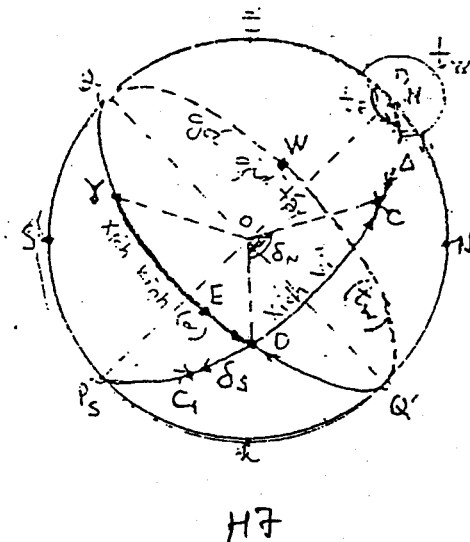
Trong Thiên văn thực hành thường phải sử dụng các góc giờ có độ lớn và tên khác nhau. Nếu như trong các phép tính trung gian t trở nên lớn hơn 360° thì ta hãy bỏ bớt đi 360° và vẫn giữ nguyên tên của góc giờ. Ví dụ như trong trường hợp $t = 420^\circ W$, thì ta coi như $t = 420^\circ - 360^\circ = 60^\circ W$.

Đối với mỗi một người quan sát cụ thể trên Trái đất góc giờ được tính từ kinh tuyến của chính người quan sát đó, và vì vậy chúng được gọi là góc giờ địa phương t_L (LHA), còn góc giờ thế giới t_G là góc giờ địa phương của người quan sát đứng trên kinh tuyến Greenwich. Bởi vậy, kinh độ địa lý được xác định bằng công thức quan trọng sau :

$$\lambda_E = t_L - t_G$$

$$\lambda_W = t_G - t_L$$

B. XÍCH VỊ CỦA THIÊN THỂ (δ):



Là góc ở tâm Thiên cầu, kẹp giữa mặt phẳng thiên xích đạo và hướng tới thiên thể. Xích vĩ cũng còn được đo bằng cung tương ứng trên kinh tuyến của thiên thể từ xích đạo đến vị trí của thiên thể.

- Nếu thiên thể nằm ở bán cầu Bắc, xích vĩ của nó mang tên N.
- Nếu thiên thể nằm ở bán cầu Nam, xích vĩ của nó mang tên S.

Độ lớn của xích vĩ nằm trong khoảng $0^\circ - 90^\circ$ N hay S. Khi giải các bài toán Thiên văn thực hành, đôi khi các xích vĩ mang các dấu (+) hay (-). Khi xích vĩ cùng tên với vĩ độ nó sẽ mang dấu (+) còn khi khác tên với vĩ độ nó sẽ mang dấu (-).

♦ CỰC CỰ (Δ):

Đôi khi người ta sử dụng đại lượng được gọi là cực cự (ký hiệu Δ) để thay cho xích vĩ. Cực cự là cung trên kinh tuyến của thiên thể, tính từ thiên cực thượng đến vị trí của thiên thể. Cực cự có giá trị từ $0^\circ - 180^\circ$ và không có tên.

Cực cự và xích vĩ là những đại lượng phụ nhau :

$$\delta = 90^\circ - \Delta$$

$$\Delta = 90^\circ - \delta$$

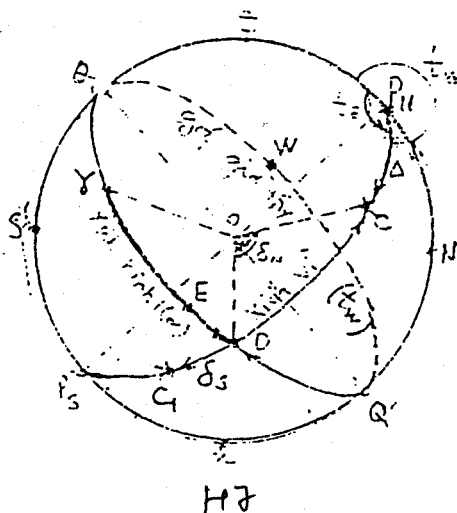
Như vậy, góc giờ đặc trưng cho vị trí của thiên thể so với kinh tuyến thượng của người quan sát dọc theo xích đạo, còn xích vĩ đặc trưng cho vị trí của thiên thể so với xích đạo theo hướng vuông góc với xích đạo.

3. HỆ TOA ĐỘ XÍCH ĐẠO LOẠI II :

Trong hệ tọa độ này, các vòng cơ bản là thiên xích đạo và kinh tuyến của điểm Xuân phân, hay còn gọi là điểm Aries trong lịch Thiên văn (ký hiệu γ). Vị trí của điểm Aries liên quan đến chuyển động hằng năm của Mặt trời.

Trong hệ tọa độ này, vị trí của thiên thể trên Thiên cầu được đặc trưng bởi 2 tọa độ : xích kinh (α) và xích vĩ (δ).

A. XÍCH KINH (α):



Là góc cầu ở cực của Thiên cầu có các cạnh là kinh tuyến của điểm Xuân phân và kinh tuyến của thiên thể. Hoặc α cũng được đo bằng cung trên xích đạo từ điểm γ đến kinh tuyến của thiên thể theo hướng ngược với cách tính góc giờ Tây, tức là ngược với chiều quay của Thiên cầu. Độ lớn α từ 0° - 360° và không có tên.

Để tìm giá trị của α ta cần biết vị trí của điểm γ trên xích đạo, mà điểm này lại được xác định bằng góc giờ của nó, tức là t_w^{γ} . Nếu biết α và t_w° của một thiên thể nào đó thì ta có thể tính được góc giờ của điểm γ :

$$t_w^{\gamma} = t_w^{\circ} + \alpha \quad (*)$$

Ngày nay, trong các bài toán Thiên văn thực hành và trong lịch Thiên văn Anh, người ta chỉ sử dụng Xích kinh nghịch, ký hiệu là τ (trong lịch Thiên văn là SHA). Xích kinh nghịch của một thiên thể nào đó được định nghĩa là một cung trên thiên xích đạo tính từ điểm xuân phân về phía Tây đến kinh tuyến của thiên thể.

Như vậy τ và α là 2 đại lượng bù 360° của nhau:

$$\tau = 360^\circ - \alpha$$

$$\alpha = 360^\circ - \tau$$

Do đó công thức (*) sẽ có dạng:

$$t_w^{\gamma} = t_w^{\circ} - \tau$$

B. XÍCH VĨ:

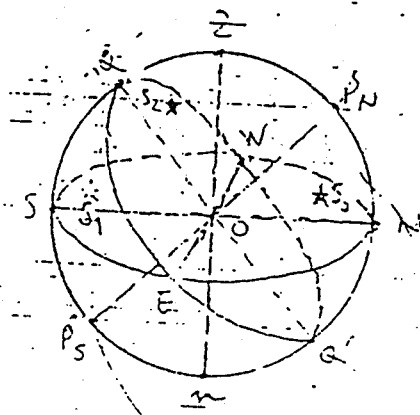
Xem lại phần hệ tọa độ xích đạo loại 1.

♦ 3. BIỂU DIỄN THIÊN CẦU VÀ PHÉP GIẢI GẦN ĐÚNG BẰNG HÌNH HỌC CÁC BÀI TOÁN TRÊN THIÊN CẦU

Như ta đã thấy, khi người quan sát thay đổi vĩ độ của mình thì hình ảnh chung của bầu trời cũng thay đổi theo. Khi đó có thể nảy sinh ra một số hiện tượng đặc biệt trong chuyển động của thiên thể theo Thiên cầu. Để nghiên cứu những hiện tượng đó, trong Thiên văn cầu thường sử dụng phép biểu diễn Thiên cầu (hình chiếu Thiên cầu) và các vòng tọa độ của các thiên thể. Bằng phép xây dựng Thiên cầu như vậy ta có thể thực hiện một cách gần đúng việc chuyển đổi từ các tọa độ của một hệ tọa độ này sang các tọa độ của một hệ tọa độ khác (phép giải chính xác bài toán này được tiến hành bằng cách giải tam giác cầu, sẽ học ở chương 2).

Trong Thiên văn hàng hải, người ta áp dụng 2 phép biểu diễn Thiên cầu chủ yếu như sau : biểu diễn Thiên cầu với tâm ở mắt người quan sát và biểu diễn Thiên cầu với tâm là tâm Trái đất.

- Phép biểu diễn Thiên cầu có tâm là mắt người quan sát có thể thực hiện được bằng nhiều phương pháp khác nhau, tùy thuộc vào việc chúng ta dựng vòng tròn nào trên mặt phẳng của hình vẽ và chúng ta nhìn Thiên cầu với hướng nào. Khi đó toàn bộ Thiên cầu sẽ là những hình chiếu qui ước - những hình chiếu không gian hay hình chiếu phẳng. Thông thường người ta áp dụng kiểu chiếu Thiên cầu với tâm ở mắt người quan sát lên mặt phẳng kinh tuyến người quan sát (xem các hình vẽ ở bài trước). Trong những hình vẽ này cho ta phép biểu diễn không gian của Thiên cầu, thuận tiện cho việc giải các bài toán hình học bằng các phương pháp gần đúng, bằng cách đánh dấu các thiên thể lên Thiên cầu và xác định các tọa độ của chúng. Hình chiếu của Thiên cầu có tâm là mắt người quan sát lên mặt phẳng thiên xích đạo được sử dụng rộng rãi khi nghiên cứu các phương pháp đo thời gian (vì các loại góc giờ đều được tính trên thiên xích đạo). Còn hình chiếu của Thiên cầu lên mặt phẳng chân trời thật ít được sử dụng.



- Hình chiếu không gian của Thiên cầu có tâm ở tâm Trái đất thuận tiện cho việc nghiên cứu mối quan hệ giữa các tọa độ Địa văn và tọa độ Thiên văn và sẽ được xem xét trong phần “ LÝ LUẬN CỦA PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU BẰNG CÁC QUAN TRẮC THIÊN THỂ “

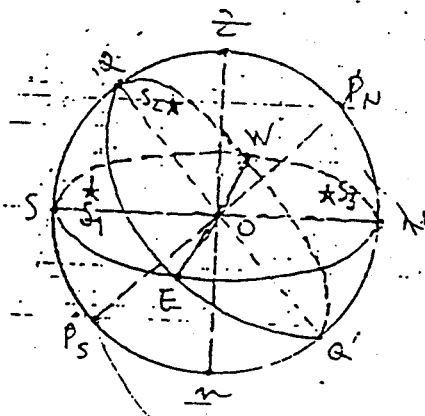
Từ hình vẽ biểu diễn Thiên cầu dưới đây, ta rút ra một kết luận quan trọng trong Thiên văn hàng hải như sau :

Vĩ độ của người quan sát trên Trái đất bằng xích vĩ của thiên đỉnh và bằng độ cao của thiên cực thượng.

$$h_{PN} = \delta_Z = \varphi$$

Tình tự dựng Thiên cầu trên mặt phẳng kinh tuyến người quan sát như sau :

- Dựng một vòng tròn có bán kính tùy ý và thừa nhận đó là kinh tuyến người quan sát.
- Dựng đường dây dọi Z n đi qua tâm của vòng tròn trên và đánh dấu các điểm Z và n.
- Dựng đường chính ngọ NS vuông góc với đường dây dọi và dựng vòng tròn lớn biểu diễn mặt phẳng chân trời thật. Tại giao điểm của nó với kinh tuyến người quan sát chúng ta viết N và S. Nếu điểm N nằm phía tay phải, thì phần hình vẽ nằm về phía chúng ta (mặt trước tờ giấy) sẽ biểu diễn bán cầu Đông của bầu trời, nếu N nằm ở phía tay trái thì bán cầu Tây sẽ quay về phía chúng ta. Việc các điểm N và S nằm về phía nào sẽ được xác định từ các điều kiện của bài toán, thường là theo tên của phương vị hay tên của góc giờ thực dụng.
- Từ điểm N hay S (cùng tên với vĩ độ) chúng ta đặt về thiên đỉnh một cung có độ lớn bằng vĩ độ , cung này nằm trên vòng kinh tuyến người quan sát, và xác định được điểm P_N nếu vĩ độ Bắc và P_S nếu vĩ độ Nam. Ta sẽ dựng được thiên trục $P_N P_S$ thông qua các thiên cực và tâm Thiên cầu.
- Dựng thiên xích đạo $Q Q'$ vuông góc với thiên trục, khi đó cần biểu diễn phần bán cầu quay về phía chúng ta bằng một đường liền nét. Giao điểm của đường này với đường chân trời sẽ là điểm E hay W và nối nó với tâm O, kéo dài ra cho cắt đường chân trời phía bên kia sẽ cho ta điểm đối diện là W hay E. Sau đó có thể biểu diễn phần còn lại của xích đạo bằng đường đứt nét.
- Để kiểm tra chúng ta có thể kiểm tra đẳng thức $\varphi = \delta_Z$.



Sau khi dựng xong Thiên cầu nếu có yêu cầu thì chúng ta đánh dấu các thiên thể theo các tọa độ cho trước và rút ra các đại lượng chưa biết.