

Chương IV

CHUYỂN ĐỘNG QUỹ ĐẠO CỦA TRÁI ĐẤT QUANH MẶT TRỜI, CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY HÀNG NĂM CỦA MẶT TRỜI.

§11. QUY LUẬT CHUYỂN ĐỘNG CỦA TRÁI ĐẤT VÀ CÁC HÀNH TINH TRONG HỆ MẶT TRỜI

Các điểm đặc biệt của động học cơ bản về chuyển động của các hành tinh, lần đầu tiên đã được nêu lên trong các định luật của Keppler (1571 - 1680) và sau đó người ta đã nhận được sự giải thích động học mà đã được Newton (1643 - 1727) bổ sung trên cơ sở của định luật cơ học và định luật lực tác dụng vũ trụ. Dưới đây chúng ta sẽ nhắc lại tinh thần cơ bản của các định luật chủ yếu đó.

1. Định luật hấp dẫn vũ trụ của Newton.

Định luật hấp dẫn vũ trụ của Newton được trình bày như sau : Hai phần tử vật chất trong vũ trụ luôn tác dụng tương hỗ lẫn nhau (hút lẫn nhau) một lực F , tỉ lệ thuận với tích số khối lượng của chúng (M, m), và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng (r).

$$F = f \frac{Mm}{r^2} = k^2 \frac{Mm}{r^2} \quad (4-1)$$

Ở đây, f - lực hút không đổi (hằng số) :

k - hằng số lực hấp dẫn Gauss : $k = 1/58$ hay $= 0,0172$, được tính đối với các đơn vị khối lượng được lấy ra trong một phần khối lượng của mặt trời.

r - khoảng cách, ở đây r được tính bằng đơn vị thiên văn (đ.v.t.v)

A - là khoảng cách trung bình từ mặt trời đến trái đất, $A = 149,6 \times 10^6 \text{ km}$.

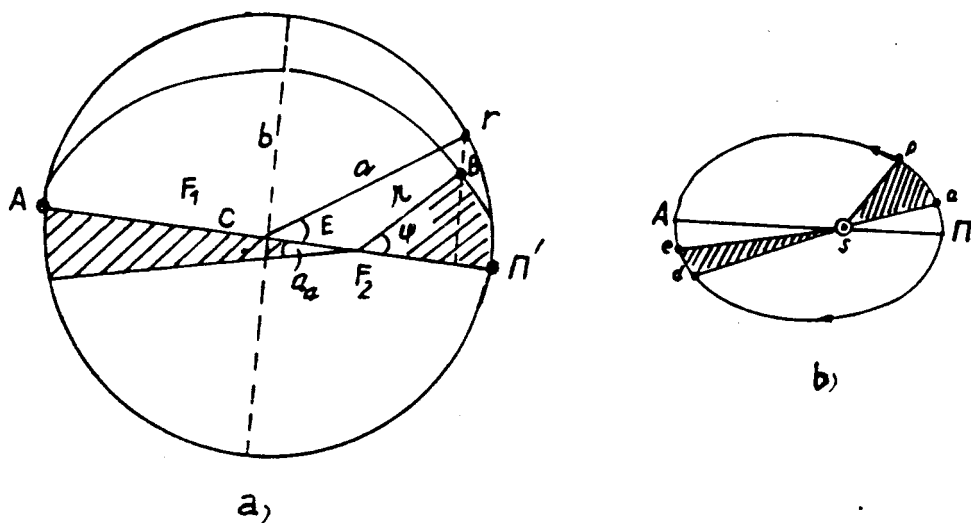
Các vật thể vũ trụ trong trường hấp dẫn của một vật thể trung tâm (ví dụ : mặt trời trong thái dương hệ của chúng ta) chuyển động theo các đường quỹ đạo, được gọi là các quỹ đạo tuân theo các định luật dưới đây:

② Các định luật của Kepler.

1. Các quỹ đạo của các hành tinh có dạng là các elip, nhận tâm mặt trời làm một trong hai tiêu điểm của nó. Còn bán kính vectơ của các điểm trên elip được tính theo công thức :

$$r = \frac{p}{1 + e \cdot \cos \psi} = \frac{b^2}{a(1 + e \cdot \cos \psi)} \quad (4-2)$$

Ở đây, p là thông số của elip, $p = \frac{b^2}{a}$;



Hình 26.

e - tâm sai của quỹ đạo (elip) hay còn được gọi là khoảng lệch tâm

$$e = \frac{c}{a} \text{ hay } e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

2. Diện tích được quét bởi các bán kính vectơ của hành tinh trong những khoảng thời gian bằng nhau thì như nhau

$$r^2 \frac{d\varphi}{dt} = C \quad (4-3)$$

Ở đây, C là hằng số và là mômen động lượng của điểm khối lượng duy nhất.

Định luật này giải thích chuyển động không đều của các hành tinh trên quỹ đạo của nó : ở gần mặt trời thì hành tinh chuyển động nhanh hơn, còn ở xa mặt trời thì hành tinh chuyển động chậm hơn.

3. Bình phương các chu kỳ sao của sự quay của các hành tinh quanh mặt trời tỉ lệ với lập phương bán trục của quỹ đạo :

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (4 - 4)$$

T là chu kỳ sao của chuyển động của các hành tinh trên quỹ đạo của mình.

Định luật này chứng minh rằng, tốc độ quỹ đạo trung bình của các hành tinh ở gần mặt trời sẽ lớn hơn các hành tinh ở xa mặt trời hơn. Ví dụ : sao Thủy có $v = 48$ km/s, sao Kim (Venus) có $v = 35$ km/s, sao Diêm Vương (Pluton) có $v = 5$ km/s.

Các định luật này của Keppler đã được Newton kiểm nghiệm ở dạng chung đối với tất cả các vật thể vũ trụ chịu tác động trong một trường bất kỳ qua lực hấp dẫn. Đồng thời Newton cũng kết luận là : các định luật của Keppler tính toán thỏa đáng các khối lượng và tốc độ của các thiên thể. Công thức (4 - 2) :

$r = \frac{p}{1 + e \cdot \cos \psi}$ của định luật thứ nhất đã được Newton chứng minh từ định luật

hấp dẫn vũ trụ ở dạng chung (như phương trình của tiết diện hình nón, với hằng số C từ 0 đến ∞). Từ đây chúng ta thấy rằng : các tiết diện hình nón của các vật thể vũ trụ ở vùng trung tâm của trường hấp dẫn là các quỹ đạo phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của thiên thể, có thể vẽ thành : elíp, parabol hoặc hypechbol. Các vận tốc quỹ đạo được xác định từ phương trình tích phân năng lượng :

$$v^2 = \mu \left(\frac{2}{x} - \frac{1}{a} \right) \quad (4 - 5)$$

Ở đây :

$$\mu = f(M + m) \quad (4 - 6)$$

- Phân tích công thức này, chúng ta nhận được kết quả là :

- Khi $v^2 < \frac{2\mu}{r}$ quỹ đạo của vật thể là 1 hình elíp ($e < 1$);
- Khi $v^2 = \frac{2\mu}{r}$ quỹ đạo của vật thể là một hình parabol ($e = 1$);
- Khi $v^2 > \frac{2\mu}{r}$ quỹ đạo của vật thể là một hình hypechbol ($e > 1$);

- Khi $v_k = \pm K \sqrt{\frac{M+m}{r^2}}$, $a = r$, $e = 0$ thì quỹ đạo của vật thể là một vòng

tròn :

Các qui luật này giải thích cho cả chuyển động của các vệ tinh nhân tạo.

3. Khái niệm về vị trí của các hành tinh trên quỹ đạo.

+ Quỹ đạo của các hành tinh được xác định trên cơ sở của các thông số qua các điểm đặc biệt sau đây :

i : độ nghiêng của mặt phẳng quỹ đạo với hoàng đạo ;

λ_y : Kinh độ (địa tâm) của nút mọc của quỹ đạo (hay còn gọi là Hoàng kinh);

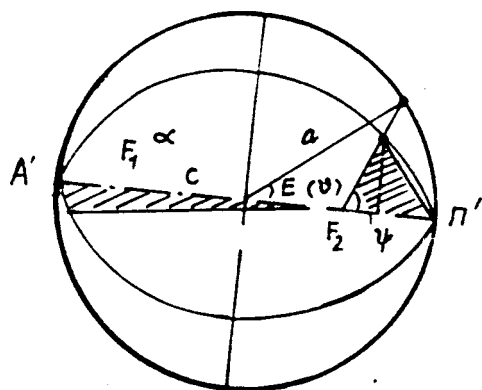
ω : Khoảng cách góc của điểm cận nhật :

a : bán trục của quỹ đạo (xác định chu kỳ quay của T) ;

e : Độ lệch tâm của quỹ đạo ;

t_0 : Thời điểm đi qua điểm cận nhật (Π) của hành tinh.

Các giá trị này không cố định mà bị thay đổi, bởi vì trị số của chúng nhận được ở thời điểm t_0 sẽ thay đổi theo từng năm . Vị trí của hành tinh ở trên quỹ đạo được xác định thông qua các đại lượng v và r , được tính theo công thức:



Hình 27.

$$r = a (1 - e \cdot \cos E) \quad (4 - 7)$$

$$\cos v = \frac{a}{r} (\cos E - e) \quad (4 - 8)$$

$$\sin v = \frac{a \cdot \sqrt{1 - e^2} \cdot \sin E}{r}$$

Trong đó:

E - độ lệch tâm bất thường, hay góc cận điểm tâm sai .

$$E = M + e \cdot \sin E \quad (4 - 9)$$

M - góc cận điểm trung bình, hay còn được gọi là hệ số nhiễu loạn của hành tinh:

$$M = a(t - t_0) \quad (4 - 10)$$

với $n = \frac{2\pi}{T}$ là sự dịch chuyển ngày đêm của thiên thể hay là vận tốc góc trung bình ngày đêm của thiên thể (hành tinh).

t - thời điểm ta đang xét.

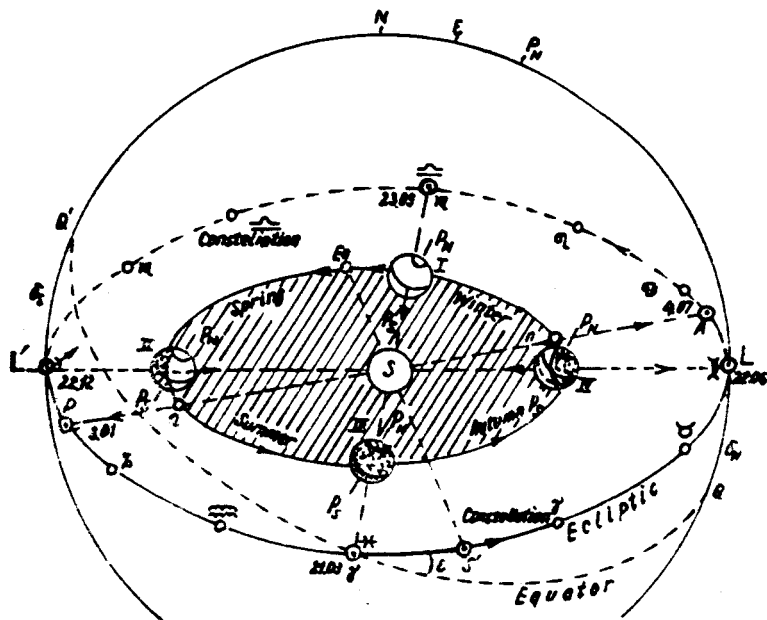
Các tọa độ (xích đạo) của các hành tinh được tính toán trên tọa độ địa tâm Decac, dựa vào các thông số r và v và được cho sẵn ở trong các lịch hàng năm gọi là "Lịch thiên văn hàng hải" (MAE hay là The Nautical Almanac), hoặc được lập trình sẵn trên các máy tính điện tử (PC), hay trên các máy chuyên dụng dùng cho tàu biển.

§12. CHUYỂN ĐỘNG CỦA TRÁI ĐẤT THEO QUỹ ĐẠO. CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY HÀNG NĂM CỦA MẶT TRỜI

1. Chuyển động của trái đất trên quỹ đạo quanh mặt trời.

Ngoài chuyển động tự quay quanh trục của mình, trái đất ($\oplus$) cũng như tất cả các hành tinh, còn quay theo quỹ đạo elip (với tâm sai $e = 0.0167$) quanh mặt trời (hình vẽ-28), theo hướng của chuyển động quay ngày đêm và trục chính của nó (địa trục) luôn giữ một hướng không đổi trong không gian, tức là luôn nghiêng với mặt phẳng của quỹ đạo elip một góc $66^{\circ}33'$. Đây là trường hợp chúng ta bỏ qua sự nhiễu loạn của các lực tác dụng lên vật thể vũ trụ - trái đất. Nếu kể đến nó thì địa trục của trái đất sẽ có dao động riêng của nó (tính tiến động) và chúng ta sẽ xét đến ở phần sau.

Chuyển động của trái đất trên quỹ đạo diễn ra không đều, vì rằng theo định luật thứ 2 của Keppler để các diện tích được quét bởi bán kính vectơ của quỹ đạo trong những khoảng thời gian như nhau phải bằng nhau. Trái đất ($\oplus$) sẽ chuyển động nhanh hơn cả ở cận điểm (điểm π) với vận tốc $v = 30,3$ km/s, diễn ra vào khoảng 04 - 01 và sẽ chậm hơn cả ở viễn điểm (điểm A) với vận tốc $v = 29,2$ km/s, diễn ra vào khoảng 04 - 07. Do đó vào khoảng III - IV - I trái đất đi nhanh hơn so với khoảng I - II - III. Tốc độ quỹ đạo trung bình



Hình 28.

$v = 29.76 \text{ km/s}$ ở các ngày phân điểm. Chuyển động quỹ đạo làm thay đổi hướng tới thiên thể của người quan sát đứng ở trên bề mặt quả đất. Do đó vị trí của các thiên thể này trên thiên cầu bị thay đổi, điều đó có nghĩa là các thiên thể ngoài chuyển động ngày đêm cùng với thiên cầu, còn có chuyển động riêng nhìn thấy trên thiên cầu. Trên cơ sở đó chúng ta sẽ nghiên cứu chuyển động nhìn thấy của mặt trời trên thiên cầu.

②. Chuyển động nhìn thấy hàng năm của Mặt trời.

Chúng ta quan sát những vị trí của mặt trời (☉) trên thiên cầu thay đổi do chuyển động quỹ đạo của trái đất, và những liên quan đến hiện tượng này. Dụng thiên cầu có tâm trùng với tâm của mặt trời và bán kính đủ lớn để quỹ đạo chuyển động qua trái đất ở trong thiên cầu, chúng ta quan sát thấy : Ở vị trí I của quả đất, mặt trời nhìn theo hướng chỉ của mũi tên, được chiếu lên trên thiên cầu ở điểm I' - nếu ở vị trí I trái đất sẽ là ngày 21/3, thì điểm I' sẽ trùng với điểm xuân phân γ (Aries). Theo sự di chuyển của quả đất, ở vị trí C, người quan sát ở trên bề mặt của nó có cảm tưởng là : Mặt trời di chuyển theo

thiên cầu đến vị trí C^* , ở cùng một hướng mà chính trái đất cũng sẽ đi tới đó trên thiên cầu. Chuyển động theo thiên cầu của mặt trời này, được quan sát cùng với quá đất diễn ra trong 1 năm, nên được gọi là chuyển động nhìn thấy hàng năm của mặt trời; nó diễn ra cùng phía với chuyển động ngày đêm và chuyển động quỹ đạo của trái đất, chính vì vậy mà nó còn được gọi là chuyển động thẳng. Từ các điểm II, III, IV trên quỹ đạo của trái đất, mặt trời được chiếu lên thiên cầu tương ứng với các điểm $69 (22/6)$, $\Omega (23/9)$, $\tau (22/12)$; tất cả các điểm này đều nằm trên vòng tròn lớn của thiên cầu - vòng Hoàng đạo.

Vậy, Hoàng đạo là vòng tròn lớn của thiên cầu, mà trên đó diễn ra chuyển động nhìn thấy hàng năm của Mặt trời. Mặt phẳng của vòng tròn này trùng (hoặc song song) với mặt phẳng quỹ đạo trái đất, vì thế Hoàng đạo là sự mô tả hình chiếu quỹ đạo trái đất, trên thiên cầu (đúng hơn là hình chiếu của trọng tâm của hệ thống Trái đất - Mặt trăng). Hoàng đạo có thể được vẽ trên thiên cầu theo tọa độ α và δ của mặt trời (nó được ứng dụng để vẽ vòng hoàng đạo trên bầu trời sao và bản đồ sao).

Như ta đã nói, hoàng đạo là một vòng tròn lớn trên thiên cầu, do đó nó có trục $P_{HD}P'_{HD}$ vuông góc với quỹ đạo của trái đất, và các hoàng cực: P_{HD} - hoàng cực bắc, ở gần thiên cực bắc; P'_{HD} - hoàng cực nam, - ở gần thiên cực nam của thiên cầu. Hoàng trục $P_{HD}P'_{HD}$ cũng như địa trục $p_p p_s$ của trái đất, luôn giữ hướng song song với chính mình (không đổi), và do đó, với địa trục trong không gian, và góc $\varepsilon = 90^\circ - 66^\circ 33'$ giữa thiên trục $P_s P_s$ và hoàng trục $P_{HD}P'_{HD}$, được giữ nguyên gần như không thay đổi giá trị của mình, với trị số gần bằng $23^\circ 27'$ (năm 1977, $\varepsilon = 23^\circ 26' 4$).

Như đã nói, bằng chuyển động riêng của mình, mặt trời quay một vòng theo hoàng đạo hết một năm, nghĩa là 365 ngày đêm, vậy mặt trời hàng ngày di chuyển theo hoàng đạo vào khoảng $\Delta\alpha = 1^\circ$, đại lượng này không cố định, vì mặt trời di chuyển theo hoàng đạo không đều.

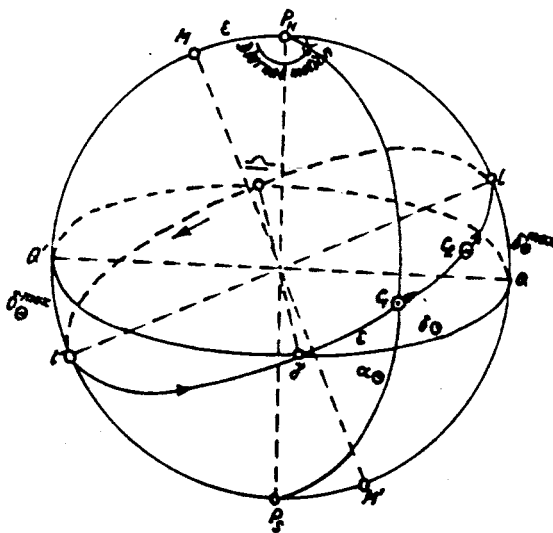
Vì xích đạo chia hoàng đạo làm đôi, cho nên nửa năm mặt trời sẽ ở bắc bán cầu ($\gamma L \Omega$) và có xích vĩ bắc, còn nửa năm khác mặt trời sẽ ở nam bán cầu ($\Omega L' \gamma$) và có xích vĩ nam.

Những giao điểm của hoàng đạo với xích đạo được gọi là phân điểm: điểm Xuân phân γ (Aries), ở điểm đó mặt trời sẽ di chuyển từ Nam bán cầu sang Bắc bán cầu, và điểm Thu phân Ω (Libra), ở điểm đó mặt trời sẽ di chuyển từ Bắc bán cầu sang Nam bán cầu, nghĩa là thay đổi xích vĩ của mình từ Bắc sang Nam. Những điểm này được gọi là những phân điểm, bởi vì khi Mặt trời đi qua những điểm này, xích vĩ của nó sẽ bằng không ($\delta_0 = 0$), do đó nửa

phần trên chân trời của quỹ đạo chuyển hàng ngày của mặt trời sẽ bằng nửa phần dưới chân trời của nó, về vì thế với tất cả những người quan sát ở trên trái đất: *ngày sẽ bằng đêm*.

Điểm γ gọi là điểm xuân phân, vì trong chuyển động hàng năm mặt trời qua điểm đó vào mùa xuân (21/3), còn điểm Ω là điểm thu phân, mặt trời qua vào mùa thu (23/9).

Những điểm của hoàng đạo L và L' cách những phân điểm 90° được gọi là chí điểm : hạ chí là điểm L ở Bắc bán cầu; đông chí là điểm L' ở Nam bán cầu. Mặt trời qua điểm thứ nhất vào mùa hè-khoảng 22/6, và qua điểm thứ hai vào mùa đông - khoảng 22/12.



Hình 29.

Những điểm ấy được gọi là chí điểm bởi vì mặt trời đi tới những điểm đó sẽ dừng lại đối với sự xa xích đạo, nghĩa là chuyển động song song với xích đạo. Ở những điểm đó xích vĩ mặt trời là lớn nhất, và cung $\cap QL = \cap Q'L' = \delta_{\max} = 23^\circ 27'N$ hay S . Xích vĩ sẽ là Bắc khi Mặt trời ở điểm L trong chòm sao Con Trâu - ϵ , và sẽ là Nam khi Mặt trời ở điểm L' trong chòm sao Con Hươu - τ .

Các ngày tháng Mặt trời đi đến các điểm đặc biệt và các tọa độ α, δ của nó cho ở bảng 1 dưới đây:

Bảng 1

Ngày tháng	Điểm hoàng đạo	$\delta_{\odot}$	$\alpha_{\odot}$
21- 3	Điểm xuân phân Υ	0°	0°
22-6	Điểm hạ chí L	$23^{\circ}5' \text{ N}$	90°
23-9	Điểm thu phân Ω	0°	180°
• 22-12	Điểm đông chí L'	$23^{\circ}5' \text{ S}$	270°

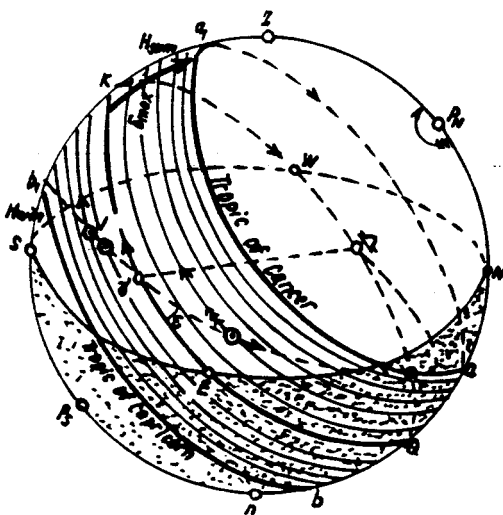
Quỹ đạo nhìn thấy hàng năm của mặt trời đi qua những vùng trời, mà ở đó có 12 chòm sao được nhìn thấy rõ, và trong 1 chòm sao đó Mặt trời sẽ đi qua trong vòng gần một tháng. Các chòm sao này chiếm một khoảng 8° về 2 phía của hoàng đạo, và được gọi là vùng Hoàng đới, xuất phát. Ở thời cổ xưa người ta phiên âm từ chữ chữ Hylạp Zodiaklos. Trong vùng Hoàng đạo ấy đồng thời Mặt trăng và một số lớn Hành tinh cũng chuyển động đi qua.

Ngoài những tên gọi, các chòm sao hoàng đới (Zodiakos) còn có những ký hiệu đặc biệt có ý nghĩa của những ngày tháng Mặt trời đi qua chúng theo thứ tự dưới đây theo thời gian:

Mùa xuânPisces - *Song ngư*Aries - *Con Dê*Taurus - *Con Trâu***Mùa thu**Virgo - *Trinh nữ*Libra - *Cái cân*Scorpius - *Con Vịt***Mùa hè**Gemini - *Song tử*Gancer - *Con Tôm*Leo - *Sư tử***Mùa đông**Sagittarius - *Nhân mã*Capricornus - *Con Hươu*Aquarius - *Cái Bình****- Chuyển động tổng hợp hàng năm và hàng ngày của Mặt trời:**

Những chuyển động đồng thời của mặt trời hàng năm theo hoàng đạo và hàng ngày quay quanh thiên trục cùng với thiên cầu tạo thành chuyển động nhìn thấy chung của mặt trời như là theo một đường xoắn ốc, mà khoảng cách giữa những vòng xoắn của nó thể hiện sự biến thiên hàng ngày của xích vĩ mặt trời. Bước xoắn $\Delta\delta$ sẽ lớn nhất tại các phân điểm và nhỏ dần theo mức độ tăng của xích vĩ, nghĩa là khi mặt trời cách xa xích đạo hơn (*hình 30*), $\Delta\delta$ sẽ = 0 tại các ngày chí điểm. Vì vậy sau một năm các vòng vĩ tuyến của Mặt trời sẽ tạo nên một vùng theo xích vĩ từ $23^{\circ}27' \text{ N}$ đến $23^{\circ}27' \text{ S}$. Trong đó, vòng vĩ tuyến ngoài cùng được vẽ với Mặt trời ở ngày chí điểm được gọi là vòng chí tuyến. Vòng ngoài cùng ở

phía Bắc gọi là chí tuyến Bắc- chí tuyến Con Tôm. Vòng ngoài cùng ở phía Nam gọi là chí tuyến Nam- chí tuyến Con Hươu.



Hình 30.

Những vĩ tuyến ấy ở cách xa xích đạo EQ một đại lượng bằng xích vĩ lớn nhất của mặt trời $\delta_{\max} = 23^{\circ}27'$ và được gọi là Tropikos Cancer - vĩ tuyến Bắc ngoài cùng aa_1) và Tropikos Capricornus (vĩ tuyến Nam ngoài cùng bb_1), theo tên của những chòm sao tương ứng. Bởi vậy những vĩ tuyến của quả đất đối với vĩ độ $\varphi = \varepsilon = 23^{\circ}27'N$ và S cũng mang những tên như thế.

Trên các chí tuyến diễn ra sự quay ngược lại trong chuyển động nhìn thấy hàng năm của Mặt trời.

***- *Chu kỳ trong chuyển động hàng năm của Mặt trời trên quỹ đạo:*

Một vòng quay của Mặt trời trên thiên cầu đối với điểm Xuân phân, do đó tương ứng đối với các chí tuyến Bắc hoặc Nam được gọi là một năm nhiệt đới. Từ nhiều lần quan sát chính xác người ta đã xác định được độ dài của năm nhiệt đới là: 365,2422 ngày đêm mặt trời trung bình hay, 365 ngày 5h48m46s.

Vậy khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp tâm của Mặt trời qua điểm xuân phân (γ), hoặc trên chí tuyến Bắc hoặc Nam được gọi là năm nhiệt đới. Chu kỳ này xác định cơ sở của năm lịch, được ứng dụng trong cuộc sống hàng ngày. Do ảnh hưởng của hiện tượng dao động địa trục trái đất (hiện tượng tuế sai, chương động - sẽ được xét đến ở phần sau), điểm Xuân phân sẽ di chuyển trên thiên cầu

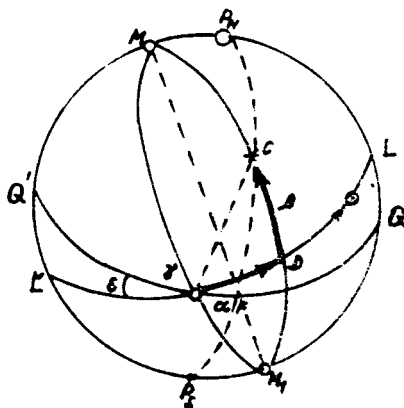
khoảng 1' trong 1 năm (1 vòng hết 25 800 năm), đến gặp Mặt trời, cho nên 1 năm nhiệt đới thực tế sẽ ngắn hơn một vòng quay đủ của Mặt trời trên Hoàng đạo - trong thiên văn được gọi là năm Sao, khoảng 20^m .

3. Khái niệm về tọa độ hoàng đạo.

Hoàng đạo là vòng tròn lớn của quả cầu, là cơ sở của hệ thống tọa độ hoàng đạo mà ta gọi là hệ thống thứ tự - hệ tọa độ Hoàng đạo. Hai vòng tròn chính của hệ tọa độ này là: vòng tròn hoàng đạo và vòng tròn đi qua các cực của hoàng đạo và điểm xuân phân (h.31) - Những vòng tròn đi qua các cực của hoàng đạo được gọi là những vòng vĩ độ. Vị trí của điểm bất kỳ nào đó trong hệ tọa độ này được xác định bằng những đại lượng: vĩ độ (β) và kinh độ (λ) hoàng đạo.

Cung của vòng vĩ độ của thiên thể tính từ hoàng đạo đến vị trí của thiên thể gọi là vĩ độ hoàng đạo (β) của thiên thể.

Vĩ độ có thể bắc hay nam và tính được từ 0 đến 90° . Cung của hoàng đạo tính từ điểm xuân phân (γ) đến vòng vĩ độ của thiên thể gọi là kinh độ hoàng đạo (λ) của thiên thể, luôn luôn tính về phía chuyển động riêng của mặt trời từ 0 đến 360° .



Hình 31

Từ những điểm nói trên, cần hiểu rằng vĩ độ của mặt trời luôn luôn bằng không (0°) bởi vì mặt trời luôn luôn ở trên hoàng đạo, còn kinh độ của mặt trời, được ký hiệu là λ hay L , tăng một cách liên tục nhưng không hoàn toàn tăng đều, gần bằng 1° trong một ngày đêm.

Chuyển từ những tọa độ α , δ sang λ và β được tiến hành bằng những công thức lượng giác cầu ứng dụng đối với tam giác γCD và γFC có quan hệ với những hệ thống này (hình 31). Những tọa độ hoàng đạo được ứng dụng chủ yếu trong thiên văn lý thuyết, trong phép tính quỹ đạo của hành tinh.

§13. CÁC HIỆN TƯỢNG XẢY RA LIÊN QUAN ĐẾN CHUYỂN ĐỘNG NHÌN THẤY CỦA MẶT TRỜI.

1. Các đới địa dư (khí hậu) - các mùa trong năm.

1) Các đới khí hậu (vùng khí hậu).

Số nhiệt lượng nhận được từ mặt trời ở những phần khác nhau của mặt đất phụ thuộc như đã rõ, cái chính là góc tới của các tia sáng mặt trời lên mặt đất, nghĩa là vào mật độ của những tia sáng trên diện tích đã cho của bề mặt quả đất. Thật vậy, mặc dù số giờ mặt trời ở trên chân trời trong 1 năm đối với tất cả những vĩ độ gần như nhau, nhưng ở những vùng cực đối lạnh hơn nhiều so với những vùng xích đạo. Góc tới của những tia sáng mặt trời phụ thuộc vào độ cao trên chân trời, còn độ cao thì phụ thuộc vào góc nghiêng của xích đạo đối với chân trời, và xích vĩ của mặt trời, nghĩa là vào sự tương quan giữa φ và $\delta_{\odot}$. Bởi vậy, theo quan điểm của thiên văn, sự qui định những vùng khí hậu trên trái đất dựa trên những đặc tính chuyển động hàng ngày của mặt trời trong thời gian 1 năm và được xác định bằng những dấu hiệu sau:

- *Vùng nhiệt đới*: gồm những vùng của mặt đất trong đó mặt trời qua thiên đỉnh 1 năm 2 lần: còn trên biên giới của vùng, mặt trời qua thiên đỉnh 1 lần vào giữa trưa.

- *Vùng ôn đới*: gồm những vùng, ở đó mặt trời không bao giờ qua thiên đỉnh, hàng ngày mặt trời mọc và lặn.

- *Vùng hàn đới (cực)*: ở đó trong một số ngày mặt trời hoàn toàn không lặn và một số ngày khác - không mọc.

Dựa trên những dấu hiệu đã chỉ của các đới và ứng dụng đới với mặt trời những điều kiện qua thiên đỉnh của thiên thể ($\varphi = \delta_{\odot}$), mọc và lặn ($\delta_{\odot} < 90^{\circ} - \varphi$), và không mọc hay không lặn ($\delta_{\odot} > 90^{\circ} - \varphi$) sẽ tìm được những giới hạn sau đây của 5 vùng khí hậu hay địa dư:

- Vùng nhiệt đới: ở những vĩ độ từ $23^{\circ}27'N$ đến $23^{\circ}27'S$.

- Hai vùng ôn đới: từ $23^{\circ}27'$ đến $66^{\circ}33'N$ và S

- Hai vùng hàn đới: từ $66^{\circ}33'$ đến các cực.

2) Các mùa trong năm.

Độ cao của mặt trời trên chân trời ở địa điểm đã cho trong thời gian 1 năm biến đổi rất lớn, ở những vĩ độ trung bình độ cao của mặt trời vào giữa trưa biến

đổi trong vòng một năm $46^{\circ}54'$. Do đó số nhiệt lượng nhận được ở một điểm đã cho của mặt đất, lúc tăng lúc giảm, gây ra sự đổi mùa. Sự tương quan của trị số và dấu của xích vĩ mặt trời với vĩ độ địa phương được coi là những dấu hiệu thiên văn của sự bắt đầu và kết thúc bốn mùa. Khi $\delta_{\odot}$ và φ cùng tên sẽ là mùa xuân và mùa hè, khi $\delta_{\odot}$ và φ khác tên - mùa thu và mùa đông.

Trên cơ sở của những dấu hiệu đó chúng ta có những ngày tháng sau đây, giới hạn 4 mùa đối với bắc bán cầu:

- Mùa Xuân từ 21/3 đến 22/6 và kéo dài trong 92,9 ngày đêm.
- Mùa Hè từ 22/6 - 23/9 và kéo dài trong 93,6 ngày đêm.
- Mùa Thu từ 23/9 - 22/12 và kéo dài trong 89,8 ngày đêm.
- Mùa Đông từ 22/12 - 21/3 và kéo dài trong 89,0 ngày đêm.

Đối với vùng nhiệt đới sự thay đổi mùa có ý nghĩa khác hơn là đối với những vĩ độ trung bình và vĩ độ cao bởi vậy ở những vùng nhiệt đới có sự phân chia mùa cách khác : mùa mưa và mùa khô.

3) Chuyển động hàng ngày và hàng năm của mặt trời đối với người quan sát ở những vĩ độ khác nhau.

Như chúng ta đã biết, sự khác nhau của những hiện tượng kèm theo chuyển động hàng ngày của thiên thể nào đó phụ thuộc vào sự tương quan giữa vĩ độ (φ) của người quan sát và xích vĩ (δ) của thiên thể. Vì xích vĩ của mặt trời trong một năm biến đổi từ $23^{\circ}5N$ đến $23^{\circ}5S$ cho nên chuyển động nhìn thấy hàng ngày của mặt trời trong một năm đối với người quan sát bất kỳ nào đó trên quả đất sẽ thay đổi một cách liên tục, tùy thuộc vào vĩ độ của người quan sát.

Trước hết chúng ta nhận xét rằng: đối với tất cả những người quan sát trên mặt đất, không phụ thuộc vào vĩ độ, hiện tượng sau sẽ là hiện tượng chung: vào những ngày xuân phân và thu phân 21/3 và 23/9, ngày và đêm bằng nhau. Trong những ngày này đối với tất cả mọi người, mặt trời mọc ở gần điểm E, còn mặt trời lặn ở gần điểm W của đường chân trời. Nguyên nhân của hiện tượng này là trong những ngày này $\delta_{\odot} = 0$ và chuyển động hàng ngày của mặt trời diễn ra gần theo xích đạo (trị số $\delta_{\odot} = 0^{\circ}$ là tức thời, còn trong thời gian của những ngày phân điểm δ thay đổi đến đại lượng $23'4$ đối với mùa thu, $23'7$ đối với mùa xuân, do đó mặt trời sẽ chuyển động không chính xác theo xích đạo mà theo đường cong nghiêng đối với xích đạo).

Ngoài ra, từ ngày 21/3 đến 23/9, xích vĩ của mặt trời là bắc, mặt trời sẽ mọc ở phương trời NE, và lặn ở phương trời NW. Trong thời gian còn lại, nghĩa là từ ngày 23/9 đến 21/3 xích vĩ mặt trời là Nam, mặt trời sẽ mọc ở SE và lặn SW.

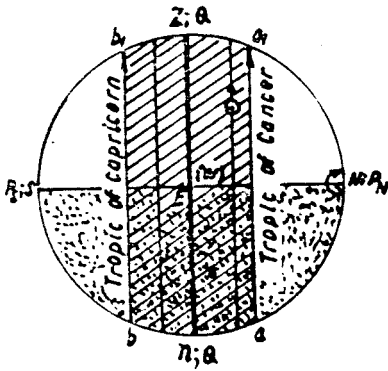
Sau đây chúng ta sẽ xét các ảnh hưởng liên quan đến chuyển động nhìn thấy của Mặt trời theo vĩ độ người quan sát:

1. Người quan sát ở xích đạo ($\varphi = 0^\circ$): Từ h.32 ta rút ra những kết luận sau:

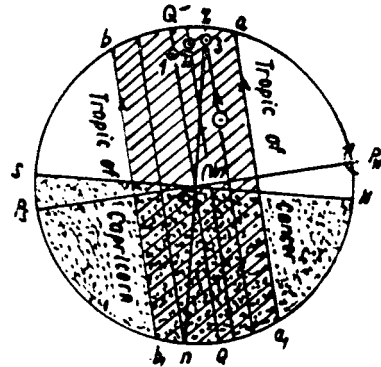
a. Ngày luôn luôn bằng đêm, bởi vì những mặt phẳng của tất cả vĩ tuyến thẳng góc với mặt phẳng chân trời và chúng được chia ra làm 2 phần bằng nhau.

b. Trong những ngày phân điểm 21/3 và 23/9 do $\delta_\odot = 0^\circ$ cho nên mặt trời sẽ đi qua thiên đỉnh người quan sát vào lúc giữa trưa.

c. Sau ngày 21/3 xích vĩ của mặt trời là bắc và tăng dần, vĩ tuyến của chuyển động hàng ngày của mặt trời lùi xa dần xích đạo (đồng thời nó là vòng thẳng đứng gốc) sang cực bắc (P_N) và đỉnh cực vào giờ qua kinh tuyến thượng luôn luôn bằng xích vĩ. ($Z = \delta_\odot$) tăng dần và đạt được trị số lớn nhất vào ngày Hạ chí 22/6. Trong ngày ấy vào giờ qua kinh tuyến thượng $Z = \delta_{\odot \max} = 23^\circ 27'N$, độ cao kinh tuyến sẽ nhỏ nhất, và bằng $66^\circ 33'N$, đồng thời trong chuyển động hàng ngày của mình, mặt trời vạch nên chí tuyến giải (Tropikos Cancer = a_1a)



Hình 32



Hình 33

Sau ngày 22/6, xích vĩ của mặt trời bắt đầu nhỏ dần, và vĩ tuyến của chuyển động hàng ngày của mặt trời lại tiến lại gần xích đạo, đỉnh cực Z vào lúc qua kinh tuyến thượng nhỏ dần, độ cao kinh tuyến H tăng.

Sau ngày 23/9 vĩ tuyến chuyển động hàng ngày của mặt trời cũng được quan sát như vậy nhưng về phía P_S và vĩ tuyến chuyển động hàng ngày ấy cách xa xích đạo nhất vào ngày 22/12, với giá trị $\delta_\odot = 23^\circ 24'S$.

d) Phương vị của mặt trời khi mọc và lặn về trị số bằng cực cực của nó ($90^\circ - \delta_\odot$)

d) Bằng chuyển động hàng ngày, mặt trời không khi nào đi qua vòng thẳng đứng gốc, vì $\delta_{\odot} > \varphi$ bởi vậy phương vị của mặt trời trong thời gian một ngày đêm chỉ ở hai phương trời: ở NE (trước khi qua kinh tuyến người quan sát), và NW (sau khi qua kinh tuyến người quan sát) - khi xích vĩ là Bắc (từ 21/3 đến 23/9); và ở SE (trước khi qua kinh tuyến người quan sát), SW (sau khi qua kinh tuyến người quan sát) - khi xích vĩ là nam (từ 23/9 đến 21/3). Vào những ngày phân điểm từ lúc mọc đến khi qua kinh tuyến người quan sát, phương vị của mặt trời sẽ E, vào giờ qua kinh tuyến người quan sát $A = 0^{\circ}$ đột nhiên biến đổi thành 180° và trở nên W

2. Người quan sát ở giữa các chí tuyến ở vùng nhiệt đới. $\varphi < 23^{\circ}27'N$ hay S.

Từ hình 33, ta rút ra:

a. Hàng ngày mặt trời có mọc và lặn vì: $|\delta| < 90^{\circ} - \varphi$

b. Trong 1 năm 2 lần xích vĩ δ mặt trời bằng vĩ độ của người quan sát bất kỳ nào ở vùng nhiệt đới, và trong những ngày ấy vào giữa trưa mặt trời sẽ đi qua thiên đỉnh của người quan sát. Tại ngày chí điểm, khi $\varphi = \delta_{\odot \max} = 23^{\circ}27'$, trong 1 năm, người quan sát chỉ nhìn thấy mặt trời ở thiên đỉnh của mình 1 lần. 22/6 hay 22/12.

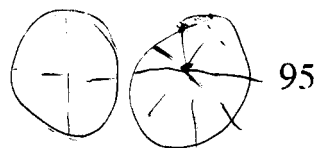
c. Khi $\delta_{\odot} < \varphi$ và cùng tên, mặt trời sẽ qua phần trên chân trời của vòng thẳng đứng gốc, và được quan sát ở tất cả 4 phương trời. Còn nếu $\delta_{\odot} > \varphi$ và cùng tên thì mặt trời không đi qua phần trên chân trời của vòng thẳng đứng gốc, và chỉ được quan sát ở 2 phương trời từ lúc mọc đến li giác tối đa phương vị sẽ tăng dần đến $A_{\max}$, rồi giảm dần đến 0° vào lúc qua thiên kinh tuyến thượng, sau đó lại tăng dần đến li giác tối đa và lại một lần nữa nhỏ dần. Tốc độ biến thiên của phương vị lại ở những độ nhỏ không đều từ lúc mọc đến lúc gần qua kinh tuyến thượng phương vị biến đổi rất nhỏ ($5^{\circ} - 10^{\circ}$), còn ở gần điểm qua kinh tuyến (điểm 1, 2, 3 trên hình 33) bắt đầu thay đổi nhanh và trong khoảng thời gian ngắn thay đổi hàng chục độ. Sự đặc biệt đó cần chú ý khi quan sát ở những vĩ độ nhỏ.

d. Trên những vĩ tuyến ngoài cùng của vùng này, nghĩa là trên chí tuyến, ngày (vào thời điểm hạ chí) và đêm (vào thời điểm đông chí) sẽ dài nhất (vào khoảng 13.5h).

3. Người quan sát ở vùng ôn đới, giữa những vĩ tuyến $23^{\circ}27'N(S)$ và $66^{\circ}33'N(S)$.

Trên hình 30, ta thấy:

- Mặt trời không bao giờ ở thiên đỉnh, vì xích vĩ luôn luôn nhỏ hơn vĩ độ $\varphi > \delta$.
- Mặt trời nhất thiết có mọc và lặn, vì



$$|\delta_{\odot}| < 90^{\circ} - \varphi$$

c. Trong chuyển động hàng ngày mặt trời luôn luôn đi qua vòng thẳng đứng gốc, vậy khi xích vĩ cùng tên với vĩ độ, phương vị của mặt trời trong thời gian 1 ngày sẽ ở tất cả 4 phương trời, và khi xích vĩ khác tên - ở 2 phương trời.

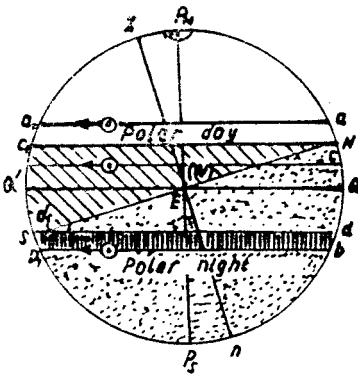
4. Người quan sát ở vùng hàn đới, ngoài vòng phân cực (h.34)

a. Có thể quan sát thấy mặt trời không lặn (khi $\delta_{\odot}$ và φ cùng tên) hay mặt trời không mọc (khi $\delta_{\odot}$ và φ khác tên) vì điều kiện $\delta_{\odot} > 90^{\circ} - \varphi$ ở những vĩ độ này được thực hiện.

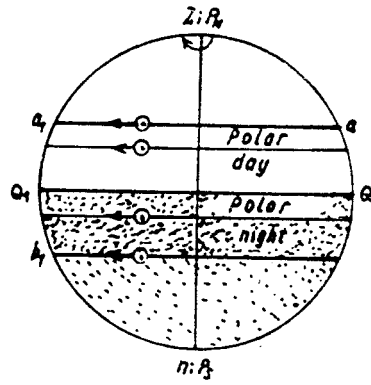
b. Số lượng những ngày mặt trời không lặn hoặc không mọc, hay nói một cách khác, thời gian của ngày cực hay đêm cực tăng theo sự tăng của vĩ độ người quan sát.

Khoảng thời gian được tính bằng số ngày đêm, trong khoảng thời gian ấy mặt trời không lặn, người ta gọi là ngày cực (vĩ tuyến $aa_1 - cc_1$): đêm cực là khoảng thời gian, trong khoảng thời gian ấy mặt trời không xuất hiện trên chân trời (vĩ tuyến $dd_1 - bb_1$).

c. Khi $\delta_{\odot}$ và φ cùng tên, phương vị nhìn thấy của mặt trời trong thời gian 1 ngày đêm sẽ ở tất cả các phương trời.



Hình 34



Hình 35

5. Người quan sát ở cực $\varphi = 90^{\circ}N$ hay S (h.35).

a. 6 tháng ngày, trong khi mặt trời có xích vĩ cùng tên với vĩ độ, và 6 tháng đêm - khi $\delta_{\odot}$ khác tên với φ .

b. Mặt trời chuyển động theo vòng độ cao và độ cao của nó luôn luôn bằng xích vĩ.

c. Mặt trời đạt được độ cao lớn nhất vào những ngày chí điểm, trong những ngày đó

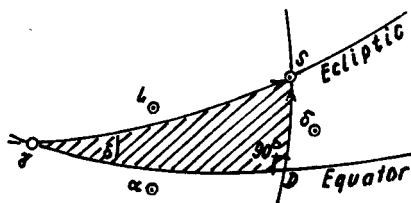
$$h_{\odot} = \delta_{\max} = 23^{\circ}27'$$

**§ 14. SỰ THAY ĐỔI TỌA ĐỘ XÍCH ĐẠO CỦA MẶT TRỜI
TRONG SUỐT MỘT NĂM- CÁC BÀI TOÀN TÍNH
GẦN ĐÚNG TỌA ĐỘ CỦA MẶT TRỜI!**

① Sự thay đổi tọa độ xích đạo của mặt trời trong một năm.

Như đã xác định ở trên, chuyển động của mặt trời theo hoàng đạo không đều do đó kinh độ của mặt trời biến đổi không đều. Bây giờ sẽ phân tích: xích kinh

và xích vĩ của mặt trời sẽ biến đổi như thế nào ở các vị trí khác nhau của hoàng đạo - vấn đề rất quan trọng đối với thiên văn thực hành. Muốn vậy ta sẽ coi những số gia $\Delta\alpha_0$ và $\Delta\delta_0$ là hàm số của số gia kinh độ. Từ tam giác cầu vuông γSD (hình 36a) ứng dụng những



Hình 36a

công thức $\cotg$ và $\sin$ đối với góc vuông (hay những quy tắc ảo của Neper) ta biểu thị $\alpha_{\odot}$ và $\delta_{\odot}$ qua L và ε như sau:

a. Viết công thức 4 yếu tố liên tiếp cho: $90^\circ, \alpha, \varepsilon, L$ ta có:

$$\operatorname{ctg} 90^\circ \cdot \sin \varepsilon = \operatorname{ctg} L \sin \alpha - \cos \varepsilon \cdot \cos \alpha$$

hav: $\cos \varepsilon = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} L_{\odot}$

Từ đó: $\operatorname{tg} \alpha = \cos \varepsilon \cdot \operatorname{tg} L_{\odot}$ (4-13)

b. Viết công thức sin cho tam giác cầu vuông γ SD:

$$\frac{\sin \delta}{\sin \epsilon} = \frac{\sin L}{\sin 90^\circ}$$

$$\text{ta rút ra:} \quad \sin \delta = \sin \epsilon \cdot \sin L \quad (4-14)$$

Lấy vi phân công thức (4-13) theo α và L, còn (4-14) theo δ và L, ta có:

$$\frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} = \cos \varepsilon \frac{dL}{\cos^2 L}$$

Từ đó;

$$d\alpha = \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 L} \cos \varepsilon . dL \quad (4-15)$$

và: $\cos \delta . d\delta = \sin \varepsilon . \cos L . dL$

hay: $d\delta = \sin \varepsilon \frac{\cos L}{\cos \delta} dL \quad (4-16)$

Từ tam giác γSD theo công thức cosin của cạnh γS , ta có:

$$\cos L = \cos \alpha \cos \delta \quad (4-17)$$

Thay $\cos L$ vào những công thức (4-15) và (4-16) và chuyển sang giá số cuối cùng (điều này đủ chính xác ở những giá trị nhỏ ΔL), ta được kết quả cuối cùng:

$$\Delta \alpha = \frac{\cos \varepsilon}{\cos^2 \delta} \Delta L \quad (4-18)$$

$$\Delta \delta = \sin \varepsilon . \cos \alpha . \Delta L \quad (4-19)$$

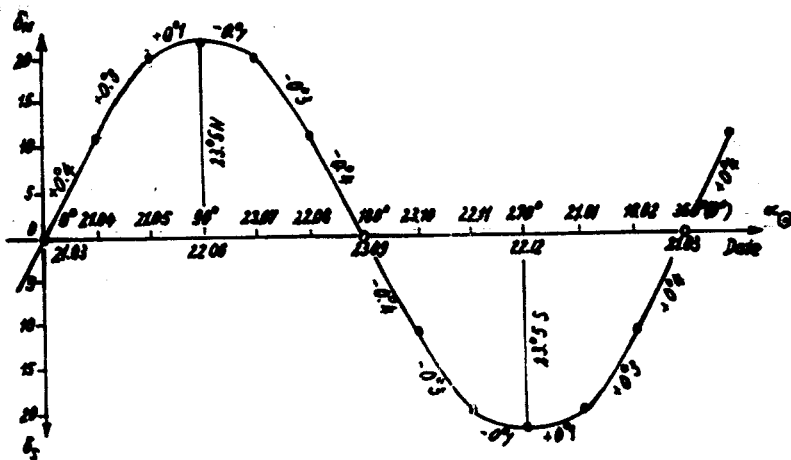
Đưa vào các công thức (4-18), (4-19), giá trị α , δ , ε , ΔL cho ở bảng 2, chúng ta tính được các giá trị $\Delta \alpha$, $\Delta \delta$ của mặt trời trong suốt cả năm, và có thể dựng đồ thị những trị số δ_0 và α_0 trong thời gian một năm (hình 36)

Bảng 2

Những điểm của hoàng đạo	δ_0	α_0	ΔL_0 trong 1 ngày đêm	$\Delta \alpha_0$ trong 1 ngày đêm	$\Delta \delta_0$ trong 1 ngày đêm
Xuân phân	0°	0°	$59'$	$59' \cos \varepsilon \approx 54'$	$59' \sin \varepsilon \approx 23'5$
Hạ chí	$\delta_{\max} = + \varepsilon$	90°	$57'$	$57' \sec \varepsilon \approx 62'$	0
Thu phân	0°	180°	$59'$	$59' \sin \varepsilon \approx 54'$	$59' \sin \varepsilon \approx 23'5$
Đông chí	$\delta_{\max} = - \varepsilon$	270°	$61'$	$61' \sec \varepsilon \approx 66'$	0

Độ biến thiên hàng ngày của $\Delta \alpha_0$ đạt tới trị số lớn nhất vào khoảng 24/12 (66'6), và nhỏ nhất vào khoảng 16/9 (53'8). Trong vòng một năm, trị số trung bình của độ biến thiên hàng ngày = 59'14 hay gần bằng 1° .

Còn biến thiên hàng ngày của xích vĩ mặt trời ở trong giới hạn từ 0° gần những ngày chí điểm đến $\pm 23^\circ 5'$ ở gần những ngày phân điểm. Bằng công thức (4-19) có thể tính được những trị số $\Delta \delta_0$ đối với giữa các thứ tự 1, 2, 3 sau điểm xuân phân, nghĩa là vào khoảng mùng 5/4, 5/5, 4/6.



Hình 36

Thừa nhận $\sin \epsilon = 0,3987 \approx 0,40$; ΔL có những trị số liên tục là $59^{\circ}0'$; 58° ; $57'$ và $\alpha = 15''$, $44''$, $73''$ ta sẽ có:

- Đối với ngày thứ 15 sau phân điểm $\Delta \delta_{\odot} = 23' \approx 0^{\circ}4$ trong một ngày đêm.
- Đối với ngày thứ 45 sau phân điểm $\Delta \delta_{\odot} = 17' \approx 0^{\circ}4$ trong một ngày đêm.
- Đối với ngày thứ 47 sau phân điểm $\Delta \delta_{\odot} = 7' \approx 0^{\circ}1$ trong một ngày đêm.

Những trị số tương tự $\Delta \delta$ sẽ tìm được đối với ngày 15, 45, 75 trước xuân phân, và cũng trong những chu kỳ ấy từ điểm thu phân. Vậy xích vĩ biến đổi gần đối xứng với phân điểm và chí điểm (xem hình 36).

Cái đó có thể dùng trong những phép tính gần đúng của xích vĩ.

2. Phép giải gần đúng của những bài toán có quan hệ với chuyển động nhìn thấy của mặt trời.

1) Tính gần đúng $\alpha_{\odot}$ và $\delta_{\odot}$ vào ngày tháng đã cho.

Cơ sở phục vụ cho cách tính gần đúng $\alpha_{\odot}$ và $\delta_{\odot}$ là những trị số tuyệt đối của những tọa độ ở bảng 2 hay trên đồ thị (hình 36), và những biến thiên hàng ngày $\Delta \alpha$ và $\Delta \delta$ những giá trị của chúng đã cho ở đề mục trên. Tức là:

$\Delta \delta_{\odot} = 1^{\circ}$ trong một ngày đêm cho suốt thời gian cả năm;

$\Delta \delta_{\odot} = \pm 0^{\circ}4$ trong một ngày đêm cho tháng thứ hai trước và sau phân điểm;

$\Delta \delta_{\odot} = \pm 0^{\circ}3$ trong một ngày đêm cho tháng thứ hai trước và sau phân điểm;

$\Delta\delta_{\odot} = \pm 0^{\circ}1$ trong 1 ngày đêm cho tháng thứ nhất trước và sau chí điểm.

Để tính xích kinh và xích vĩ của mặt trời vào ngày tháng đã cho cần nhân đại lượng của độ biến thiên hàng ngày $\Delta\alpha_{\odot}$ và $\Delta\delta_{\odot}$ cho số ngày đêm từ ngày tháng gần nhất của những phân điểm hay chí điểm, kết quả tìm được sẽ thêm vào (hoặc bớt đi) với trị số δ_0 và α_0 trong ngày tháng ấy.

Thí dụ: tính $\delta_{\odot}$ và $\alpha_{\odot}$ ở ngày 3/5:

a) Ngày tháng gần nhất sẽ là 21/3, $\delta_{\odot} = 0^{\circ}$; $\alpha_{\odot} = 0^{\circ}$;

b) Số lượng ngày đêm từ ngày tháng gần nhất là 43;

c) Tính độ biến thiên $\Delta\delta$ và $\Delta\alpha$. Độ biến thiên hàng ngày $\Delta\delta = +0^{\circ}4$ và $0^{\circ}3$.

$$\Delta\delta_1 = 0^{\circ}1 \times 30 \text{ ngày} = 12^{\circ}0$$

$$\Delta\delta_2 = 0^{\circ}3 \times 13 \text{ ngày} = 3^{\circ}9$$

$$\Delta\delta_{\odot} = 15^{\circ}9$$

$$\Delta\alpha_{\odot} = 1^{\circ}0 \times 43 \text{ ngày} = 43^{\circ}$$

Vậy: $\delta_{\odot} = 0^{\circ} + 15^{\circ}9 = 15^{\circ}9N$

$$\alpha_{\odot} = 0^{\circ} + 43^{\circ}0 = 43^{\circ}0.$$

Thí dụ 2: Tính $\delta_{\odot}$ và $\alpha_{\odot}$ ngày 16/11.

a. Ngày tháng gần nhất sẽ là 22/12, số ngày đêm -36 (lùi lại).

b. $\Delta\delta_1 = +0^{\circ}1 \times 30 \text{ ngày} = -3^{\circ}0$

$$\Delta\delta_2 = 0^{\circ}3 \times 6 \text{ ngày} = -1^{\circ}8$$

$$\Delta\delta_{\odot} = -4^{\circ}8$$

$$\Delta\alpha_{\odot} = 1^{\circ}0.(-36) = -36^{\circ}$$

c. Ngày 16/11: $\delta_{\odot} = 18^{\circ}7S$

$$\alpha_{\odot} = 234^{\circ}.$$

Chúng ta đã lập nên mối quan hệ giữa α_0 , δ_0 với những ngày tháng của năm, điều đó cho phép ta giải gần đúng một số bài toán trong chuyển động của mặt trời.

2) Xác định ngày tháng bắt đầu và kết thúc của ngày cực và đêm cực, thời gian của chúng ở vĩ độ đã cho.

Dựa trên những điều kiện mọc và lặn của thiên thể (3-1) nhận xét rằng:

1- Ngày cực sẽ tiếp tục mãi khi mà $\delta_{\odot} \geq 90^{\circ} - \varphi$ và cùng tên với φ đêm cực khi $\delta_{\odot} \geq 90^{\circ} - \varphi$ và khác tên với φ .