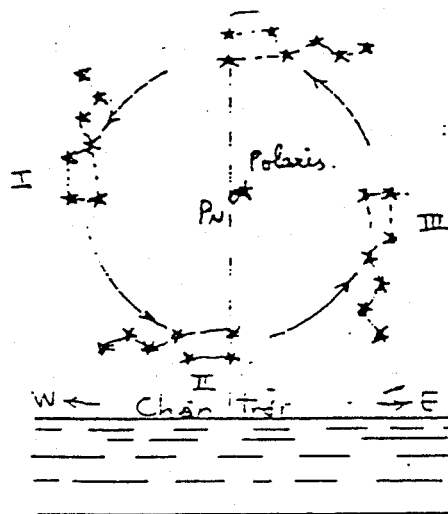

CHƯƠNG 3: CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY NGÀY ĐÊM CỦA THIÊN THỂ

♦ 7. NHỮNG ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY NGÀY ĐÊM CỦA CÁC THIÊN THỂ

Tất cả các thiên thể, trong khi không thay đổi vị trí tương đối với nhau, đều dịch chuyển trên vòm trời trong một ngày. Và ngày này sang ngày khác, vào cùng một giờ ấy ta lại nhìn thấy lại cùng một ngôi sao ở cùng một vị trí ấy trên bầu trời. Phần

lớn các thiên thể chuyển động từ Đông sang Tây, trong khi đó có một số thiên thể, trong một khoảng thời gian nhất định nào đó lại chuyển động từ Tây sang Đông.

Nguyên nhân vật lý của hiện tượng này là do Trái đất quay xung quanh trục của mình. Tuy nhiên, trong Thiên văn cầu, các hiện tượng trên Thiên cầu được nghiên cứu trên quan điểm như là những gì người quan sát nhìn thấy. Trong trường hợp này, người quan sát như cảm thấy rằng Thiên cầu cùng với tất cả các thiên thể trên nó quay quanh trục của Thiên cầu. Sự chuyển động này được gọi là "Chuyển động nhìn thấy ngày đêm của Thiên cầu". Nếu tưởng tượng ta đứng ngoài Thiên cầu nhìn vào thiên cực Bắc P_N thì sẽ thấy chuyển động nhìn thấy ngày đêm của Thiên cầu theo chiều kim đồng hồ.

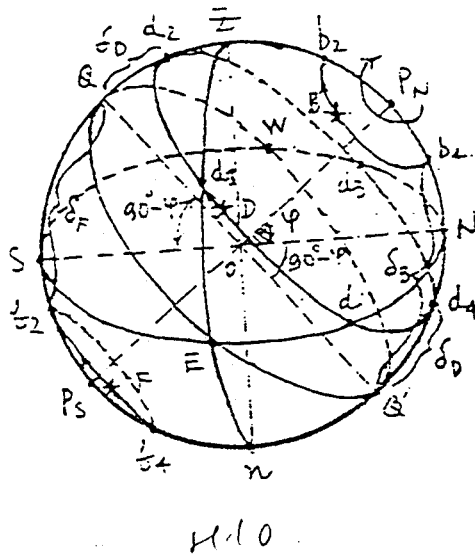


- Trong chuyển động ngày đêm thì đường dây dọi, chân trời và kinh tuyến người quan sát sẽ đứng yên miễn là người quan sát không thay đổi vị trí của mình. Còn vị trí của các thiên thể sẽ chuyển động cùng với Thiên cầu.
- Do chuyển động ngày đêm mà tất cả các thiên thể, trong khi cùng quay với Thiên cầu, sẽ chuyển động theo một quỹ đạo song song với Xích đạo và khoảng cách tới Xích đạo phụ thuộc vào xích vĩ của thiên thể đó, và chúng ta gọi đó là CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY NGÀY ĐÊM CỦA CÁC THIÊN THỂ (thực chất là chuyển động ảo của các thiên thể gây ra do chuyển động quay của Trái đất).
- Trong chuyển động ngày đêm, các thiên thể sẽ cắt mặt phẳng chân trời cố định, vòng thẳng đứng gốc và kinh tuyến người quan sát.

8. CÁC HIỆN TƯỢNG LIÊN QUAN TỚI CHUYỂN ĐỘNG NGÀY ĐÊM CỦA THIÊN THỂ - CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY CỦA THIÊN THỂ TẠI CÁC VỊ ĐỘ KHÁC NHAU

1. CÁC HIỆN TƯỢNG LIÊN QUAN ĐẾN CHUYỂN ĐỘNG NGÀY ĐÊM CỦA THIÊN THỂ :

Chúng ta sẽ tìm hiểu các vị trí khác nhau của cùng 1 thiên thể trong chuyển động ngày đêm, cũng như sự bố trí của các xích vĩ của các thiên thể :



A. ĐỐI VỚI THIÊN THỂ D CÓ XÍCH VĨ BẮC δ_D :

Những vị trí của thiên thể ở các điểm mà vĩ tuyến của thiên thể cắt chân trời được gọi là điểm mọc d và điểm lặn d_3 . Những thời điểm tương ứng gọi là thời điểm mọc và thời điểm lặn của thiên thể.

Những vị trí của thiên thể tại giao điểm của xích vĩ của thiên thể với kinh tuyến người quan sát được gọi là những điểm qua kinh tuyến. Thiên thể qua kinh tuyến tại 2 điểm : qua kinh tuyến thượng d_2 nằm trên phần kinh tuyến ngày và qua kinh tuyến hạ d_4 nằm trên phần kinh tuyến đêm của kinh tuyến người quan sát. Trên kinh tuyến thượng thiên thể có độ cao lớn nhất, còn trên kinh tuyến hạ có độ cao nhỏ nhất. Những độ cao này được gọi là độ cao kinh tuyến H.

Khi thiên thể nằm ở những điểm giao của xích vĩ của nó với vòng thẳng đứng gốc thì gọi là thiên thể đi qua vòng thẳng đứng gốc.

Trong hình vẽ trên, thiên thể D cắt qua phần phía Đông của vòng thẳng đứng gốc tại điểm d_1 và một điểm đối xứng trên phần phía Tây của vòng thẳng đứng gốc.

Phần quỹ đạo $d_1 d_2 d_3$ của thiên thể D ở cao hơn mặt phẳng chân trời, nên người quan sát có thể nhìn thấy nó. Còn phần quỹ đạo $d_3 d_4 d_1$ thấp hơn mặt phẳng chân trời thì không thể nhìn thấy được.

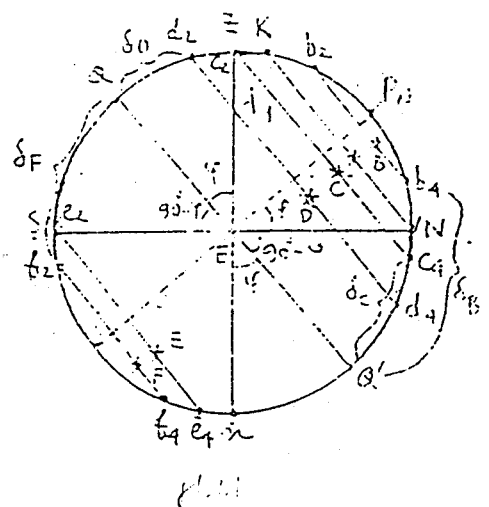
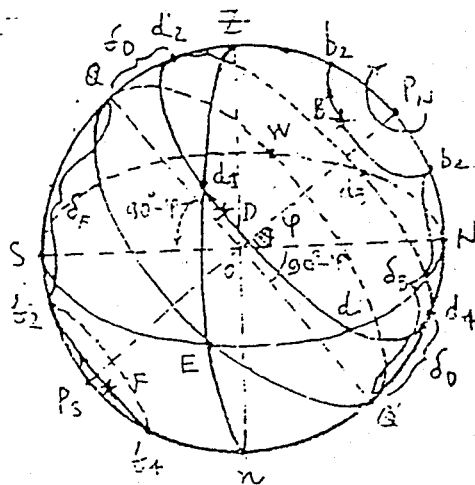
B. THIÊN THỂ B CÓ XÍCH VĨ BẮC δ_B :

Xích vĩ của nó nằm hoàn toàn cao hơn mặt phẳng chân trời. Thiên thể B không có hiện tượng mọc, lặn và được gọi là thiên thể không lặn. Điểm đi qua kinh tuyến hạ b_4 của một thiên thể không lặn cũng vẫn ở cao hơn mặt phẳng chân trời. Trên hình vẽ ta thấy rằng thiên thể B với giá trị δ đã cho sẽ không cắt vòng thẳng đứng gốc.

C. THIÊN THỂ F CÓ XÍCH VĨ NAM δ_F :

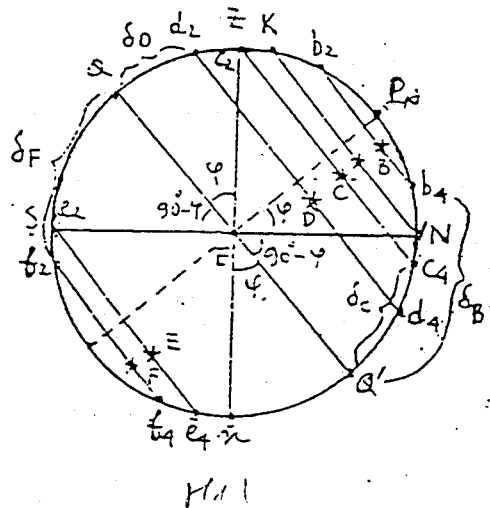
Xích vĩ của nó không tới được mặt phẳng chân trời ngay cả khi nó đi qua kinh tuyến thượng ở điểm f_2 , do đó thiên thể này được gọi là thiên thể không mọc và người quan sát không thể nhìn thấy nó.

Sự khác nhau của các thiên thể trong chuyển động ngày đêm có liên quan đến mối tương quan về độ lớn giữa xích vĩ của thiên thể và vĩ độ của người quan sát.



D. ĐIỀU KIỆN MỘC VÀ LẶN CỦA THIÊN THỂ :

Trong hình vẽ dưới biểu diễn Thiên cầu được chiếu lên mặt phẳng kinh tuyến người quan sát. Chúng ta nhận được hình chiếu này nếu nhìn Thiên cầu thẳng theo điểm B. Khi đó, các mặt phẳng chân trời thật, thiên xích đạo và các xích vĩ được chiếu thành những đường thẳng. Xích vĩ của thiên thể D có một phần nằm cao hơn đường chân trời, một phần thấp hơn. Từ thiên thể này ta rút ra điều kiện để thiên thể cắt đường chân trời là : $\delta_D < 90^\circ - \varphi$. Điều kiện này cũng đúng với thiên thể C, tức là $\delta_C < 90^\circ - \varphi$.



Do vậy, điều kiện tổng quát để một thiên thể có mọc, lặn là :

$$\delta < 90^\circ - \varphi$$

Đối với thiên thể B có xích vĩ Bắc và không lặn, thì chúng ta có biểu thức $\delta_B > 90^\circ - \varphi$, còn đối với thiên thể không mọc F, là thiên thể có xích vĩ Nam, thì chúng ta có : $\delta_F > 90^\circ - \varphi$. Vì vậy, khi $\delta > 90^\circ - \varphi$ và cùng tên với φ thì thiên thể không lặn còn khác tên với φ thì thiên thể không mọc và sẽ không nhìn thấy nó ở vĩ độ đã cho.

Nếu $\delta = 90^\circ - \varphi$ và khác tên φ (ví dụ thiên thể E) thì nó sẽ tiếp xúc với đường chân trời đúng vào thời điểm qua kinh tuyến thượng

E. ĐIỀU KIỆN CẮT VÒNG THẲNG ĐỨNG GÓC :

Trên hình vẽ ta nhận thấy : vòng thẳng đứng góc chỉ cắt đường xích vĩ của các thiên thể có xích vĩ nhỏ hơn vĩ độ của người quan sát và không phụ thuộc vào tên của nó.

$$\delta < \varphi$$

Thiên thể có thể cắt vòng thẳng đứng gốc ở phần phía trên hay phần phía dưới đường chân trời, nhưng trong thực tế, chúng ta chỉ cần nghiên cứu điều kiện để thiên thể cắt qua phần trên chân trời của vòng thẳng đứng gốc (đoạn EZ trong hình vẽ). Điều kiện này là $\delta < \varphi$ và cùng tên với φ . Ví dụ, đối với những vĩ độ Bắc, từ 23 - 9 đến 21 - 3 Mặt trời sẽ không đi qua vòng thẳng đứng gốc vì trong khoảng thời gian này Mặt trời có xích vĩ Nam.

Các thiên thể thỏa mãn điều kiện cắt qua phần trên chân trời của vòng thẳng đứng gốc, thì trong chuyển động ngày đêm của chúng, sẽ đi qua cả 4 phần tư của mặt phẳng chân trời.

Các thiên thể không cắt qua phần trên chân trời của vòng thẳng đứng gốc thì chỉ có thể đi qua 2 góc phần tư của chân trời.

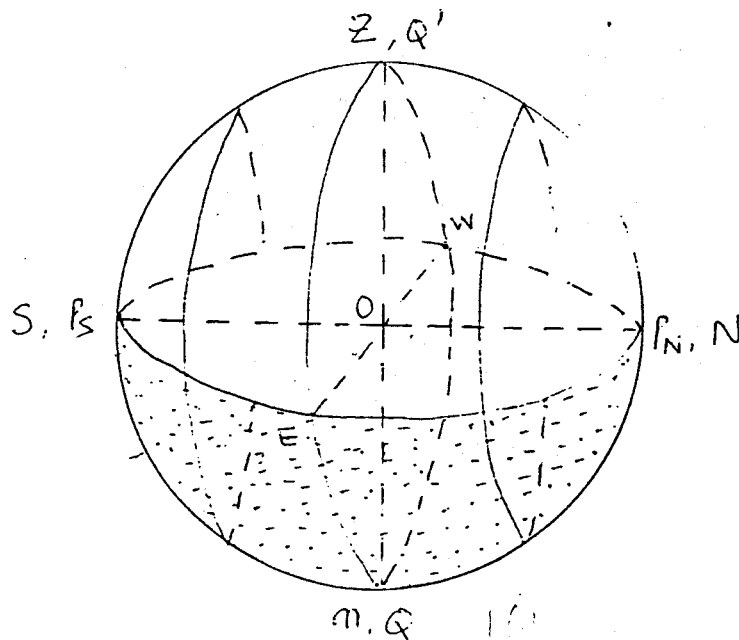
E. ĐIỀU KIỆN ĐỂ THIÊN THỂ ĐI QUA THIÊN ĐỈNH:

Điều kiện để một thiên thể đi qua thiên đỉnh là: $\delta = \varphi$ và có cùng tên với φ . Trên hình vẽ thiên thể C lúc đi qua kinh tuyến thượng C_2 sẽ đi qua thiên đỉnh vì nó có $\delta_N = \varphi_N$.

2. CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY CỦA THIÊN THỂ TẠI CÁC VĨ ĐỘ KHÁC NHAU:

A. NGƯỜI QUAN SÁT Ở XÍCH ĐẠO ($\varphi = 0$):

Trong trường hợp này, các thiên cực P_N và P_S trùng với chân trời, thiên trục trùng với đường Tí - Ngọ, xích đạo trùng với vòng thẳng đứng gốc. Do đó:



- Người quan sát không bao giờ thấy được những thiên thể có xích vĩ khác tên với vĩ độ, trường hợp đặc biệt, khi $\delta = 0^\circ$ thì thiên thể chuyển động dọc theo đường chân trời.

C. NGƯỜI QUAN SÁT Ở VỊ ĐỘ TRUNG GIAN ($0 < \varphi < 90^\circ$):

Các đường chuyển động ngày, đêm của thiên thể nghiêng với mặt phẳng chân trời một góc $90^\circ - \varphi$, do đó một số thiên thể sẽ có mọc và lặn, có thiên thể không mọc hay không lặn, một số thiên thể có thể đi qua vòng thẳng đứng góc hay thiên đỉnh người quan sát. Tất cả tùy thuộc vào sự liên hệ giữa xích vĩ của thiên thể và vĩ độ người quan sát.

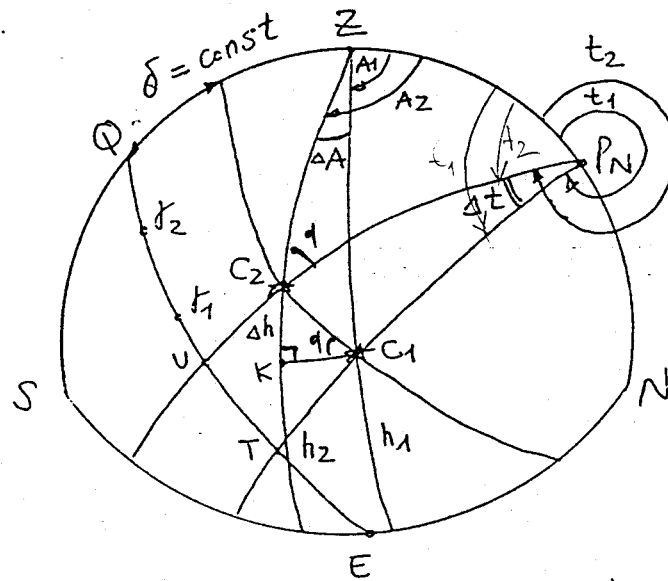
9. CÁC BÀI TOÁN ĐẶC BIỆT LIÊN QUAN ĐẾN CHUYỂN ĐỘNG NGÀY ĐÊM CỦA THIÊN THỂ

Sẽ học ở phần THIÊN VĂN THỰC HÀNH.

◆10. SỰ THAY ĐỔI TỌA ĐỘ CỦA THIÊN THỂ TRONG CHUYỂN ĐỘNG NGÀY ĐÊM

1. SỰ BIẾN THIÊN CỦA CÁC TỌA ĐỘ XÍCH ĐẠO ($\delta; t; \alpha$):

Chuyển động quay của Trái đất là nguyên nhân vật lý của chuyển động nhìn thấy ngày đêm của thiên thể. Sự quay này, đối với mục đích sử dụng trong Thiên văn hàng hải có thể coi là đều. Do đó, sự chuyển dịch của một thiên kinh tuyến nào sau những khoảng thời gian bằng nhau thì bằng nhau. Vị trí của thiên kinh tuyến được xác định bằng trị số của góc giờ, còn hướng chuyển động của nó thì trùng với chiều tính góc giờ Tây. Như vậy, góc giờ Tây của một thiên thể bất kỳ, do chuyển động quay ngày đêm, sẽ tăng từ 0° đến 360° một cách liên tục và đều đặn. Trong hình vẽ dưới, sự thay đổi của góc giờ Tây của thiên thể C sẽ là: $\Delta t = t_2 - t_1$.



HMC

$$\gamma = \alpha_1 (t_1 T) = \alpha_2 (t_2 U) = \text{const}$$

- Chuyển động ngày đêm của thiên thể theo vĩ tuyến có khoảng cách góc đến xích đạo, tức là xích vĩ, là một đại lượng không đổi. Do vậy, xích vĩ của thiên thể trong chuyển động ngày đêm sẽ không thay đổi.
- Điểm Xuân phân γ (Aries) là một điểm gắn chặt với Thiên cầu và trong chuyển động ngày đêm, nó cùng chuyển động với Thiên cầu với cùng một vận tốc góc. Do đó chuyển động ngày đêm không làm thay đổi xích kinh của thiên thể.

2. SỰ BIẾN THIÊN CỦA CÁC TỌA ĐỘ CHÂN TRỜI:

Ta thừa nhận rằng : sự biến thiên của góc giờ tỉ lệ thuận với sự biến thiên của thời gian ΔT .

A. SỰ BIẾN THIÊN CỦA ĐỘ CAO :

Trong hình vẽ trên, thiên thể C, trong chuyển động ngày đêm, đã di chuyển từ điểm C_1 đến C_2 và do đó độ cao của nó biến thiên từ h_1 đến h_2 . Nếu qua C_1 , ta vạch một đoạn của vòng độ cao là $C_1 K$ thì sự chênh lệch độ cao giữa h_1 và h_2 có thể xác định bằng số gia độ cao $\Delta h = h_2 - h_1 = K C_2$.

Với một số gia rất nhỏ của góc giờ Δt , tam giác $C_1 C_2 K$ sẽ nhỏ và ta có thể coi là tam giác phẳng. Trong tam giác đó : góc $C_1 = q$; cạnh $K C_2 = \Delta h$; còn cạnh $C_1 C_2 = -\Delta t \cos \delta$ (dấu - thể hiện rằng góc giờ thực dụng nhỏ dần)

Từ tam giác vuông $C_1 C_2 K$ ta có :

$$\Delta h = -\Delta t \cos \delta \sin q$$

Từ tam giác thị sai $P_N Z C$, dùng công thức sin , ta có :

$$\sin q \cos \delta = \sin A \cos \varphi$$

Thay vào công thức trên, ta có kết quả sau cùng :

$$\Delta h = -\Delta t \cos \varphi \sin A.$$

* Ta cũng có thể dùng phương pháp giải tích để tính Δh :

Từ tam giác thị sai của thiên thể $P_N Z C$, ta có công thức sin h như sau :

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t.$$

Trong công thức này φ và δ là những hằng số. Lấy vi phân công thức trên theo h và t ta có :

$$\cos h \, dh = -\cos \varphi \cos \delta \sin t \, dt$$

hay :
$$dh = -\cos \varphi \cos \delta \sec h \sin t \, dt$$

Theo định lý sin của tam giác cầu thì : $\cos \delta \sec h = \sin A \operatorname{cosec} t$

Thay vào công thức trên, ta có :

$\Delta h = -\Delta t \cos \varphi \sin A$
--

Công thức này cho phép ta tính sự biến thiên của Δh theo sự biến thiên của Δt , trong đó chúng đều có đơn vị là phút cung. Còn trong thực hành, ta thừa nhận cung Δh biểu diễn bằng phút độ, còn Δt bằng phút hay giây thời gian dựa trên cơ sở của đẳng thức :

$$15' = 1^m \text{ hay } 1^\circ = 4^m$$

Do vậy, công thức trên có thể viết thành dạng :

$$\begin{aligned} \Delta h' &= -15 \cdot \cos \varphi \cdot \sin A \cdot \Delta t^m \\ \Delta h' &= -0,25 \cdot \cos \varphi \cdot \sin A \cdot \Delta t^s \end{aligned}$$

Phân tích các công thức trên, ta rút ra kết luận như sau :

- Đối với người quan sát trên xích đạo, sự biến thiên của độ cao thiên thể là lớn nhất ($\varphi = 0^\circ$, $\cos \varphi = 1$), còn người quan sát ở cực thì độ cao của tất cả các thiên thể đều không đổi.
- Đối với một vĩ độ đã cho nào đó thì : sự biến thiên của độ cao không đều giữa các phần khác nhau của quỹ đạo ngày đêm, cụ thể là :
 - Khi $A = 90^\circ$ (270°), tức là khi thiên thể cắt vòng thẳng đứng đứng gốc thì $\sin A = 1$, giá trị của Δh sẽ lớn nhất và tỉ lệ thuận với thời gian.
 - Khi $A = 0^\circ$ (180°), tức là khi thiên thể đi qua kinh tuyến người quan sát thì $\sin A = 0$ và $\Delta h = 0$, tức là độ cao của thiên thể không thay đổi và thiên thể hầu như chuyển động song song với đường chân trời.

B. SỰ BIẾN THIÊN CỦA PHƯƠNG VỊ :

Để tính sự biến thiên của phương vị ta dùng định lý cotang (công thức 4 yếu tố) :

$$\cotg A \sin t = \cos \varphi \operatorname{tg} \delta - \sin \varphi \cos t$$

Lấy vi phân công thức trên theo A và t :

$$-\frac{\sin t}{\sin^2 A} = -\cotg A \cos t dt + \sin \varphi \sin t dt$$

$$dA = \frac{\cotg A \cos t - \sin \varphi \sin t}{\sin t} \sin^2 A dt$$

$$dA = \frac{\cos A \cos t - \sin \varphi \sin t \sin A}{\sin t} \sin A dt$$

Trong tam giác thị sai $P_n Z C$ ta nhận thấy : biểu thức ở tử số chính là bằng $-\cos q$, còn $\sin A \operatorname{cosec} t = \cos \delta \sec h$. Thay vào ta có :

$$\Delta A = - \cos q \cos \delta \sec h \Delta t$$

Để rút ra kết luận, ta sẽ biến đổi công thức trên để làm mất đi đại lượng $\cos q$.
Áp dụng công thức 5 yếu tố liên hợp ta có :

$$\cos q \sin(90^\circ - \delta) = \sin(90^\circ - h) \cos(90^\circ - \varphi) - \cos(90^\circ - h) \sin(90^\circ - \varphi) \cos A$$

$$\cos q \cos \delta = \cos h \sin \varphi - \sin h \cos \varphi \cos A$$

Thay vào công thức trên ta có :

$$\Delta A = - (\sin \varphi - \operatorname{tg} h \cos \varphi \cos A) \Delta t$$

Dấu (-) chứng tỏ rằng khi góc giờ thực dụng tăng thì phương vị trong cách tính bán vòng sẽ giảm.

Phân tích các công thức trên, chúng ta có những kết luận sau :

- Với một người quan sát ở cực ($\varphi = 90^\circ$) thì $\sin \varphi = 1$, $\cos \varphi = 0$. Khi đó ta có $\Delta A = - \Delta t$, tức là phương vị thay đổi đều như thời gian.
- Với một người quan sát ở xích đạo ($\varphi = 0^\circ$) thì $\sin \varphi = 0$ và $\cos \varphi = 1$, khi đó $\Delta A = \operatorname{tg} h \cos A \Delta t$. Xét công thức này ta nhận thấy : khi thiên thể mọc, lặn thì $h = 0^\circ$ nên $\Delta A = 0$. Còn khi thiên thể qua kinh tuyến thì h là lớn nhất, còn $\cos A = 1$, nên ΔA sẽ rất lớn. Như vậy : ở xích đạo hay ở những vĩ độ nhỏ, phương vị của thiên thể thay đổi không đều, lúc thì rất nhanh, lúc thì lại hầu như không đổi trong một thời gian dài. Tốc độ biến thiên phương vị sẽ lớn nhất vào lúc qua kinh tuyến, còn trong khoảng thời gian từ lúc mọc, lặn đến lúc qua vòng thẳng đứng góc thì tốc độ biến thiên là nhỏ nhất. Điều này ta cần lưu ý trong việc thực hành khi chọn thời điểm đo phương vị để xác định sai số la bàn.

h
lưng với
2
1 cos