

TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHẠM VĂN ĐỒNG

KHOA CƠ BẢN

NGUYỄN THỊ KIỀU THU

BÀI GIẢNG
THIÊN VĂN HỌC



Quảng Ngãi, 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Thiên văn học là ngành khoa học nghiên cứu sự chuyển động, bản chất vật lí, cấu tạo hóa học, quá trình phát sinh và phát triển của các thiên thể và các hệ thiên thể như Mặt Trời, Mặt Trăng, các hành tinh (kể cả Trái Đất), sao chổi, các sao, các thiên hà, ...

Trong chương trình CDSP Vật lý, học phần Thiên Văn học có thời lượng 02 tín chỉ tương ứng với 30 tiết lên lớp. Việc học Thiên Văn học giúp sinh viên vận dụng được các kiến thức vật lí để nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên trong vũ trụ, có được thế giới quan chính xác về vũ trụ và sự hình thành vũ trụ.

Tập bài giảng Thiên Văn học này được biên soạn dùng cho sinh viên CDSP ngành Vật lý theo đúng nội dung đã đề ra trong đề cương chi tiết. Trên cơ sở tham khảo các tài liệu, giáo trình, bám sát giáo trình Thiên Văn học của Bộ Giáo dục [1], chúng tôi sắp xếp lại các kiến thức một cách có hệ thống, chi tiết giúp cho người học dễ dàng trong việc tiếp thu kiến thức. Sau mỗi chương có phần câu hỏi ôn tập và bài tập cho sinh viên tự học.

Bài giảng gồm có 08 chương:

Các chương từ 1 đến 5 trình bày các hiện tượng có thể quan sát bằng mắt thường hoặc các thiết bị đơn giản, các qui luật chuyển động của các thiên thể. Để học tốt các chương này, trước hết sinh viên phải nắm vững các định luật, phương trình mô tả chuyển động của các thiên thể, ghi nhớ các điểm, các đường cơ bản trên thiên cầu, các hệ toạ độ thiên văn...

Các chương từ 6 đến 8 trình bày về thiên văn vật lý. Phần này đề cập đến các thành tựu thiên văn được phát hiện nhờ các kĩ thuật, thiết bị, phương pháp, phương tiện hiện đại. Vì thời lượng lên lớp của học phần ít nên các chương này được biên soạn chi tiết cho sinh viên tự đọc.

Trong quá trình biên soạn không thể tránh khỏi thiếu sót. Kính mong các thầy cô đóng góp ý kiến. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi qua email: kieuthu_686@yahoo.com. Xin chân thành cảm ơn.

BÀI MỞ ĐẦU

1. Đối tượng của môn Thiên Văn Học

Thiên Văn Học là một ngành khoa học ra đời rất sớm, cách đây khoảng 4 ngàn năm. Thiên văn học nghiên cứu các thiên thể, những vật thể tồn tại trong bầu trời như Mặt Trời, sao, các hành tinh, thiên hà, sao chổi...và những qui luật chuyển động của chúng.

2. Nội dung nghiên cứu

Gồm 3 nội dung chính:

Phát hiện các qui luật chuyển động của các thiên thể và các hệ thiên thể như Mặt Trời, Mặt Trăng, các hành tinh (kể cả Trái Đất), ...

Nghiên cứu thành phần cấu tạo và bản chất vật lý cơ bản của các thiên thể.

Nghiên cứu về sự hình thành tiến hoá của các dải vật chất tồn tại trong vũ trụ.

3. Phương pháp nghiên cứu

Khác với các ngành khoa học khác, Thiên văn học không thể xây dựng một phòng thí nghiệm trên Trái Đất. Bởi vậy, phương pháp chủ yếu là quan trắc thiên văn.

Bằng mắt thường và chủ yếu bằng kính thiên văn người ta đã quan sát sự di chuyển của các thiên thể để phát hiện ra qui luật chuyển động của chúng.

Vào giữa thế kỉ XX, kính thiên văn vô tuyến ra đời, có thể quan sát các thiên thể vào ban ngày và không lệ thuộc vào thời tiết, vào các thập kỉ cuối thế kỉ XX, các trạm vũ trụ bay quanh Trái Đất có người làm việc mang theo kính thiên văn, đặc biệt kính thiên văn vũ trụ Hubble phóng ra năm 1990 đã phát hiện ra nhiều đối tượng thiên văn mà trên Trái Đất không thể quan sát được. Việc phóng các trạm tự động lên Mặt Trăng, Hoả Tinh, ... đã làm cho ngành khoa học thiên văn có thêm khả năng nghiên cứu mới có tính chất thực nghiệm.

Những hình ảnh mới nhất được kính thiên văn Hubble gửi về Trái Đất là các bức ảnh chụp một phần nhỏ của một trong những phần rộng lớn có thể quan sát được của tinh vân Carina Nebula trong dải Ngân hà. Đó là hình ảnh phần đỉnh của

một cột, được tạo thành từ khí hidro và bụi có chiều cao tới 3 năm ánh sáng, bốc cao từ tinh vân này, đang bị hút vào vùng ánh sáng chói lọi của những ngôi sao sáng cạnh đó.

4. Ý nghĩa của việc nghiên cứu Thiên văn học

Cho con người một thế giới quan chính xác về vũ trụ và sự tồn tại của vũ trụ.

Tìm ra nguồn gốc của vũ trụ và quá trình tiến hoá.

Nghiên cứu vũ trụ cho phép ta tìm ra các dạng tồn tại của vật chất.

Đặt biệt việc nghiên cứu thiên văn cho phép ta tìm ra các qui luật chuyển động của vũ trụ.

5. Một số khái niệm cơ bản

- Sao: là những thiên thể nóng như Mặt Trời
- Hành tinh: là những thiên thể quay quanh Mặt Trời.
- Vệ tinh: là những vật thể quay quanh Trái Đất quanh các hành tinh.
- Thiên hà: là một quần thể sao.

PHẦN A

CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC THIÊN THỂ VÀ THIÊN VĂN CẦU

Chương 1. CẤU TRÚC HỆ MẶT TRỜI

Chương này đề cập đến các nội dung:

- Quá trình tìm ra Hệ Mặt Trời của loài người;
- Cấu trúc của Mặt Trời: các thành viên, cấu trúc, qui luật chuyển động.

1.1. Bầu trời sao - Nhật động

1.1.1. Bầu trời sao - Khái niệm thiên cầu

Nhìn lên bầu trời, ta có cảm giác như vũ trụ được giới hạn bởi một vòm cầu trong suốt (trên đó có gắn các thiên thể) mà trung tâm là nơi ta đang đứng. Vòm cầu tưởng tượng này được gọi là thiên cầu.

Những đêm trời quang, bằng mắt thường ta có thể nhìn thấy được 6000 sao, đó là những ngôi sao gần Trái Đất. Bằng kính thiên văn có thể nhìn được hàng tỷ sao và hàng triệu thiên hà.

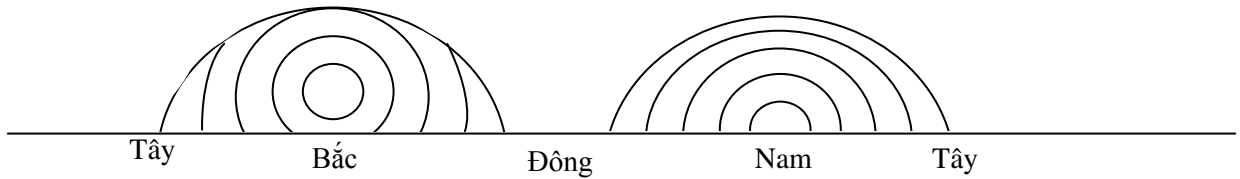
Để quan sát bầu trời, người xưa đã liên kết các ngôi sao thành chòm sao tưởng tượng hình dạng một con vật nào rồi đặt tên, chẳng hạn các chòm sao Con gấu, Thiên hâu, Tiên nữ, Tráng sỹ... Các sao trong chòm đều được kí hiệu $\alpha, \beta, \gamma, \delta...$ Một số sao cũng được đặt tên như Thiên lang, Chức nữ (sao α trong chòm Thiên Cầm), Ngưu Lang (sao α trong chòm Thiên Ưng), Bắc cực (sao α trong chòm Tiểu Hùng)...

1.1.2. Nhật động

Hàng ngày ta thấy Mặt Trời, Mặt Trăng, các sao... có hiện tượng mọc ở phía Đông từ từ dịch chuyển trên bầu trời rồi lặn ở phía Tây, ta có cảm giác như toàn bộ thiên cầu đang quay quanh một trục xuyên qua nơi ta đứng. Hiện tượng này gọi là nhật động, vòng quay là vòng nhật động, có chu kì là một ngày đêm.

Trục quay tưởng tượng này cắt thiên cầu tại 2 điểm gọi là thiên cực. Những sao càng gần thiên cực có bán kính vòng quay càng nhỏ, những sao tại thiên cực

nằm yên.



Hình 1.1

1.2. Đặc điểm chuyển động biểu kiến của Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh.

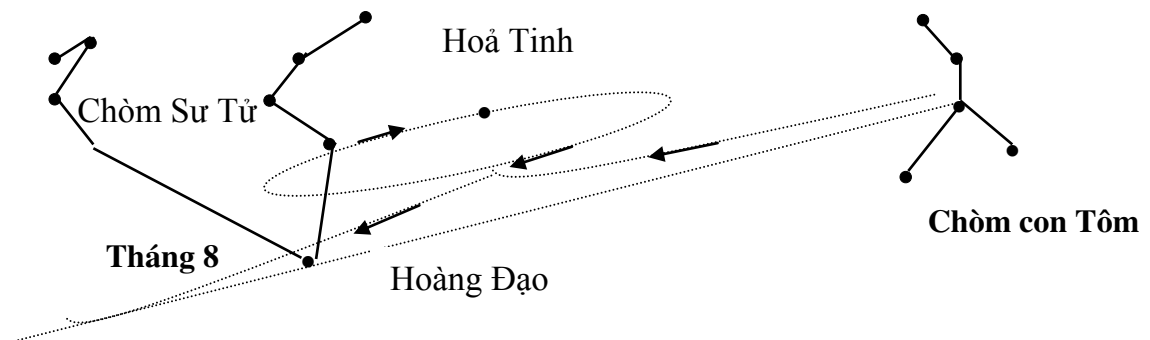
Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh ngoài nhật động ra, chúng còn sự dịch chuyển đối với các chòm sao. Cách đây 2000 năm, các nhà thiên văn đã rút ra những nhận xét sau đây về vũ trụ:

- Mặt Trời và Mặt Trăng từ từ dịch chuyển đối với các sao theo chiều ngược với chiều nhật động (từ Tây sang Đông). Mặt Trời dịch chuyển một vòng được khoảng 365 ngày, còn Mặt Trăng thì hơn 27 ngày.

- Các hành tinh nói chung cũng dịch chuyển đối với các sao theo chiều ngược với chiều nhật động nhưng cũng có thời kì chúng dịch chuyển theo chiều ngược lại nên chuyển động của chúng trên nền trời sao có dạng hình nút.

- Thủy Tinh và Kim Tinh không bao giờ ở quá xa Mặt Trời.

- Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh dịch chuyển đối với các sao theo các quỹ đạo rất gần nhau, gần như nằm trong cùng một mặt phẳng.



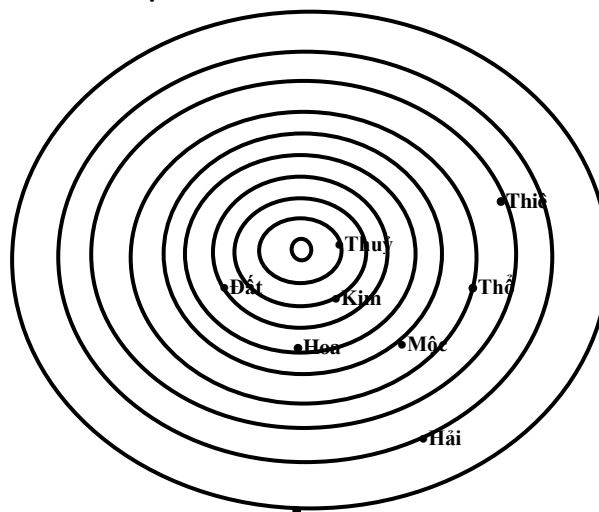
Hình 1.2. Chuyển động hình nút của Hoả Tinh trong các năm 1994-1995

1.3. Mô hình nhật tâm Copernic

Vào thế kỉ thứ II, nhà thiên văn học Hy Lạp Plotêmê đã đề xuất một mô hình vũ trụ gọi là mô hình địa tâm, coi Trái Đất là trung tâm, Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh đều quay quanh nó. Mô hình này không đúng với thực tế.

Đến năm 1543, là năm cuối đời của mình, Nicolai Copernic - nhà khoa học người Ba Lan đã cho xuất bản cuốn sách: “Về sự quay của thiên cầu”, trong đó có mô hình vũ trụ nhật tâm với nội dung chủ yếu sau:

- Mặt Trời là trung tâm vũ trụ chứ không phải Trái Đất (Hình 1.3)
- Các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo tròn cùng chiều và gần như nằm trong cùng một mặt phẳng. Càng xa Mặt Trời, hành tinh có chu kì chuyển động càng lớn.
- Trái Đất cũng là một hành tinh. Ngoài chuyển động quanh Mặt Trời, Trái Đất còn tự quay quanh một trục xuyên tâm, với chu kì chuyển động là một ngày đêm và cùng chiều chuyển động quanh Mặt Trời.
- Mặt Trăng chuyển động tròn quanh Trái Đất (là vệ tinh của Trái Đất)
- Thủy Tinh và Kim Tinh có quỹ đạo chuyển động bé hơn quỹ đạo Trái Đất. Từ Mặt Trời đi ra các hành tinh: Thủy Tinh, Kim Tinh, Trái Đất, Hoả Tinh, Mộc Tinh, Thổ Tinh, Thiên Vương Tinh, Hải Vương Tinh, Diêm Vương Tinh.
- Các sao ở rất xa và cố định trên thiên cầu



Hình 1.3. Hệ nhật tâm của Copernic

1.4. Sự khẳng định mô hình nhật tâm Copernic

1.4.1. Quan sát của G.Galile (1564-1642)

Năm 1609, Galile đã chế tạo ra kính viễn vọng để quan sát thiên văn và ông đã thu được một số kết quả:

- Mặt Trăng có dạng hình cầu.
- Phát hiện ra 4 vệ tinh của Mộc Tinh.
- Khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời lớn hơn khoảng cách từ Kim Tinh đến Mặt Trời.
- Dải Ngân Hà gồm vô số các sao
- Ước tính được chu kì tự quay của Mặt Trời khoảng 27 ngày.

Đây là bằng chứng thực nghiệm khẳng định sự đúng đắn của học thuyết Copernic.

1.4.2. Ba định luật Keple

Keple - nhà thiên văn học và nhà toán học người Đức đã dựa trên số liệu quan trắc Hoả Tinh trong 20 năm của nhà thiên văn học Đan Mạch TikhoBrahe và các số liệu quan trắc trong nhiều năm của mình đã xây dựng nên 3 định luật nổi tiếng cho biết qui luật chuyển động của các hành tinh quanh Mặt Trời.

1.4.2.1. Định luật I (1609)

“Các hành tinh có quỹ đạo elip mà Mặt Trời ở một trong hai tiêu điểm của elip đó.”

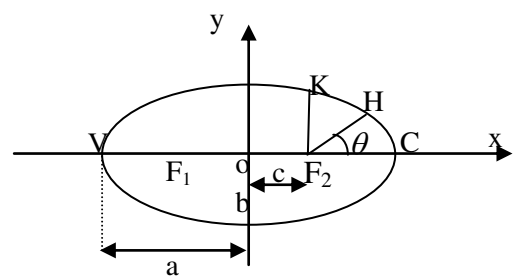
$$r = \frac{p}{1 + e \cos \varphi};$$

với $p = F_2K$: thông số của elip

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} : \text{ là tâm sai của}$$

elip

a, b là bán trục lớn và bán trục nhỏ của elip



Hình 1.4

Khoảng cách từ Mặt Trời đến cận điểm C và viễn điểm V

$$\begin{aligned}r_c &= a(1 - e) \\ r_v &= a(1 + e)\end{aligned}$$

1.4.2.2. Định luật II (1609)

“Bán kính vẽ từ Mặt Trời đến hành tinh quét được những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau.”

Ta có

$$S_1 = S_2 = S_3 \text{ nếu } t_1 = t_2 = t_3$$

Biểu thức định luật

$$\frac{dS}{dt} = \text{Const}$$

hay $\frac{rdl}{2dt} = \text{Const}$; với $dl = rd\varphi$

$$\rightarrow \boxed{\frac{dS}{dt} = \frac{r^2 d\varphi}{2dt} = \text{Const} = \delta} : \text{ vận tốc diện tích (diện tích quét được}$$

trong một đơn vị thời gian).

Trong một số trường hợp, người ta còn viết định luật II ở dạng

$$\frac{r^2 d\varphi}{dt} = C.$$

1.4.2.3. Định luật III (1619)

“Bình phương chu kỳ quay của hành tinh thì tỷ lệ với lập phương bán trục lớn của quỹ đạo”

$$T^2 \sim a^3$$

$$\rightarrow T^2 = ha^3;$$

với $h = \frac{4\pi^2}{G(M+m)}$ là hệ số tỷ lệ

$$\rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{G(M+m)} a^3;$$

trong đó, M : khối lượng Mặt Trời;

m : khối lượng hành tinh.

Định luật III còn được phát biểu ở dạng khác:

Xét hai hành tinh có khối lượng m_1 và m_2 thì theo định luật Keple, ta có:

$$T_1^2 = \frac{4\pi^2 a_1^3}{G(M + m_1)};$$
$$T_2^2 = \frac{4\pi^2 a_2^3}{G(M + m_2)}$$
$$\rightarrow \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \text{ vì } M + m_1 \approx M + m_2$$

1.4.3. Định luật vạn vật hấp dẫn

Ta đã biết các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời còn các vệ tinh chuyển động quanh hành tinh. Vấn đề đặt ra là lực gì đã đóng vai trò là lực hướng tâm trong các chuyển động ấy? Niuton đã khái quát và phát hiện ra một định luật chung của tự nhiên dựa trên việc nghiên cứu 3 định luật của Kepler, đó là định luật vạn vật hấp dẫn: “Lực hấp dẫn giữa hai vật tỉ lệ thuận với tích khối lượng của chúng và tỉ lệ với bình phương khoảng cách giữa chúng”

Trong mục này ta sẽ tìm định luật vạn vật hấp dẫn từ các định luật Keple

Từ phương trình:
$$\begin{cases} r = \frac{p}{1 + e \cos \varphi} \\ r^2 \frac{d\varphi}{dt} = C = Const \end{cases} \quad (1.2)$$

Phương trình động lực học:
$$d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = Fdr; \quad (1.3)$$

với m là khối lượng hành tinh;

v là vận tốc hành tinh.

F là lực hấp dẫn của Mặt Trời tác dụng lên hành tinh

Trong hệ tọa độ cực, vận tốc v có biểu thức

$$v^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2. \quad (1.4)$$

Thay (1.4) vào (1.3), ta được

$$\frac{m}{2} \cdot d\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] = F dr. \quad (1.5)$$

hay
$$\frac{m}{2} \cdot \frac{d}{d\varphi} \left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] = F \frac{dr}{d\varphi}. \quad (1.5a)$$

Từ (1.2)
$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{C}{r^2}$$

và
$$\frac{dr}{dt} = \frac{dr}{dt} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dr}{dt} \cdot \frac{C}{r^2} = -C \frac{d}{d\varphi} \cdot \left(\frac{1}{r}\right).$$

Thay vào (1.5a)

$$\begin{aligned} & \frac{m}{2} \cdot \frac{d}{d\varphi} \left\{ C^2 \left[\frac{d}{d\varphi} \left(\frac{1}{r}\right) \right]^2 + r^2 \frac{C^2}{r^4} \right\} = F \frac{dr}{d\varphi} \\ \rightarrow & \frac{mC^2}{2} \cdot \left\{ \frac{d}{d\varphi} \left[\frac{d}{d\varphi} \left(\frac{1}{r}\right) \right]^2 + \frac{d}{d\varphi} \left(\frac{1}{r^2}\right) \right\} = F \frac{dr}{d\varphi} \\ \rightarrow & \frac{mC^2}{2} \cdot \left\{ 2 \frac{d}{d\varphi} \left(\frac{1}{r}\right) \cdot \frac{d^2}{d\varphi^2} \left(\frac{1}{r}\right) + \frac{d}{d\varphi} \left(\frac{1}{r^2}\right) \right\} = F \frac{dr}{d\varphi} \\ \rightarrow & \frac{mC^2}{2} \cdot \left\{ -2 \left(\frac{1}{r^2}\right) \frac{dr}{d\varphi} \cdot \frac{d^2}{d\varphi^2} \left(\frac{1}{r}\right) - \frac{2}{r^3} \cdot \frac{dr}{d\varphi} \right\} = F \frac{dr}{d\varphi} \\ \rightarrow & -\frac{mC^2}{r^2} \cdot \left\{ \frac{d^2}{d\varphi^2} \left(\frac{1}{r}\right) + \frac{1}{r} \right\} = F. \end{aligned} \quad (1.5b)$$

Từ (1.2), ta có:
$$\frac{1}{r} = \frac{1}{p} + \frac{e}{p} \cos \varphi.$$

Vi phân 2 lần, ta được

$$\frac{d^2}{d\varphi^2} \left(\frac{1}{r}\right) = -\frac{e}{p} \cos \varphi.$$

Kết hợp với (1.5b)

$$-\frac{mC^2}{r^2} \cdot \left\{ -\frac{e}{p} \cos \varphi + \frac{1}{r} \right\} = F .$$

$$\rightarrow -\frac{mC^2}{r^2} \cdot \frac{1}{p} = F .$$

Đặt $k = \frac{C^2}{p}$ là hằng số $\rightarrow \boxed{F = -k \frac{m}{r^2}}$.

k có giá trị chung cho mọi hành tinh. Thật vậy:

Vận tốc diện tích mà hành tinh quét được: $\sigma = \frac{\pi ab}{T}$.

$$\rightarrow k = \frac{C^2}{p} = 4\pi^2 \frac{a^3}{T^2} = \frac{4\pi^2}{h} . \text{ (theo định luật 3 Niuton)}$$

Lực mà hành tinh tác dụng lên Mặt Trời là F' có cùng độ lớn nhưng ngược chiều với lực F:

$$F' = k' \frac{M}{r^2}$$

$$F = -F' \rightarrow k \frac{M}{r^2} = k' \frac{M}{r^2} \rightarrow km = k'M$$

$$\rightarrow \frac{k}{M} = \frac{k'}{m} = G = Const$$

$$\rightarrow F = -G \frac{Mm}{r^2} , F' = G \frac{Mm}{r^2} ;$$

với $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$: hằng số hấp dẫn

1.5. Các thành viên trong hệ Mặt Trời

1.5.1. Mặt Trời

Ở trung tâm của hệ là vật tự phát sáng, phần sáng có dạng hình cầu gọi là quang cầu, có đường kính 1392000km, $m_{MT} = 333000m_{TD} = 1,989 \cdot 10^{30} \text{kg}$.

Mặt Trời tự quay quanh một trục có chu kì tăng từ xích đạo đến hai cực với giá trị trung bình khoảng 28 ngày.

1.5.2. Các hành tinh

Hệ Mặt Trời gồm có: Thủy tinh, Trái Đất, Kim tinh, Hoả tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh, Hải Vương tinh, Diêm Vương tinh.

Mặt phẳng quỹ đạo của các hành tinh gần trùng với mặt phẳng quỹ đạo của Trái Đất, chỉ lệch vài độ. Chỉ có quỹ đạo Thủy tinh ở gần Mặt Trời nhất lệch đến 7° và Diêm Vương tinh ở ngoài cùng lệch đến 17° .

Tâm sai của phần lớn các hành tinh là bé nên trong nhiều trường hợp có thể xem quỹ đạo các hành tinh là đường tròn.

1.5.3. Các tiểu hành tinh

Hiện nay đã phát hiện ra trên 2500 tiểu hành tinh, chỉ có 4 tiểu hành tinh có kích thước lớn hàng trăm km, số còn lại có kích thước từ vài nghìn đến hàng chục km.

1.5.4. Sao chổi, sao băng

Sao chổi là những thiên thể nguội, có kích thước bé và chuyển động quanh Mặt Trời với quỹ đạo elip rất dẹt.

Sao băng là những vật thể nhỏ bay quanh mặt Trời trong không gian giữa các hành tinh, khi đi qua khí quyển Trái Đất thì bốc cháy và phát sáng, nếu cháy không hết thì phần còn lại sẽ rơi xuống Trái Đất nên được gọi là thiên thạch.

1.5.5. Các đơn vị đo khoảng cách trong thiên văn

- Đơn vị thiên văn (đvtv): có độ dài bằng khoảng cách trung bình từ Trái Đất đến Mặt Trời:

$$1 \text{ đvtv} = 1,496.10^{11} \text{m}$$

- Năm ánh sáng (nas): có độ dài bằng quãng đường truyền của năm ánh sáng trong chân không trong thời gian 1 năm:

$$1 \text{ nas} = 9,460.10^{15} \text{m} = 6,324.10^4 \text{ đvtv}$$

- Parsec (ps): có độ dài bằng quãng đường truyền của ánh sáng trong chân không trong thời gian 1 năm: $1 \text{ ps} = 3,086.10^{16} \text{m} = 206265 \text{ đttv}$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Hãy giải thích các đặc điểm chuyển động nhìn thấy của Mặt Trời, Mặt Trăng, các hành tinh và các ngôi sao theo mô hình nhật tâm Copernic.
2. Trình bày ba định luật của Keple và từ ba định luật Keple thiết lập định luật vạn vật hấp dẫn của Niuton.
3. Hãy giải thích bằng cách nào các pha của Kim Tinh được quan sát bởi Galileo, giúp ông khẳng định mô hình nhật tâm và bác bỏ mô hình địa tâm.

BÀI TẬP CHƯƠNG I

1. Để tìm sao Bắc Cực thì người ta dựa vào chòm sao Gấu Lớn (Đại Hùng hay còn gọi là chòm Bắc Đẩu lớn) hoặc chòm sao Thiên Hậu. Sau 2 giờ quan sát vị trí các sao thì vị trí chúng thay đổi như thế nào?
2. Dựa vào hệ nhật tâm Copernic, hãy giải thích hiện tượng chuyển động hình nút của các hành tinh.
3. Giải thích đặc điểm chuyển động nhìn thấy của thiên cầu, Mặt Trời, Mặt Trăng và của các hành tinh theo hệ nhật tâm Copernic.
4. Dựa vào đặc điểm chuyển động nhìn thấy của Kim Tinh và Thủy Tinh, hãy xác định khoảng cách từ mỗi hành tinh này đến Mặt Trời (theo đơn vị thiên văn) và chu kì chuyển động của chúng quanh Mặt Trời theo đơn vị năm (coi các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo tròn).
5. Vì sao Kim Tinh có khi xuất hiện vào buổi sáng (sao Mai), có khi xuất hiện vào buổi chiều (sao Hâm)?
6. Mộc Tinh cách Mặt Trời 5,2 đvtv. Vậy sau bao nhiêu năm Mộc Tinh đi được 1 vòng quanh Mặt Trời?

Chương 2. QUI LUẬT CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC THIÊN THỂ TRONG TRƯỜNG LỰC HẤP DẪN

Chương này đề cập đến các vấn đề:

Cách xác định khối lượng của Trái Đất, Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh...?

Giải thích vì sao Mặt trăng chỉ chạy quanh Trái Đất và cùng Trái Đất chạy quanh Mặt Trời?

Làm thế nào để phóng được các trạm vũ trụ lên Mặt Trăng, lên các hành tinh và để tới các vì sao xa xăm?

2.1. Trái Đất

Cũng như các hành tinh khác, Trái Đất có dạng hình cầu hơi dẹt ở hai cực:

- Bán kính trung bình là 6371,23km.
- Khối lượng: $5977 \cdot 10^{18}$ tấn.
- Khối lượng riêng: $5,5 \text{ kg/dm}^3$.
- Độ dẹt: $\varepsilon = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298,25}$
- Chu kỳ tự quay là 23 giờ 56 phút.
- Có một vệ tinh là Mặt Trăng.

2.1.1. Hệ tọa độ địa lí

Để xác định vị trí của một điểm trên mặt đất, người ta dùng tọa độ cong (λ, φ) , với φ : vĩ độ địa lí, λ : kinh độ địa lí.

Đứng ở nửa địa cầu Bắc quan sát bầu trời sao ta thấy bầu trời nhật động ngược chiều kim đồng hồ. Mặt phẳng qua tâm O và thẳng góc với trục quay cắt mặt đất theo một đường tròn gọi là xích đạo. Xích đạo chia Trái Đất là hai nửa Bắc và Nam.

2.1.1.1. Vĩ độ

Đường cơ bản để tính vĩ độ địa lí là các vĩ tuyến (là các vòng tròn nhỏ song

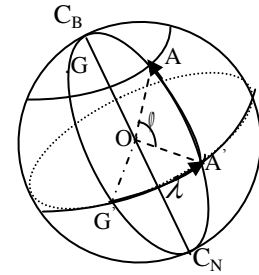
song với xích đạo). Xích đạo là vĩ tuyến số 0.

Vĩ độ của một nơi có trị số bằng góc tạo thành bởi mặt phẳng xích đạo và đường dây dọi qua nơi đó.

Vĩ độ của nơi A là: $\varphi_A = \widehat{AOA'}$

$0 \leq \varphi \leq \pi/2$: ứng với ở Bắc bán cầu

$-\pi/2 \leq \varphi \leq 0$: ứng với ở Nam bán cầu



Hình 2.1

2.1.1.2. Kinh độ

Đường cơ bản để tính kinh độ là các kinh tuyến (là các vòng tròn đi qua hai địa cực). Kinh tuyến qua đài thiên văn Greenwich (Anh) là kinh tuyến gốc hay là kinh tuyến số 0.

Kinh độ của một nơi có trị số bằng góc nhị diện tạo bởi 2 mặt phẳng chứa kinh tuyến gốc và kinh tuyến đi qua nơi đó.

Kinh độ của A: $\lambda = \widehat{G'OA}$,

$$0 \leq \lambda \leq 360^\circ,$$

hoặc $-180^\circ \leq \lambda \leq 180^\circ$

Dấu + ứng với nơi ở phía Đông kinh tuyến gốc;

Dấu - ứng với nơi ở phía Tây kinh tuyến gốc.

Ví dụ: Hà Nội: $\lambda = 105^\circ 52'$

LaHabana: $\lambda = -82^\circ$

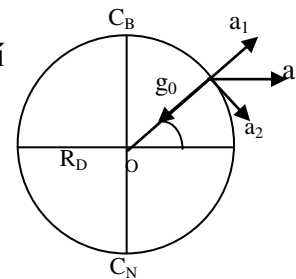
2.1.2. Sự phụ thuộc của gia tốc trọng trường vào vĩ độ địa lí

Theo định luật vạn vật hấp dẫn, một vật ở ngoài Trái Đất cách tâm Trái Đất khoảng r sẽ bị Trái Đất hút một lực:

$$F = G \frac{M_D m}{r^2} = G \frac{M_D m}{(R_D + h)^2};$$

với M_D là khối lượng Trái Đất,

R_D là bán kính Trái Đất,



Hình 2.2

H là độ cao của vật trên mặt đất.

Tại mặt đất: $h=0 \rightarrow F = G \frac{M_D m}{R_D^2} = P = mg_0$ (P là trọng lượng của vật tại mặt đất).

$$\rightarrow g_0 = G \frac{M_D}{R_D^2} \quad (2-1)$$

$$\text{Ở độ cao } h: \quad g = G \frac{M_D}{(R_D + h)^2} \quad (2-2)$$

Thực tế, giá trị của g_0 còn phụ thuộc vào vĩ độ địa lí, vì Trái Đất đang quay với vận tốc ω nên có lực quán tính li tâm đặt lên vật nên phương của trọng lực không đi qua tâm của Trái Đất

Tại vĩ độ φ , gia tốc quán tính là: $a = \omega^2 R_D \cos \varphi$

Lúc này, ta có $\vec{g}_\varphi = \vec{g}_0 + \vec{a}$

$$g_\varphi = g_0 - a_1 = g_0 - a \cos \varphi = g_0 - \omega^2 R_D \cos \varphi \quad (2-3)$$

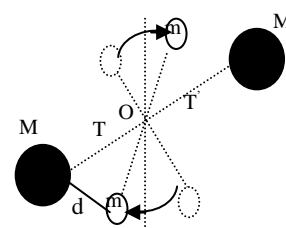
Ta thấy, càng tiến về địa cực (φ càng lớn) thì g_φ càng tăng. Hơn nữa do Trái Đất dẹt ở cực nên bán kính Trái Đất cũng phụ thuộc vào vĩ độ địa lí.

2.1.3. Cách xác định khối lượng Trái Đất

Theo (2-3), để xác định khối lượng Trái Đất M_D thì cần xác định được G

- Xác định hằng số G

Năm 1789 Herry Cavendish đã xác định được hằng số G bằng cách treo vào hai đầu đòn cân của một chiếc cân xoắn quay quanh O hai quả cầu nhỏ cùng khối lượng m và hai quả cầu lớn có khối lượng M.



Hình 2.3

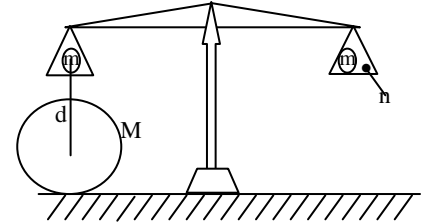
Cho các cặp M - m gần nhau. Do lực hấp dẫn, các quả cầu hút nhau cho đến khi cân xoắn được cân bằng, M - m cách nhau đoạn là d.

Do đối xứng nên $F_{hd} = F_{xoan} = 2 \frac{GMm}{d^2}$

Đo m, M, d, F_{xoan} ta được $G = (6,67259 \pm 0,00085) \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$

- Xác định khối lượng Trái Đất (do Philip Von Jolli xác định vào năm 1881)

Thiết bị như hình 2.4: trên 2 đĩa cân có 2 quả cầu nhỏ khối lượng m , khi cho quả cầu ở bên trái lại gần một quả cầu lớn M thì cân mất thăng bằng. Để cân trở lại thăng bằng, đặt vào đĩa cân kia một khối lượng n .



Hình 2.4

Quả cầu ở đĩa bên trái chịu tác dụng bởi lực hấp dẫn của Trái Đất và M

$$F_1 = G \frac{M_D m}{R_D^2} + G \frac{Mm}{d^2}$$

Ở đĩa bên phải, hai khối lượng m và n đều chịu tác dụng của lực hấp dẫn Trái Đất

$$F_2 = G \frac{M_D m}{R_D^2} + G \frac{Mn}{R_D^2}$$

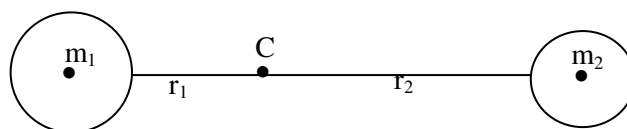
Cân thăng bằng nên $F_1 = F_2 \rightarrow M_D = \frac{Mm}{n} \left(\frac{R_D}{d}\right)^2 = 5,976 \cdot 10^{24} (\text{kg})$

2.2. Bài toán hai vật. Biểu thức chính xác của ba định luật Keple

Khi khảo sát chuyển động của một hành tinh quanh Mặt Trời, của một vệ tinh quanh hành tinh mà không xét tới tương tác của các thiên thể khác, tức là xét bài toán hai vật. Áp dụng định luật vạn vật hấp dẫn của Niuton cho bài toán hai vật, ta có thể thành lập biểu thức chính xác của các định luật Keple.

2.2.1. Suy ra định luật III Keple

Xét hai vật có khối lượng m_1 và m_2 chuyển động quanh khối tâm chung C , khoảng cách từ chúng đến khối tâm là r_1 và r_2



Hình 2.5

Vì lực hấp dẫn hướng dọc theo đường nối khối tâm và vật, cả hai cùng quay trên quỹ đạo của chúng với chu kì T.

Lực hướng tâm của chúng được xác định bởi

$$F_1 = \frac{m_1 v_1^2}{r_1} = m_1 \omega^2 r_1 = m_1 \frac{4\pi^2}{T^2} r_1 \quad (2.4a)$$

$$F_2 = \frac{m_2 v_2^2}{r_2} = m_2 \omega^2 r_2 = m_2 \frac{4\pi^2}{T^2} r_2. \quad (2.4b)$$

Theo định luật 3 Niuton: $F_1 = F_2$

$$\rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{m_2}{m_1} \rightarrow \frac{r_1}{r_1 + r_2} = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{Đặt } a = r_1 + r_2 \rightarrow r_1 = \frac{m_2 a}{m_1 + m_2}.$$

Lực hấp dẫn giữa hai vật là $F_{hd} = F_1 = F_2$

$$\leftrightarrow G \frac{m_1 m_2}{a^2} = m_1 \frac{4\pi^2}{T^2} r_1 = m_1 \frac{4\pi^2 m_2 a}{T^2 (m_1 + m_2)};$$

$$\leftrightarrow \frac{T^2 (m_1 + m_2)}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}. \quad (2.5)$$

Đây là biểu thức của định luật 3 Keple.

Xét 2 hành tinh m_1 và m_2 chuyển động quanh Mặt Trời có khối lượng M

Từ phương trình (2.5), ta có

$$\frac{T_1^2 (M + m_1)}{a_1^3} = \frac{4\pi^2}{G}; \quad (2.6a)$$

$$\frac{T_2^2 (M + m_2)}{a_2^3} = \frac{4\pi^2}{G}. \quad (2.6b)$$

$$\text{Từ (2.6a) và (2.6b) suy ra } \frac{T_1^2 (M + m_1)}{T_2^2 (M + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

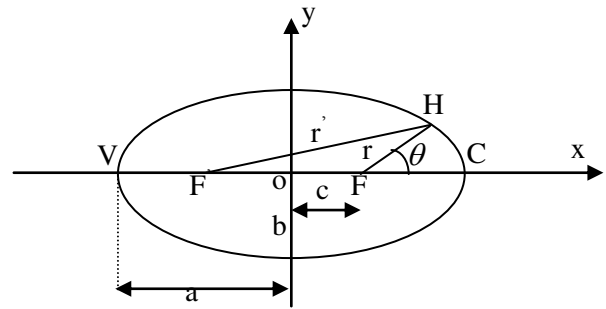
Do $M \gg m_1, m_2 \rightarrow \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$: đây là biểu thức Keple đã được thiết lập từ thực

nghiệm.

2.2.2. Suy ra định luật I Keple

Khi xét bài toán hai vật: vật thứ hai chuyển động quanh khối tâm của vật thứ nhất, vật thứ hai chịu một lực có phương đi qua một điểm là khối tâm G của vật thứ nhất. G được gọi là tâm của trường và bài toán được gọi là bài toán chuyển động của chất điểm trong trường xuyên tâm. Quỹ đạo của chất điểm là đường elip mà tâm của trường là một tiêu điểm.

Xét một hành H đang chuyển động quanh Mặt Trời, Mặt Trời là tiêu điểm F như hình vẽ



Hình 2.5

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = \frac{c}{a}, \quad c = OF, \quad r + r' = 2a, \quad p = a(1 - e^2)$$

$$FC = a(1 - e) \quad ; \quad FV = a(1 + e)$$

Trong tam giác HFF' , có: $r'^2 = r^2 + (2c)^2 + 2rc \cos(\pi - \theta)$

$$\rightarrow r'^2 = r^2 + (2ae)^2 + 2r2ae \cos \theta$$

$$\rightarrow (2a - r)^2 = r^2 + 4a^2e^2 + 4are \cos \theta$$

$$\rightarrow 4ar(1 + e \cos \theta) = 4a^2(1 - e^2)$$

$$\rightarrow r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos \theta} \quad (2.7)$$

(2.7) là phương trình của đường elip trong hệ tọa độ cực với $0 \leq e < 1$.

Áp dụng định lý Pitago, ta có:

$$r^2 = (x + ae)^2 + y^2 \quad (2.8)$$

$$r^2 = (x - ae)^2 + y^2 \quad (2.9)$$

$$\rightarrow r'^2 - r^2 = 4aex \leftrightarrow (r' - r)(r' + r) = 4aex$$

$$\rightarrow r' - r = \frac{4aex}{2a} = 2ex \leftrightarrow r' - 2a + r' = 2ex \rightarrow r' = a + ex$$

Thay vào các phương trình (2.8) và (2.9), ta được

$$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1 \quad (2.10)$$

Diện tích elip: $S = 4 \int_0^b dy \int_0^b dx = \pi ab$.

Elip là một trong những đường cong conic, tùy theo giá trị tâm sai mà ta có

$e = 0$: quỹ đạo là đường tròn

$0 \leq e < 1$: quỹ đạo là elip

$e = 1$: quỹ đạo là parabol

$e > 1$: quỹ đạo là hyperbol

2.2.3. Suy ra định luật II Keple

Xét một hành tinh H cách Mặt Trời một khoảng r, có vận tốc là v.

Sau thời gian Δt , hành tinh đến H', bán kính vectơ quét được là:

$$\Delta\theta = \frac{v_t \Delta t}{r}; \text{ với } v_t \text{ là thành phần vectơ vận}$$

tốc vuông góc với r.

Diện tích mà bán kính vectơ quét được:

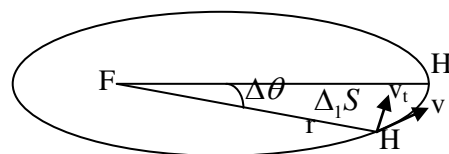
$$\Delta S = \frac{1}{2} r v_t \Delta t$$

$$\rightarrow \frac{dS}{dt} = \frac{1}{2} r v_t = \frac{r^2}{2} \frac{d\theta}{dt} = \frac{C}{2}$$

Vận tốc diện tích: $\sigma = \frac{S}{T} = \frac{C}{2} \rightarrow C = 2\sigma$.

Vậy định luật 2 Keple được xây dựng từ thực nghiệm là chính xác.

2.3. Phương trình năng lượng



Hình 2.6

2.3.1. Sự bảo toàn cơ năng trong một hệ hấp dẫn

Một hệ cô lập không có nội ma sát có động năng là E_d , thế năng là E_t . Cơ năng của hệ được bảo toàn:

$$E = E_d + E_t = \text{const}$$

Xét một vật m chuyển động trên quỹ đạo $x(t)$ trong trường xuyên tâm chịu tác dụng của một lực F .

Công của lực F là nó dịch chuyển từ A đến B trong thời gian dt là

$$W = \int_A^B \vec{F} d\vec{x} \quad (2.11)$$

Nếu lực F chỉ làm biến thiên động năng. Áp dụng định luật II Niuton và định nghĩa vận tốc, ta có:

$$\begin{aligned} Fdx &= m\left(\frac{dv}{dt}\right)v dt = m(vdv) = d\left(\frac{mv^2}{2}\right) \\ \rightarrow W &= \left(\frac{mv^2}{2}\right)_B - \left(\frac{mv^2}{2}\right)_A = E_B - E_A. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Ở đây nếu hệ có hai vật m_1 và m_2 thì động năng của hệ là

$$E_{he} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}.$$

Nếu lực F chỉ làm thay đổi thế năng. Lúc này giữa hai vật chỉ có lực hấp dẫn, ta có:

$$\begin{aligned} Fdx &= -G \frac{m_1 m_2}{r^2} dr = d\left(G \frac{m_1 m_2}{r}\right) \\ \rightarrow W &= \left(G \frac{m_1 m_2}{r}\right)_B - \left(G \frac{m_1 m_2}{r}\right)_A = E_{tB} - E_{tA}. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Ở đây thế năng tương tác là : $E_t = -G \frac{m_1 m_2}{r}$.

Khi $r \rightarrow \infty$ thì $E_t \rightarrow 0$.

Từ (2.12) và (2.13) $\rightarrow (E_t + E_d)_B = (E_t + E_d)_A$

Hay $E_B = E_A = const$

Vậy, cơ năng của một hệ hấp dẫn được bảo toàn:

$$E = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - G \frac{m_1 m_2}{r_2} = Const .$$

2.3.2. Phương trình năng lượng

Vật m chuyển động quanh vật M theo quỹ đạo elip có bán trục lớn là a, tâm sai e.

Theo định luật II Keple, ta có:

$$\begin{aligned} r_c v_c &= r_v v_v = \frac{2\pi ab}{T} = C \\ r_c &= a(1-e) \\ r_v &= a(1+e) \\ b^2 &= a^2(1-e^2) \end{aligned} \tag{2.14}$$

Theo định luật III Keple: $T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{G(M+m)} \approx \frac{4\pi^2 a^3}{GM}$

Từ các phương trình (2.14), suy ra:

$$\begin{aligned} v_c &= \frac{2\pi ab}{T r_c} \rightarrow v_c^2 = \frac{4\pi^2 a^2 b^2}{T^2 r_c^2} = \frac{GM 4\pi^2 a^4 (1-e^2)}{4\pi^2 a^3 a^2 (1-e)^2} \\ &\rightarrow v_c^2 = \frac{GM}{a} \left(\frac{1+e}{1-e} \right) \end{aligned}$$

Năng lượng của m ở cận điểm:

$$E_c = \frac{m v_c^2}{2} - G \frac{mM}{r_c} = \frac{GMm}{2a} \left(\frac{1+e}{1-e} \right) - \frac{GMm}{a} \left(\frac{1}{1-e} \right) = -\frac{GMm}{2a} .$$

Vì cơ năng của vật được bảo toàn nên

$$E = -\frac{GMm}{2a}$$

Như vậy, năng lượng càng lớn thì bán trục lớn của quỹ đạo càng lớn.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta được

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{2a} \quad (2.15)$$

$$\rightarrow v^2 = GM\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right).$$

Phương trình này gọi là phương trình năng lượng. Dạng quỹ đạo của vật có khối lượng m , chuyển động quanh vật có khối lượng M phụ thuộc vào bình phương vận tốc và phụ thuộc vào năng lượng.

$$\text{Quỹ đạo tròn khi } a = r : v_t^2 = GM \frac{1}{r}$$

$$\text{Quỹ đạo parabol khi } a = \infty : v_p^2 = GM \frac{2}{r}$$

$$\text{Quỹ đạo elip với } v_e \text{ thỏa } : v_t < v_e < v_p.$$

2.4. Xác định khối lượng thiên thể trong hệ Mặt Trời

2.4.1. Xác định khối lượng các thiên thể

Khối lượng các thiên thể có thể được xác định qua định luật III Keple hay qua sự phân tích đặc điểm nhiễu loạn trong chuyển động của một thiên thể do thiên thể có khối lượng cần xác định gây nên.

Để xác định khối lượng Mặt Trời, ta xét một vệ tinh chuyển động quanh một hành tinh, và hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời.

Gọi bán trục lớn, khối lượng và chu kì của hành tinh lần lượt là a_0, m_0, T_0 và bán trục lớn, khối lượng và chu kì của vệ tinh lần lượt là a, m, T .

Theo định luật III Keple, ta có

$$\begin{cases} T_0^2 = \frac{4\pi^2 a_0^3}{G(M_0 + m_0)} \\ T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{G(m_0 + m)} \end{cases} \rightarrow \frac{T_0^2}{T^2} = \frac{(m_0 + m)}{(M_0 + m_0)} \cdot \frac{a_0^3}{a^3}$$

Vì $M_0 \gg m_0; m_0 \gg m$ nên

$$\rightarrow \frac{T_0^2}{T^2} = \frac{m_0}{M_0} \cdot \frac{a_0^3}{a^3} \quad (2.16)$$

Chẳng hạn để xác định khối lượng hành tinh m_0 , ta có:

- T và T_0 , a và a_0 được xác định bằng cách theo dõi thiên văn;
- Khối lượng Mặt Trời $M_0 = 330.000.M_{\text{TĐ}} = 199.10^{28}\text{kg}$.

Từ đó tính được $m_0.100$.

2.4.2. Xác định khối lượng Mặt Trăng

Vì Mặt Trăng không quá nhỏ so với Trái Đất nên không thể lấy gần đúng:

$$m + m_0 \approx m_0.$$

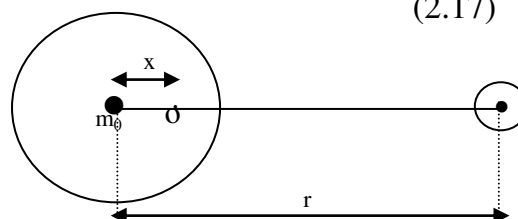
Xem Mặt Trăng và Trái Đất quay quanh một khối tâm chung O .

$$\text{Ta có: } m(r-x) = m_0. \quad (2.17)$$

Người ta tính được:

$$x = 4635\text{km}; r = 384.400\text{km}$$

Thay vào (2.17), ta được: $m_0 = 81,5m$.



Hình 2.7

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu cách xác định khối lượng của Trái Đất, Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh.
2. Thế nào là bài toán hai vật. Áp dụng định luật vạn vật hấp dẫn của Niuton cho bài toán hai vật, hãy thiết lập ba biểu thức chính thức của các định luật Keple.
3. Hãy chứng minh rằng cơ năng của một hệ hấp dẫn được bảo toàn.
4. Thiết lập phương trình năng lượng của vật m chuyển động trong trường lực xuyên tâm quanh M theo quỹ đạo elip có bán trục lớn là a , tâm sai e . Từ đó suy ra suy ra nhận xét quỹ đạo của vật m phụ thuộc vào bình phương vận tốc và phụ thuộc vào năng lượng.

Bài tập chương 2

1. Khối lượng Mặt Trời lớn gấp bao nhiêu lần khối lượng Trái Đất biết rằng:
 - Chu kì quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất là 27,2 ngày, bán kính quỹ đạo là 384.000km;
 - Chu kì quay của Trái Đất quanh Mặt Trời là 365 ngày, bán kính quỹ đạo là 150.000.000km.
2. Một vệ tinh nhân tạo chuyển động quanh Trái Đất theo quỹ đạo elip với tâm sai e , bán trục lớn là a và chu kì T .
 - a. Tính vận tốc của vệ tinh ở cận điểm và viễn điểm. So sánh hai vận tốc ấy.
 - b. Áp dụng: $e = 0,02$; $a = 1000\text{km}$. Hãy tính độ cao của vệ tinh, biết bán kính Trái Đất là $R = 6370\text{km}$.
3. Sao chổi Halley 76 năm, quỹ đạo rất dẹt với tâm sai $e = 0,967$
 - a. Xác định bán trục lớn quỹ đạo
 - b. Xác định khối lượng của Mặt Trời
 - c. Tính khoảng cách cận nhật và viễn nhật.
 - d. So sánh động năng ở cận điểm và viễn điểm.
4. Hãy tính độ cao và vận tốc ngang của một vệ tinh địa tĩnh (chuyển động tròn quanh Trái Đất với chu kì bằng chu kì tự quay của Trái Đất). Cho khối lượng Trái Đất là $6 \cdot 10^{24}\text{kg}$.
5. Tính gần đúng khối lượng Mộc Tinh biết nó chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo với bán trục lớn $a_M = 5,2 \text{ đvtv}$, chu kì $T_M = 11,9$ năm. Biết rằng vệ tinh Gamymed của Mộc Tinh chuyển động quanh nó với bán trục lớn $a_G = 7,14 \cdot 10^{-3} \text{ đvtv}$, chu kì $T_G = 1,9 \cdot 10^{-2}$ năm. Cho biết khối lượng Mặt Trời $M = 1,99 \cdot 10^{30}\text{kg}$.
6. Tìm vị trí tương đối của khối tâm của hệ: Mặt Trời và Mộc Tinh.
7. Tính vận tốc vũ trụ cấp I và cấp II Mặt Trăng và Hỏa Tinh.

Chương 3. ĐIỀU KIỆN MỘC VÀ LẶN CỦA CÁC THIÊN THỂ

Chương này gồm các nội dung sau:

- Vị trí của các thiên thể trên bầu trời;
- Điều kiện mọc và lặn của các thiên thể;
- Cách quan sát bầu trời ở các vĩ độ khác nhau.

3.1. Thiên cầu và các khái niệm trên thiên cầu

3.1.1. Định nghĩa thiên cầu

Thiên cầu là một vòm cầu tưởng tượng có tâm là nơi ta đứng, có bán kính vô cùng lớn và các thiên thể dường như được phân bố trên đó.

Trục quay của thiên cầu theo phương trục quay của Trái Đất được gọi là trục vũ trụ, trục này cắt thiên cầu tại hai điểm là thiên cực Bắc P và thiên cực Nam P'.

3.1.2. Các khái niệm trên thiên cầu

- **Thiên đỉnh Z và đối thiên đỉnh Z'**: đường thẳng góc với mặt đất ở nơi ta đứng cắt thiên cầu tại 2 điểm Z và Z'.

- **Đường chân trời**: mặt phẳng vuông góc với OZ (tiếp tuyến với mặt đất) gọi là mặt phẳng chân trời. Mặt phẳng này cắt thiên cầu theo một vòng tròn lớn gọi là đường chân trời NTBĐ.

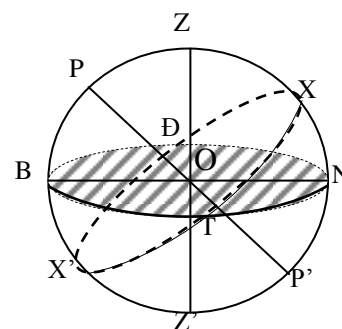
- **Xích đạo trời**: mặt phẳng qua O và vuông góc với PP' cắt thiên cầu theo một vòng tròn lớn gọi là xích đạo trời (XX').

Xích đạo trời cắt đường chân trời tại hai điểm là điểm Đông (Đ) và điểm Tây (T).

- **Vòng giờ**: là các vòng đi qua 2 thiên cực thẳng góc với xích đạo trời.

- **Kinh tuyến trời**: là vòng tròn đi qua 2 thiên cực và thiên đỉnh, nửa vòng tròn chứa thiên đỉnh Z là kinh tuyến trên, nửa vòng còn lại là kinh tuyến dưới.

- **Điểm xuân phân γ** : là một trong hai giao điểm của xích đạo trời và hoàng



Hình 3.1

đạo (là quỹ đạo chuyển động biểu kiến của Mặt Trời).

3.2. Các toạ độ trên thiên cầu

3.2.1. Hệ toạ độ chân trời

- Vòng cơ bản là đường chân trời, điểm cơ bản là thiên đỉnh.
- Hệ gồm hai toạ độ:
 - Độ cao h : là khoảng cách từ thiên thể đến đường chân trời.

$$h = SS' = \widehat{SOS'} \quad ; \quad 0 \leq h \leq 90^\circ$$

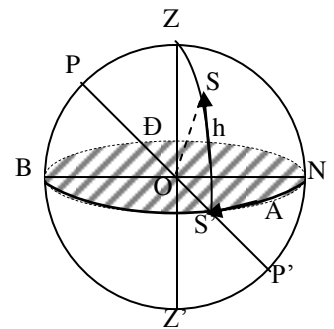
Có khi người ta dùng khoảng cách đỉnh Z thay cho độ cao. Khoảng cách đỉnh Z của sao S là: $h + Z = 90^\circ$.

- Độ phương A

Độ phương của một thiên thể cho ta biết phương quan sát thiên thể đó

$A = \text{cung } NS' = \widehat{NOS'}$ (tính từ điểm Nam theo chiều nhật động).

$$0 \leq A \leq 360^\circ.$$

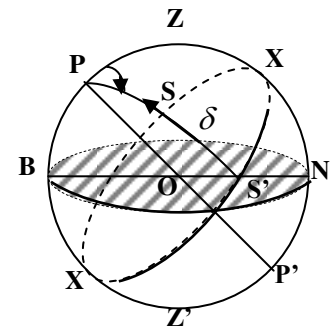


Hình 3.2

3.2.2. Hệ toạ độ xích đạo 1

- Vòng cơ bản là kinh tuyến trên và xích đạo trời.
- Hệ gồm hai toạ độ:
 - + Xích vĩ δ : là khoảng cách góc từ thiên thể đó đến xích đạo trời.

Để xác định xích vĩ của một thiên thể, người ta vẽ vòng giờ qua thiên thể đó (nửa vòng tròn lớn vẽ từ P qua thiên thể S đến P').



Hình 3.3

$$\delta = \text{cung } SS' = \widehat{SOS'};$$

$$0 \leq \delta \leq 90^\circ: \text{ ở Bắc bán cầu;}$$

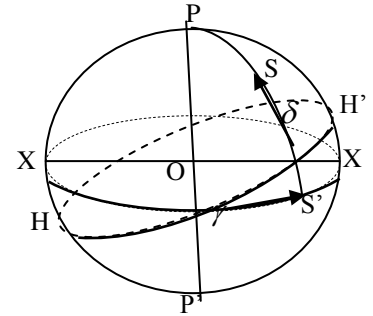
$$-90^\circ \leq \delta \leq 0: \text{ ở Nam bán cầu.}$$

+ Góc giờ t : là góc giữa kinh tuyến trên và vòng giờ qua thiên thể, được tính theo chiều nhật động.

$$0 \leq t \leq 360^\circ \text{ hay } 0 \leq t \leq 24h.$$

3.2.3. Hệ tọa độ xích đạo 2

Vòng cơ bản là xích đạo trời, điểm cơ bản là điểm xuân phân γ (là giao điểm của xích đạo trời với hoàng đạo: đường dịch chuyển của Mặt Trời trên thiên cầu).



Hình 3.4

- Hệ có hai tọa độ:

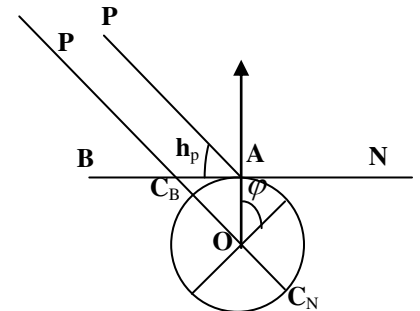
+ Xích vĩ δ

+ Xích kinh α : có trị số bằng góc giữa vòng giờ qua điểm xuân phân và vòng giờ qua sao đó.

3.3. Liên hệ giữa vĩ độ địa lí và độ cao thiên cực

Xét vị trí tại một điểm A có vĩ độ là φ

Vì bán kính thiên cầu là vô cùng lớn nên người đứng ở A có trục vũ trụ là AP song song với trục quay của Trái Đất. Hai đường này gặp nhau ở vô cực là thiên cực Bắc.



Hình 3.5

Độ cao của thiên cực Bắc:

$$h_p = \hat{BAP} = \hat{AOX} = \varphi \text{ (góc có cạnh tương ứng}$$

vuông góc).

Vậy một cách gần đúng độ cao sao Bắc cực bằng vĩ độ địa lí nơi quan sát. Tuy nhiên, ở miền Nam nước ta thì phương pháp này không cho kết quả chính xác, vì sao Bắc cực ở gần chân trời nên độ khúc xạ của tia sáng đi tới nơi quan sát tương đối lớn.

3.4. Điều kiện mọc và lặn của các thiên thể

Do nhật động, các thiên thể vẽ nên những vòng tròn song song với xích đạo trời. Các vòng tròn này có thể cắt đường chân trời tại 2 điểm hoặc tiếp xúc hoặc nằm trên hoặc nằm khuất dưới đường chân trời tùy theo vĩ độ địa lí của nơi quan sát.

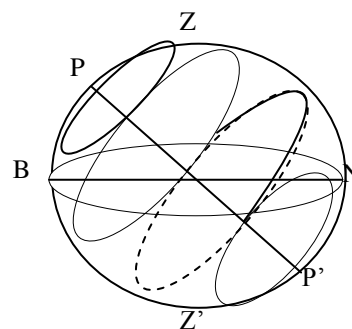
+ Điều kiện để một thiên thể có mọc và có lặn là xích vĩ của nó thỏa: $|\delta| < 90^\circ - |\varphi|$

$\delta = 0$: thiên thể nằm trên xích đạo trời, mọc đúng điểm Đông và lặn đúng điểm Tây.

$\delta < 0$: thiên thể ở Nam thiên cầu, mọc ở phương Đông Nam và lặn ở Tây Nam.

$\delta > 0$: thiên thể ở Bắc thiên cầu, mọc ở phương Đông Bắc và lặn ở Tây Bắc.

+ Nếu $|\delta| \geq 90^\circ - |\varphi|$ thì các vòng nhật động không cắt đường chân trời nên các thiên thể không mọc và không bao giờ lặn.



Hình 3.6

3.5. Quan sát bầu trời ở những nơi có vĩ độ khác nhau

3.5.1. Ở địa cực ($\varphi = 90^\circ$)

Lúc này độ cao thiên cực P cũng bằng 90° nên P trùng với Z và xích đạo trời trùng với đường chân trời, các vòng nhật động của các thiên thể đều song song với đường chân trời nên không có hiện tượng mọc lặn, vì vậy chỉ quan sát được một nửa bầu trời sao.

3.5.2. Ở xích đạo ($\varphi = 0$)

Độ cao thiên cực bằng không, thiên cực Bắc P trùng với điểm Bắc B, thiên cực Nam trùng với điểm Nam N, các vòng nhật động đều vuông góc với đường chân trời nên các thiên thể đều có mọc và có lặn nên ta quan sát được cả bầu trời sao.

3.5.3. Ở vĩ độ trung gian ($0 < \varphi < 90^\circ$)

$0 < \delta < 90^\circ - \varphi$: thời gian mọc lớn hơn thời gian lặn.

$\delta > 90^\circ - \varphi$: không bao giờ lặn.

3.6. Sự biến thiên toạ độ của thiên thể do nhật động

3.6.1. Sự biến thiên của độ cao và độ phương của thiên thể

Tại thời điểm mọc hay lặn, độ cao của thiên thể $h = 0$, còn độ phương A thì phụ thuộc vào xích vĩ δ và vĩ độ địa lí φ .

Từ lúc mọc đến lúc qua kinh tuyến trên: h tăng dần, A cũng thay đổi. Tại kinh tuyến trên thì h cực đại, $A = 0$ (nếu thiên thể ở Nam thiên đỉnh) hoặc $A=180^0$ (nếu thiên thể ở phía Bắc thiên đỉnh).

+ Nếu $\delta < \varphi$: thiên thể ở phía Nam thiên đỉnh (S_1)

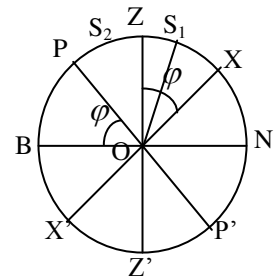
$$h = 90 - \varphi + \delta ;$$

$$Z_1 = ZS_1 = \varphi - \delta .$$

+ Nếu $\delta > \varphi$: thiên thể qua kinh tuyến trên ở phía Bắc thiên đỉnh (S_2)

$$h = 90 + \varphi - \delta ;$$

$$Z_2 = ZS_2 = \delta - \varphi .$$



Hình 3.7

Từ lúc qua kinh tuyến trên đến lúc lặn thì h giảm dần.

3.6.2. Sự biến thiên của góc giờ t

Khi thiên thể qua kinh tuyến trên: $t=0$;

Khi thiên thể qua kinh tuyến dưới: $t=180^0$ ($t=12h$).

Góc giờ của thiên thể thay đổi đều đặn do Trái Đất quay với vận tốc gần như không đổi.

Chú ý:

Với các thiên thể có xích vĩ và xích vĩ không đổi thì điểm mọc, điểm lặn và độ cao khi nó đi qua kinh tuyến trên gần như không đổi theo thời gian.

Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh thì điểm mọc, điểm lặn cũng như độ cao khi qua kinh tuyến trên đều biến thiên nên xích vĩ của chúng cũng biến thiên. Còn xích vĩ của các sao thay đổi rất ít.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các hệ tọa độ trên thiên cầu.
2. Nêu điều kiện mọc và lặn của thiên thể.
3. Trình bày cách quan sát bầu trời sao ở những vĩ độ khác nhau.
4. Hãy giải thích vì sao dân gian ta có câu: “Đêm tháng năm chưa nằm đã sáng, trời tháng mười chưa cười đã tối.”
5. Hãy giải thích vì sao ở địa cực ngày kéo dài 6 tháng rồi đến đêm kéo dài 6 tháng?

Bài tập chương 3

1. Tìm góc giờ và độ phương của thiên đỉnh (z).
2. Với điều kiện quan sát nào thì sao Bắc Cực bằng khoảng cách đỉnh.
3. Sao Thiên Lang có xích vĩ $\delta = -16^{\circ}39'$. Tính độ cao và độ phương của nó khi đi qua kinh tuyến trên đối với người quan sát ở Hà Nội có vĩ độ $\varphi = 21^{\circ}$ và ở Cần Thơ có $\varphi = 10^{\circ}$.
4. Sao Chức Nữ có xích vĩ $\delta = 38^{\circ}44'$. Ở đài thiên văn Macxay (Pháp) có vĩ độ $43^{\circ}56'$, ngôi sao này có mọc, lặn hay không? Tính độ cao của sao Chức Nữ khi nó đi qua kinh tuyến trên ở Macxay và ở Hà Nội (có vĩ độ $\varphi = 21^{\circ}$).
5. Đứng ở nơi nào thì ta thấy Thiên cực Bắc trùng với điểm Bắc và ở nơi nào thì hai điểm này cách xa nhau nhất?
6. Ngày xuân phân, Mặt Trời ở xích đạo trời. Tính độ cao và độ phương của Mặt Trời lúc giữa trưa ngày hôm ấy tại Vinh có vĩ độ $\varphi = 18^{\circ}40'$.
7. Ở đài thiên văn trên đảo Java (Indonesia) có vĩ độ $6^{\circ}50'$ Nam có nhìn thấy sao Bắc Cực không? Tính độ cao và độ phương của Mặt Trời lúc giữa trưa ngày hạ chí (22-6) tại đài thiên văn này, hôm ấy Mặt Trời có xích vĩ là $23^{\circ}27'$.

Chương 4. BỐN MÙA - THỜI GIAN - LỊCH

Chương này sẽ đề cập đến nguyên nhân gây ra bốn mùa: xuân, hạ, thu, đông; trình bày các nguyên tắc để xây dựng lịch, hệ thống tính giờ.

4.1. Đặc điểm tự quay và chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời

4.1.1. Đặc điểm tự quay của Trái Đất

Các thiên thể trên bầu trời dịch chuyển từ Đông sang Tây là do Trái Đất tự quay quanh trục với chu kỳ một ngày đêm.

Thí nghiệm chứng minh Trái Đất quay: con lắc Phuco

Nhà vật lý người Pháp Phuco đã dùng một con lắc có chiều dài 67m và nặng 28kg dao động tự do, mặt phẳng dao động không đổi trong không gian.

Giả sử con lắc treo ở địa cực: mặt phẳng dao động của con lắc quay đối với mặt đất với chu kỳ là một ngày đêm:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{360^\circ}{24(h)} = 15^\circ / h$$

Vì mặt phẳng dao động của con lắc không thể quay nên ta kết luận là Trái Đất tự quay quanh mình.

- Nếu con lắc được treo ở độ vĩ φ :

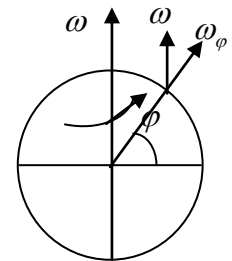
$$\omega_\varphi = \omega \sin \varphi = 15^\circ \sin \varphi$$

- Tại xích đạo thì con lắc nằm yên.

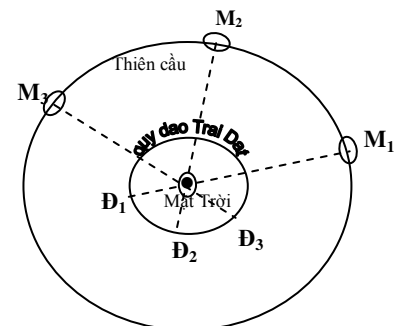
Nhận xét: Do Trái Đất tự quay nên nó phình ra ở xích đạo và bị dẹt ở hai địa cực, vì vậy bán kính Trái Đất ở xích đạo lớn hơn ở địa cực 21,4km.

4.1.2. Chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời

Trái Đất trong khi tự quay còn chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo gần như đường tròn. Mặt phẳng quỹ đạo của Trái Đất cắt thiên cầu theo một đường tròn gọi là hoàng đạo. Và hoàng đạo còn được gọi là quỹ



Hình 4.1



Hình 4.2

đạo chuyển động biểu kiến hàng năm của Mặt Trời trên nền trời sao.

Ở hình 4.2: Khi Trái Đất ở vị trí Đ₁, Đ₂, Đ₃ sẽ thấy Mặt Trời ở các vị trí M₁, M₂, M₃ trên thiên cầu. Vòng tròn lớn M₁, M₂, M₃ là đường hoàng đạo.

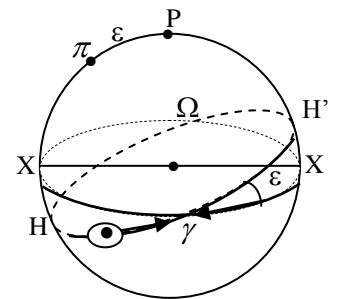
Chu kì Mặt Trời dịch chuyển trên hoàng đạo là 365,2422 ngày chính là chu kì chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời.

4.2. Sự biến thiên toạ độ xích đạo của Mặt Trời. Bốn mùa: xuân, hạ, thu, đông

4.2.1. Sự biến thiên toạ độ xích đạo của Mặt Trời

Trong quá trình quay quanh Mặt trời, trục của Trái Đất nghiêng với mặt phẳng hoàng đạo một góc $66^{\circ}33'$ nên mặt phẳng hoàng đạo nghiêng với xích đạo trời một góc $\varepsilon = 23^{\circ}27'$

Trên hình 4.3, điểm π gọi là hoàng cực, nó cách một điểm bất kì trên hoàng đạo bằng 90° . Như vậy, khoảng cách từ thiên cực đến điểm π cũng là $23^{\circ}27'$



Hình 4.3

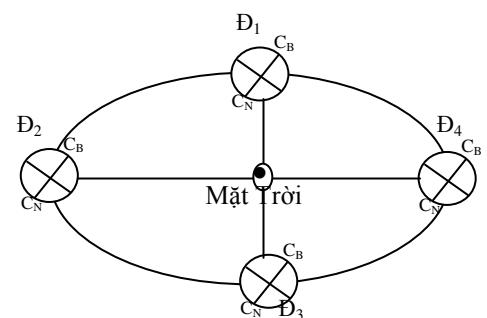
Sự biến thiên của các toạ độ xích đạo của Mặt Trời trong một năm:

+ Xích vĩ δ : biến thiên từ 0° đến $+23^{\circ}27'$ rồi trở về 0° (Bắc thiên cầu), sau đó biến thiên từ 0° đến $-23^{\circ}27'$ rồi trở về 0° (Nam thiên cầu).

+ Xích kinh α : biến thiên từ 0° đến 360° (hay từ 0h đến 24h).

4.2.2. Bốn mùa và đới khí hậu

Ngoài nhật động ($T = 24h$) thì Mặt Trời còn dịch chuyển trên nền trời sao một vòng mất một năm và lần lượt đi qua 12 chòm sao. Thực chất của chuyển động biểu kiến này là do Trái Đất quay quanh Mặt Trời một vòng mất một năm và tự quay quanh trục của nó một vòng mất 24h.



Hình 4.4

Trong quá trình quay quanh Mặt Trời, trục của Trái Đất nghiêng với mặt

phẳng quỹ đạo một góc $66^{\circ}33'$ và gần như không đổi trong quá trình chuyển động. Chính vì vậy trong vòng một năm, vào những thời kỳ khác nhau, thông lượng ánh sáng mà một vị trí trên Trái Đất nhận được sẽ khác nhau. Và đó là nguyên nhân gây ra bốn mùa.

Vị Trí	Ngày	φ	α	Độ dài
γ (xuân phân)	21/3	0	0	Ngày bằng đêm
H (hạ chí)	22/6	$+23^{\circ}27'$	6h	Ngày dài nhất
Ω (thu phân)	23/9	0	0	Ngày bằng đêm
D (đông chí)	22/12	$-23^{\circ}27'$	18h	Đêm dài nhất

Người ta qui định:

- Mùa Xuân: từ ngày 5/2 (Lập xuân) đến ngày 6/5 (Lập hạ), giữa mùa là ngày xuân phân (21/3).

- Mùa Hạ: từ ngày 6/5 (Lập hạ) đến ngày 8/8 (Lập thu), giữa mùa là ngày hạ chí (22/6).

- Mùa Thu: từ ngày 8/8 (Lập thu) đến ngày 8/11 (Lập đông), giữa mùa là ngày Thu phân (23/9).

- Mùa Đông: từ ngày 8/11 (Lập đông) đến ngày 5/2 (Lập xuân), giữa mùa là ngày đông chí (22/12).

Do tính từ xích đạo đến địa cực, khí hậu lạnh dần nên người ta chia Trái Đất thành 3 đới khí hậu:

Vùng nhiệt đới: vùng có xích vĩ từ $-23^{\circ}27'$ đến $+23^{\circ}27'$;

Vùng ôn đới: vùng có xích vĩ từ $\pm 23^{\circ}27'$ đến $\pm 66^{\circ}33'$;

Vùng hàn đới: vùng có xích vĩ từ $\pm 66^{\circ}33'$ đến $\pm 90^{\circ}$.

4.3. Ngày sao, ngày Mặt Trời

4.3.1. Ngày sao

Là khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp điểm xuân phân đi qua kinh tuyến trên.

Một ngày sao bằng 24 giờ sao; một giờ sao là 60 phút sao; một phút sao là 60 giây sao.

*** Mốc tính ngày sao**

Ngày sao được qui ước tính bắt đầu từ điểm xuân phân đi qua kinh tuyến trên. Vậy nên thời gian sao s của sao S là:

$$s = \alpha + t;$$

trong đó, t là góc giờ và α là xích kinh của sao S.

Khi ngôi sao đi qua kinh tuyến trên thì $s = \alpha$. Do vậy đồng hồ chạy theo giờ sao rất tiện trong thiên văn nhưng lại bất tiện trong đời sống hàng ngày.

4.3.2. Ngày Mặt Trời thực

Định nghĩa: Ngày Mặt Trời thực là khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp Mặt Trời đi qua kinh tuyến dưới tại nơi quan sát (có kinh độ địa lí xác định).

Mốc tính giờ Mặt Trời thực là khi Mặt Trời đi qua kinh tuyến dưới, nghĩa là:

$$T = 12^h + t;$$

với t là góc giờ.

Khi Mặt Trời qua kinh tuyến trên thì $t = 0 \rightarrow T = 12^h$

Khi Mặt Trời qua kinh tuyến dưới thì $t = 12^h \rightarrow T = 24^h$ (0h)

Độ dài ngày Mặt Trời thực trong năm không bằng nhau vì:

- Trái Đất dịch chuyển không đều trên hoàng đạo, lúc nhanh lúc chậm.
- Sự tự quay của Trái Đất cũng không đều.

4.3.3. Ngày Mặt Trời trung bình

Trong thực tế, việc chế tạo một đồng hồ chạy đúng theo giờ Mặt Trời thực rất khó và cũng không cần thiết. Bởi vậy, để thuận lợi hơn người ta đưa ra khái niệm ngày Mặt trời trung bình. Độ dài của ngày Mặt Trời trung bình bằng độ dài bình quân của tất cả các ngày Mặt Trời thực trong một năm.

Mốc tính ngày Mặt Trời trung bình là khi Mặt Trời qua kinh tuyến dưới

Ký hiệu: T_m $T_m = 12^h + t_m$;

với t_m là góc giờ Mặt Trời trung bình.

Thời sai: $\eta = t_m - t = T_m - T$: phương trình thời gian.

4.4. Giờ múi, giờ quốc tế

Giờ xác định cho một nơi (có kinh độ xác định) được gọi là giờ địa phương. Như vậy đối với những nơi cùng nằm trên cùng một kinh tuyến thì giờ địa phương sẽ giống nhau.

Và như vậy trên thế giới sẽ có rất nhiều giờ địa phương nên sẽ rất bất tiện cho việc liên lạc quốc tế. Bởi vậy, người ta đưa ra khái niệm giờ múi với qui ước:

Mặt Đất được chia ra làm 24 múi giới hạn bởi 24 kinh tuyến nằm cách nhau 15^0 hay 1^h .

Những vùng trong cùng một múi thì lấy chung một giờ.

Múi số 0 là múi chứa kinh tuyến đi qua đài thiên văn Greenwich của nước Anh.

Thứ tự múi được tính ngược chiều nhật động(từ Tây sang Đông).

Kí hiệu giờ múi: T_M

Năm 1984, để thuận lợi trong việc trao đổi thông tin liên lạc, hội đo lường quốc tế đã lấy múi số 0 là gốc giờ quốc tế, nghĩa là giờ nước Anh là giờ quốc tế.

Theo đó các nước khác tính giờ theo giờ quốc tế:

$$T_M = T_q + M$$

Ví dụ: Ở nước Anh: $T_q = 12^h \rightarrow$ Ở Việt Nam: $T_M = 12 + 7 = 19^h$

4.5. Đường đổi ngày

Vì Trái Đất tự quay từ Tây sang Đông nên nếu chúng ta đi từ Tây sang Đông thì khi vượt qua một múi giờ ta phải vặn tăng lên 1 giờ (nếu theo chiều ngược lại thì phải vặn lùi lại 1 giờ) để phù hợp với giờ địa phương mình đang ở.

Thử tưởng tượng một người đi vòng quanh Trái Đất theo chiều từ Tây sang

Đông và cứ mỗi ngày vượt qua một múi khởi hành lúc 6h ngày 01 thì rõ ràng lúc về nơi cũ là 6h ngày 25 (vì $1+24 = 25$). Song trong chuyến đi của mình, người đó đã vận động hồ tăng 1 ngày trong 24 lần vận động hồ và cho rằng mình về nơi cũ lúc 6h ngày 26.

Hiện tượng nhầm lẫn này xảy ra đối với đoàn thám hiểm Magielang khi họ đi vòng quanh Trái Đất năm 1521.

Ngày nay, để tránh sự nhầm lẫn như trên, người ta qui định đường đôi ngày với qui ước:

Những người đi từ Tây sang Đông khi vượt qua kinh tuyến 180^0 thì phải giảm lịch của mình 1 ngày.

Còn những người đi từ Đông sang Tây thì tăng lên 1 ngày.

4.6. Nguyên tắc xây dựng lịch. Dương lịch, âm dương lịch.

Lịch là hệ thống tính những khoảng thời gian dài, cụ thể là cho một năm. Trên mỗi tờ lịch cho ta biết ngày, tháng, năm...

Ngày là chu kì tự quay của Trái Đất quanh trục của nó.

Tuần lễ có 7 ngày là do đời xưa chỉ nhìn thấy 5 hành tinh bằng mắt thường dịch chuyển cùng với Mặt Trăng, Mặt Trời.

Tháng là chu kì tuần trăng, có độ dài là 29,53 ngày.

Năm là chu kì Mặt Trời dịch chuyển trên hoàng đạo bằng 365,2422 ngày, chính là chu kì Trái Đất quay quanh Mặt Trời.

Có 3 loại lịch chủ yếu: dương lịch, âm lịch, âm dương lịch.

4.6.1. Dương lịch

Cơ sở để xây dựng dương lịch là năm xuân phân dài 365,2422 ngày.

Nguyên tắc xây dựng lịch: Năm phải tròn tháng, tháng tròn ngày, ngày tròn giờ.

Do đó phải có năm nhuận, năm thường có 365 ngày, năm nhuận có 366 ngày.

Dương lịch cũ qui ước năm nhuận như sau: Năm nhuận là những năm mà con

số của năm đó chia hết cho 4.

Như vậy, cứ 4 năm là có một năm nhuận nên bình quân của năm dương lịch cũ:

$$N = \frac{365 + 365 + 365 + 366}{4} = 365,25 \text{ ngày}$$

Vậy, năm dương lịch sai với năm xuân phân là $365,25 - 365,2422 = 0,0078$ ngày. Thành ra cứ 400 năm dương lịch cũ thì sai với năm xuân phân là 3 ngày.

Để khắc phục sự sai lệch trên người ta cải tiến dương lịch gọi là *dương lịch cải tiến* mà hiện nay ta đang dùng với qui ước: “Những năm nhuận là những năm mà con số đó chia tròn cho 4 nhưng trừ những năm mà con số thế kỷ không chia tròn cho 4”.

Như vậy, theo dương lịch mới thì bình quân năm dương lịch là 365,2425 ngày, sai với năm xuân phân là 0,0003 ngày, do đó cứ 3300 năm thì sai 1 ngày.

Như vậy, tính đến thời điểm sử dụng dương lịch mới thì dương lịch cũ đã bị chậm lại 10 ngày, chính vì vậy, tất cả các lịch trên thế giới đều tăng lên 10 ngày. Riêng nước Nga bảo thủ lịch cũ, mãi sau thế chiến thứ 2 mới tăng lên 10 ngày nên cách mạng tháng mười Nga đã được tổ chức kỉ niệm vào tháng mười một.

4.6.2. Âm lịch

4.6.2.1. Âm lịch cũ

Cơ sở để xây dựng âm lịch là chu kỳ quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất là 29,53 ngày. Tháng âm lịch phải chứa nguyên ngày nên một tháng âm lịch hoặc 29 hoặc 30 ngày.

Như vậy, một năm âm lịch chỉ có 354 hoặc 355 ngày, thiếu khoảng 10 ngày. Nên khoảng 3 năm thì có 1 năm nhuận, năm nhuận phải có 13 tháng. Cũng có nghĩa là cứ 3 năm thì sai với chu kỳ mùa 1 tháng, 9 năm sai 3 tháng, tức sai một mùa. Nhưng nếu tính thêm năm nhuận thì mùa của 2 năm trước vẫn bị sai lệch nhiều nên việc dùng âm lịch nói chung là khó khăn, đặc biệt là trong canh tác, xây dựng kế hoạch nhà nước.

4.6.2.2. Âm dương lịch

Để có năm âm lịch gần với 4 mùa thì người ta phải cải tiến âm lịch như sau: cứ 19 năm thì có 7 năm nhuận, 1 năm nhuận có 13 tháng với lập luận như sau:

$$19 \text{ năm xuân phân} = 365,2422 \times 19 = 6939,6 \text{ ngày}$$

$$19 \text{ năm âm lịch} = (19 \times 12) + 7 = 235 \text{ tháng} = 235 \times 29,53 = 6939,55 \text{ ngày.}$$

Với lập luận đó, nếu tính cho 19 năm âm lịch thì độ dài khá phù hợp với độ dài của 19 năm xuân phân: năm thường có 354 - 355 ngày, năm nhuận có 384 - 385 ngày.

Kết luận:

Trong các loại lịch thì dương lịch có nhiều ưu điểm nhất, phù hợp với thời tiết và mùa trong năm. Vì vậy rất thuận lợi cho việc làm kế hoạch và canh tác, còn âm lịch thì nhiều nhược điểm nhưng vì âm lịch phù hợp với chu kỳ tuần trăng nên vẫn được sử dụng song song dương lịch.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu đặc điểm tự quay và chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời.
2. Nguyên nhân gây ra bốn mùa: xuân, hạ, thu, đông.
3. Trình bày các loại giờ, cách xác định các loại giờ và nguyên tắc đường đổi ngày.
4. Trình bày nguyên tắc xây dựng lịch, âm lịch, dương lịch, âm dương lịch.

Bài tập chương 4

1. Ngày thu phân bóng một que thẳng đứng trên mặt phẳng nằm ngang lúc giữa trưa bằng 0,374 độ dài của que. Xác định độ vĩ nơi cắm que.
2. Tính độ cao và độ phương của mặt Trời lúc giữa trưa trong các ngày xuân phân, hạ chí, thu phân, đông chí tại Hà Nội ($\varphi = 21^{\circ}03'$) và tại đài thiên văn Thiên Văn Từ Kim Sơn (Trung Quốc) có $\varphi = 32^{\circ}04'$.
3. Vào ngày 1-1-10980, xích vĩ Mặt Trời là $-23^{\circ}05'$, thời sai là 3 phút. Lúc Mặt Trời qua kính tuyến trên tại Vinh ($\varphi = 18^{\circ}32'$, $\lambda = 105^{\circ}40'$), một đồng hồ đeo tay của người quan sát chỉ 12h 05ph. Hỏi:
 - a. Giờ Mặt Trời trung bình địa phương.
 - b. Giờ quốc tế lúc ấy
 - c. Đồng hồ đeo tay chạy nhanh hay chậm
 - d. Độ cao và độ phương của Mặt Trời lúc ấy.
4. A và B đang quan sát tại nơi có độ kinh 106°Đ . Khi Mặt Trời đi qua kính tuyến trên thì đồng hồ của A chỉ 12h, của B chỉ 12h2ph. A khẳng định đồng hồ của B chạy nhanh. Bạn hãy cho biết kết luận. Biết thời sai lúc quan sát là 6 phút.
5. Có một đoạn nhật ký sau:

“Độ cao sao Bắc Cực
Hai một độ ba ba
Giữa trưa hướng về Bắc
Bóng dài bằng thân ta”.

Hãy cho biết nơi (vĩ độ) và ngày, tháng nhà quan sát ghi đoạn nhật ký trên.
6. Lúc Mặt Trời trung bình qua kính tuyến trên tại một nơi ở thành phố Hồ Chí Minh có độ kinh là $105^{\circ}20'$. Một đồng hồ đeo tay chỉ 11h59ph. Hỏi đồng hồ đeo tay chạy nhanh hay chậm bao nhiêu, và giờ quốc tế lúc ấy.

Chương 5. TUẦN TRĂNG -NHẬT NGUYỆT THỰC -THUY TRIỀU

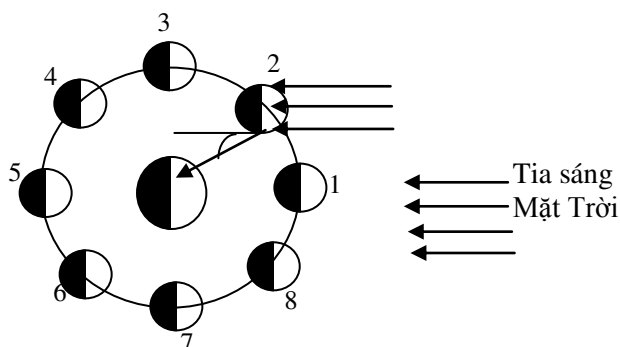
Nội dung chương này gồm có:

- Đặc điểm chuyển động của Mặt trăng, các pha nhìn thấy của Mặt Trăng;
- Hiện tượng nguyệt thực, nhật thực;
- Hiện tượng thủy triều.

5.1. Chuyển động của Mặt Trăng - Chu kỳ tuần trăng

5.1.1. Chuyển động của Mặt Trăng - Các pha của Mặt Trăng

Do Mặt Trăng chuyển động quay quanh Trái Đất từ Tây sang Đông với chu kỳ 27,32 ngày nên ta thấy nó từ từ dịch chuyển trên nền trời sao. Trong khi đó Mặt Trời lại ở khá xa nên các tia sáng chiếu tới gần như song song. Sự chuyển động của Mặt Trăng dẫn tới sự thay đổi vị trí tương đối giữa Mặt Trời, Trái Đất và Mặt Trăng, và do đó, dạng của phần sáng Mặt Trăng mà ta thấy từ Trái Đất cũng thay đổi với chu kỳ nhất định. Ngoài ra do Trái Đất quay quanh mình nó với chu kỳ 24 giờ nên ta chỉ thấy Mặt Trăng xuất hiện trên bầu trời có nửa ngày trong một ngày.



Hình 5.1

Rõ ràng là Mặt Trăng chỉ được rọi sáng nửa mà nó hướng tới Mặt Trời. Hình dạng của Mặt Trăng mà ta nhìn thấy phụ thuộc vào pha trăng.

Pha trăng: là góc hợp bởi tia sáng từ Mặt Trời với tia sáng từ Mặt Trăng đến Trái Đất, ký hiệu: φ

Có 4 pha trăng đặc biệt:

$\varphi=180^0$: ứng với vị trí 1, Mặt trăng và Mặt Trời giao hội (cùng phía đối với Trái Đất), đây là thời kỳ không trăng.

$\varphi = 90^0$: ứng với vị trí 3 và 7, trăng hình bán nguyệt.

$\varphi = 0^0$: ứng với vị trí 5, thời kỳ trăng tròn (rằm).

5.1.2. Chuyển động của Mặt Trăng quanh Trái Đất:

Mặt Trăng chuyển động quanh Trái Đất theo quỹ đạo elip. Ở trên Trái Đất, ta thấy Mặt Trăng dịch chuyển trên thiên cầu theo một đường tròn gọi là bạch đạo với chu kì 27,32 ngày. Độ nghiêng của mặt phẳng bạch đạo với mặt phẳng hoàng đạo dao động trong khoảng $4^058'$ đến $5^020'$. Mặt Trăng chuyển động quanh Trái Đất, Trái Đất lại chuyển động quanh Mặt Trời nên Mặt Trăng chuyển động theo một đường xoắn ốc vòng quanh Mặt Trời.

Ngoài chuyển động quanh Trái đất, Mặt Trăng còn tự quay quanh trục của nó với chu kỳ bằng chu kỳ chuyển động quanh Trái đất, chiều tự quay và chiều chuyển động trùng nhau nên Mặt Trăng luôn hướng một nửa nhất định về Trái đất.

5.1.3. Chu kỳ tuần trăng. Tháng giao hội

Tháng giao hội là khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp của một pha trăng.

Ta biết, Mặt Trăng chuyển động đúng một vòng quanh Trái Đất mất 27,32 ngày. Do Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời nên tháng giao hội, chẳng hạn như giữa hai lần trăng tròn cũng là chu kỳ tuần trăng sẽ lớn hơn 27,32 ngày.

$$T_{gh} > T = 27,32 \text{ ngày}$$

Thật vậy: Một ngày Mặt Trăng di chuyển trên nền trời sao một cung là:
 $360^0 : 27,32 \approx 13^0$

Một ngày Mặt Trời dịch chuyển trên nền trời sao một cung bằng
 $360^0 : 365,25 \approx 1^0$

Nghĩa là Mặt Trăng di chuyển nhanh hơn nhiều. Ta có đẳng thức:

$$\frac{360}{27,32} - \frac{360}{365,25} = \frac{360}{T_{gh}}$$

(T_{gh} : tháng giao hội)

$$\rightarrow T_{gh} = 29,53 \text{ ngày}$$

Chu kỳ tuần trăng cũng bằng tháng giao hội và bằng 29,53 ngày.

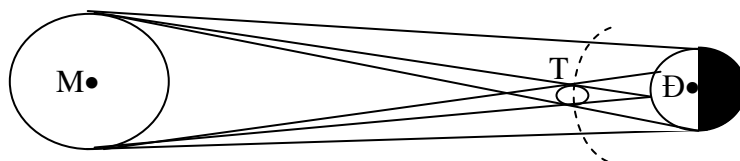
5.2. Nhật nguyệt thực

5.2.1. Nhật thực

Trong quá trình chuyển động quanh Trái Đất sẽ có thời kỳ Mặt Trăng che khuất ánh sáng của Mặt Trời chiếu về Trái Đất gọi là nhật thực. Đó là thời kỳ Mặt Trăng và Mặt Trời giao hội với nhau, xảy ra vào đầu hoặc cuối tháng âm lịch.

Do Mặt Trăng và Trái Đất tự quay nên bóng tối của Mặt Trăng sẽ quét trên mặt đất thành một dải, các địa phương nằm trong dải này sẽ lần lượt nhìn thấy nhật thực.

Trong trường hợp, khi khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng lớn đến mức bóng tối của Mặt Trăng không chạm vào mặt đất, các địa phương nằm trên trục bóng tối sẽ thấy nhật thực vành khuyên.



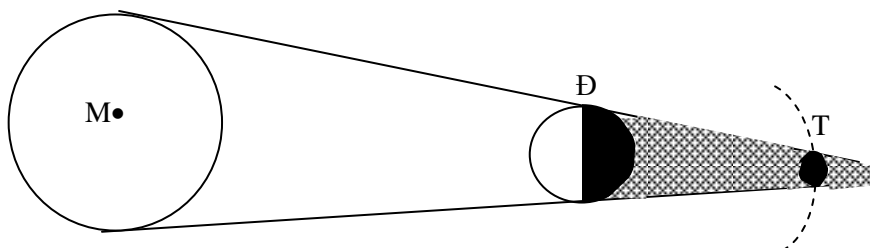
Hình 5.2.

5.2.2. Nguyệt thực

Vào thời kỳ trăng tròn, Mặt Trăng có thể đi vào vùng bóng tối của Trái Đất và lúc này Mặt trăng không còn được dội sáng, ta nói hiện tượng nguyệt thực xảy ra.

Khác với nhật thực, khi có nguyệt thực thì các nơi đang là ban đêm đều thấy nguyệt thực và thấy giống nhau.

Bóng tối của Trái Đất khá lớn nên nguyệt thực có thể kéo dài hơn nhật thực (hơn 1 giờ).



Hình 5.3

5.2.3. Chu kỳ nhật nguyệt thực

Hiện tượng nhật nguyệt thực có tính tuần hoàn, người ta biết được rằng chu kỳ của hiện tượng này là 6585,32 ngày hay 18 năm 11,32 ngày.

Mỗi chu kỳ có 41 lần nhật thực và 29 lần nguyệt thực.

5.3. Thủy triều

5.3.1. Định nghĩa

Thủy triều là hiện tượng ở ven biển, cửa sông lên xuống theo qui luật xác định với chu kỳ 24h52'.

Chu kỳ này đúng bằng khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp Mặt Trăng qua kinh tuyến trên của mỗi nơi. Do đó lực hấp dẫn của Mặt Trăng là nguyên nhân chính gây ra thủy triều.

Trên thực tế, Mặt Trời cũng ảnh hưởng đến thủy triều nhưng nhỏ hơn so với Mặt Trăng (vì Trái Đất cách Mặt Trời là 150 triệu km còn Trái Đất cách Mặt Trăng chỉ có 48 nghìn km).

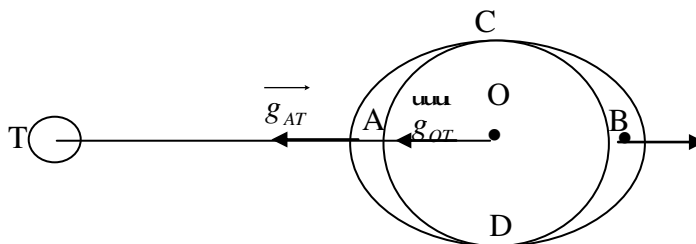
5.3.2. Giải thích hiện tượng thủy triều

Giả sử Trái Đất hình cầu nhẵn được bao quanh bởi một lớp nước. Xét các phân tử nước ở trong hai hệ qui chiếu (K') gắn với tâm Trái Đất và (K) gắn với tâm Mặt Trăng.

Lực hấp dẫn của Mặt Trăng tác dụng lên Trái Đất được xem như chất điểm có khối tâm O và gây nên gia tốc hướng về phía Mặt Trăng:

$$g_0 = G \frac{m}{r^2},$$

với m: khối lượng Mặt trăng, r: khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng.



Hình 5.5

a/ Xét phân tử nước ở A, nước ở A chịu lực hấp dẫn của Mặt Trăng gây ra gia tốc:

$$g_{AT} = \frac{Gm}{(r-R)^2}$$

Hiệu gia tốc ở vùng A so với O:

$$\Delta g_A = g_{AT} - g_{OT} = \frac{Gm}{(r-R)^2} - \frac{Gm}{r^2}$$

$$\rightarrow \Delta g_A = g_{AT} - g_{OT} = \frac{Gm(2rR - R^2)}{(r-R)^2} = \frac{2GmR}{(r-R)r^2} + \frac{GmR^2}{(r-R)^2 r^2}$$

Mà $R \ll r$ nên $\frac{2GmR}{(r-R)r^2} \gg \frac{R^2 Gm}{(r-R)^2 r^2}$

$$\Delta g_A ; \frac{2GmR}{r^3}.$$

Ta thấy $\Delta g_A > 0$ nên gia tốc này gây nên một lực hướng về Mặt Trăng làm cho nước ở A dâng lên.

b/ Tương tự như vậy cho các phân tử nước ở B:

$$\Delta g_B = g_{BT} - g_{OT} = \frac{Gm}{(r+R)^2} - \frac{Gm}{r^2} = \frac{Gm(2rR + R^2)}{(r+R)^2 r^2}$$

Do $R \ll r$ nên ta có :

$$\Delta g_B ; -\frac{2GmR}{r^3}$$

Dấu trừ chứng tỏ nước ở B cũng dâng lên.

Tương tự nước ở C và D hạ xuống.

Những điểm cần chú ý:

- Triều cường: vào những thời kỳ không trăng; Mặt Trăng và Mặt Trời giao hội thì sự góp thêm lực hút của Mặt Trời làm cho thủy triều dâng lên cao hơn mức bình thường, người ta gọi là triều cường.

- Trong thực tế do ma sát nên triều lên chậm hơn so với thời điểm Mặt Trăng qua kinh tuyến trên.

- Hiện tượng thủy triều không chỉ xảy ra với đại dương nước mà còn xảy ra đối với khí quyển và lục địa. Các tính toán cho thấy do Mặt Trăng mà lục địa dâng lên hay hạ xuống cỡ vài dm.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Giải thích các pha nhìn thấy của Mặt Trăng.
2. Định nghĩa hiện tượng nhật thực, nguyệt thực. Có thể dự đoán được hiện tượng nguyệt thực, nhật thực bằng cách nào?
3. Thế nào là hiện tượng thủy triều? Nguyên nhân nào gây ra hiện tượng thủy triều?
Giải thích.

PHẦN B

THIÊN VĂN VẬT LÝ

Chương 6. PHƯƠNG PHÁP THIÊN VĂN VẬT LÝ

6.1. Các định luật bức xạ nhiệt

6.1.1. Định luật dịch chuyển Wien

Bước sóng có cường độ bức xạ cực đại tỉ lệ nghịch với nhiệt độ của vật đen tuyệt đối:

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}; \quad (6.1)$$

với $b = 2,898.10^3 \text{ mK}$.

Ta thấy khi nhiệt độ tăng, bước sóng có cường độ cực đại giảm. Hay nói cách khác cực đại bức xạ của vật dịch chuyển về bước sóng ngắn (tần số cao) khi nhiệt độ tăng.

Người ta có thể vận dụng định luật này để xác định nhiệt độ bề mặt Mặt Trời là 5800K.

6.1.2. Định luật Stefan Boltzmann

Công suất bức xạ toàn phần của vật đen tuyệt đối tỉ lệ với lũy thừa bậc bốn của nhiệt độ tuyệt đối.

$$E = \sigma T^4; \quad (6.2)$$

với $\sigma = 5,67.10^{-8} \text{ W / m}^2 \text{ K}^{-4}$.

Hay nói cách khác: độ chói của vật đen tuyệt đối tỉ lệ với lũy thừa bậc bốn của nhiệt độ tuyệt đối.

6.2. Quang phổ vạch và ứng dụng của nó

6.2.1. Xác định thành phần cấu tạo

Quang phổ vạch gồm những vạch sáng có màu ứng với bước sóng xác định.

Sự phân bố các vạch và lượng vạch phụ thuộc vào thành phần cấu tạo hóa học và nhiệt độ chất khí bức xạ ra nó.

Quang phổ liên tục cho phép xác định nhiệt độ của thiên thể.

Dựa vào quang phổ vạch hay quang phổ hấp thụ của thiên thể, người ta suy ra thành phần cấu tạo hóa học của nó bằng cách so sánh với quang phổ vạch của các nguyên tố hóa học đã biết.

Trong quang phổ của hầu hết các thiên hà có những vạch đậm nét của nguyên tố hidro, ngoài ra còn có heeli, natri, canxi...

6.2.2. Hiệu ứng Zeeman. Xác định từ trường

Khi nguyên tử đặt trong từ trường thì vạch phổ bức xạ của nó bị tách ra làm nhiều vạch. Hiện tượng tách vạch này gọi là hiệu ứng Zeeman.

Lý thuyết và thực nghiệm cho biết khoảng cách giữa các vạch tỉ lệ thuận với cảm ứng từ.

Vì vậy dựa vào số vạch và khoảng cách giữa các vạch, ta có thể xác định được cường độ cảm ứng từ và phương của các đường cảm ứng từ của thiên thể.

6.2.3. Hiệu ứng Dopple. Xác định tốc độ chuyển động.

Gọi ν_0 là tần số sóng ánh sáng thu được khi nguồn sáng nằm yên đối với người quan sát, ν là tần số thu được khi nguồn sáng dịch chuyển với vận tốc v so với người quan sát. Ta có:

$$\nu = \nu_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right); \quad (6.3)$$

trong đó $\nu > 0$ khi khoảng cách giữa nguồn và người quan sát tăng,

$\nu < 0$ khi khoảng cách giữa nguồn và người quan sát giảm.

$$\text{Mặt khác, ta có: } c = \lambda \nu = \lambda_0 \nu_0 \quad (6.4)$$

Từ (6.3) và (6.4), suy ra:

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 + \frac{v}{c}\right) \quad (6.5)$$

$$\rightarrow \Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \lambda_0 \frac{v}{c}: \text{ độ dịch chuyển Dopple. Hiệu ứng Dopple cho phép ta}$$

khảo sát sự chuyển động của các thiên thể.

Bài tập chương 6

1. Chụp phổ ngôi sao trong đường phổ H α thấy rằng $\lambda = 6565\text{Å}^0$ chứ không phải 6563Å^0 . Coi đây là kết quả của hiệu ứng Dopple tương đối tính, hãy tính tốc độ sao di chuyển đối với người quan sát?
2. Vạch H γ ($\lambda = 4341\text{Å}^0$) trong quang phổ của sao Zeta thuộc chòm Gấu lớn bị dịch chuyển $0,5\text{Å}^0$ về phía tím. Tính vận tốc theo phương tia nhìn của sao Zeta.
3. Trong phim chụp quang phổ của ngôi sao ở $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ thấy rằng vị trí ứng với đường nói trên ở trên phim bị dịch đi so với phim ghi phổ chuẩn trong phòng thí nghiệm là $0,02\text{mm}$. Xác định vận tốc theo phương nhìn của sao biết rằng mỗi milimet trên phim tương ứng với $4.10^{-3} \mu\text{m}$.
4. Ngôi sao có kí hiệu HD 215441 có từ trường cực mạnh với cảm ứng từ $B = 3,4\text{T}$. Hãy tính tần số và bước sóng của các thành phần được tách ra từ bức xạ H α ($\lambda = 6565\text{Å}^0$) đi qua môi trường đó do hiệu ứng Zeemann thường.
5. Khí hidro trung hoà ở nhiệt độ bao nhiêu thì
 - a. Số nguyên tử ở trạng thái kích thích thứ nhất bằng số nguyên tử ở mức cơ bản.
 - b. Số nguyên tử ở trạng thái kích thích thứ hai bằng số nguyên tử ở trạng thái kích thích thứ ba.

Chương 7. VẬT LÝ CÁC THIÊN THỂ TRONG HỆ MẶT TRỜI

7.1. Mặt trời

7.1.1. Các số liệu về Mặt Trời

Mặt Trời là một quả cầu khí nóng bóng không lồ. Đường kính của quả cầu sáng mà ta thấy gọi là quang cầu bằng 1392000km.

$$\text{Thể tích: } V = 1,41 \cdot 10^{18} \text{ km}^3 = 1,41 \cdot 10^{30} \text{ dm}^3$$

$$\text{Khối lượng: } M = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{Khối lượng riêng trung bình: } \rho = 1,41 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Gia tốc trọng trường: } g = 274 \text{ m/s}^2$$

7.1.2. Hằng số Mặt Trời, Độ trung

- Hằng số Mặt Trời: là lượng năng lượng bức xạ toàn phần (đủ các bước sóng) của Mặt Trời truyền thẳng góc đến một diện tích 1cm^2 ở khoảng cách bằng khoảng cách trung bình từ Mặt Trời đến Trái Đất (1đvtv) trong một phút.

Người ta đo được $Q=1,95\text{calo/cm}^2\cdot\text{phút}$

- Công suất bức xạ toàn phần của Mặt Trời: là tổng năng lượng bức xạ của Mặt Trời trong một đơn vị thời gian (1s).

$$W = \frac{Q \cdot 4\pi d^2}{60}; \text{ với } d: \text{ bán kính của mặt cầu bằng 1 đvtv } (=1,496 \cdot 10^{11}\text{m})$$

$$\rightarrow W = \frac{4,18 \cdot 1,95 \cdot 4\pi \cdot (1,496 \cdot 10^{11})^2}{10^{-4} \cdot 60} = 3,9 \cdot 10^{26}\text{W}$$

7.1.3. Nhiệt độ của Mặt Trời

Xem quang cầu của Mặt Trời như một vật đen tuyệt đối (vật hấp thụ hoàn toàn các bức xạ điện từ có bước sóng bất kì đập vào nó. Sự bức xạ của vật đen tuyệt đối chỉ do nhiệt độ của nó qui định mà không phụ thuộc chất liệu của nó) thì nhiệt độ của Mặt Trời được xác định theo các phương pháp sau:

***Theo công thức Stefan-Boltzman:** $E_{(T)} = \sigma T^4$

$E_{(T)}$: công suất bức xạ từ một đơn vị diện tích mặt quang cầu (mật độ công

suất bức xạ)

$$E_{(T)} = \frac{W}{4\pi R^2} = \frac{3,9 \cdot 10^{26}}{4\pi R^2} \quad (R = 696000 \text{ km: bán kính quang cầu})$$

$$\rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{E}{\sigma}} = \sqrt[4]{1,1305 \cdot 10^{15}} \approx 5798 \text{ K}$$

***Theo định luật Wien:**

$$\lambda_{\max} \cdot T = b$$

Trong quang phổ liên tục của quang cầu: $\lambda_{\max} = 0,4738 \mu\text{m} = 4,738 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

$$T = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{4,738 \cdot 10^{-7}} \approx 6000 \text{ K}$$

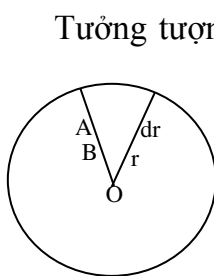
Giá trị nhiệt độ quang cầu thu được từ hai phương pháp trên không hoàn toàn bằng nhau là vì Mặt Trời bức xạ không hoàn toàn đúng như một vật đen lí tưởng.

7.1.4. Nguồn gốc năng lượng Mặt Trời

Người ta vẫn cho rằng năng lượng nhiệt hạt nhân vẫn liên tục xảy ra trong lòng Mặt Trời. Điều kiện để phản ứng hạt nhân xảy ra là phải có nhiệt độ rất cao (hàng chục triệu độ).

7.1.4.1. Áp suất và nhiệt độ của Mặt Trời

Nhiệt độ quang cầu khoảng 6000K, càng tiến sâu vào trong lòng thì ánh sáng càng lớn và nhiệt độ càng cao. Phần bên trong của Mặt Trời ổn định hàng triệu năm cho phép ta nghĩ tới Mặt Trời phải ở trạng thái cân bằng động.



Hình 7.1

Tương tự chia Mặt Trời thành nhiều lớp cầu. Khí trong mỗi lớp chịu tác dụng của lực hấp dẫn kéo vào tâm. Để giữ lớp khí ở độ cao không đổi thì áp suất khí ở phía dưới lớp phải cao hơn phía trên lớp. Độ chênh lệch áp suất $dp(r)$ phải cân bằng với áp lực hấp dẫn của chất khí trong lớp đó.

Xét lớp cầu AB cách tâm một khoảng r , có độ dày dr .

Ta có:

$$dp(r) = -\rho_r g_r dr, \quad (7.1)$$

(vế phải là lực hấp dẫn tác dụng lên chất khí trong xilanh nhỏ có tiết diện ngang 1m^2 và độ dày dr).

trong đó, ρ_r : khối lượng riêng của lớp vật chất AB.

g_r : gia tốc trọng trường tại lớp AB.

g_r có giá trị như nhau khi tất cả khối lượng bên trong quả cầu có bán kính r đặt tại

tâm quả cầu:
$$g_r = \frac{GM_r}{r^2}; \quad (7.2)$$

với M_r : khối lượng Mặt Trời tại bán kính r ($M_{(r=R)}=M$).

Khối lượng bên trong lớp AB (có độ dày dr):

$$dM_r = \rho_r V_r = \rho_r S_r dr = \rho_r 4\pi r^2 dr \quad (7.3)$$

Từ (7.1), (7.2), (7.3) $\rightarrow dp(r) = -\frac{GM_r dM_r}{4\pi r^4}. \quad (7.4)$

Giá trị trung bình của P_r theo toàn bộ khối lượng Mặt Trời được tính theo công thức:

$$\langle P \rangle = \frac{1}{M} \int_0^R p_r dM_r \quad (\text{đây chính là áp suất trung bình của một thiên}$$

thể khối lượng M và bán kính R).

$$\langle P \rangle = \frac{1}{M} P_r M_r \Big|_0^R - \frac{1}{M} \int_0^R M_r dP_r$$

Ta có:

$$r = 0 \rightarrow M_r = 0$$

$$r = R \rightarrow P_r = 0$$

Suy ra: $\langle P \rangle = -\frac{1}{M} \int_0^R M_r dP_r \quad (7.5)$

Từ (7.4) và (7.5), suy ra

$$\langle P \rangle = \frac{1}{M} \int_0^R \frac{GM_r^2 dM_r}{4\pi r^4} \geq \frac{1}{M} \int_0^R \frac{GM_r^2 dM_r}{4\pi R^4} = \frac{1}{M} \frac{G}{4\pi R^4} \int_0^R M_r^2 dM_r$$

$$\rightarrow \langle P \rangle \geq \frac{GM^2}{12\pi R^4} \quad (7.6)$$

Từ (7.1) chúng ta thấy rằng $\frac{dp}{dr} < 0$ để duy trì trạng thái cân bằng động nên áp suất tại tâm phải là áp suất lớn nhất trong ngôi sao và nó phải lớn hơn bất cứ áp suất nào được tính trung bình cho toàn Mặt Trời.

$$\rightarrow P(\text{tại tâm}) < P \rangle \geq \frac{GM^2}{12\pi R^4} = 3.10^{13} \text{ N/m} = 3.10^8 \text{ atm}$$

Tính nhiệt độ:

Theo phương trình trạng thái khí: $p = NKT$;

với $\left\{ \begin{array}{l} N: \text{ mật độ chất khí} \\ K: \text{ hằng số Boltzman.} \end{array} \right.$

Đối với chất khí Hyđrô: $T = \frac{m_H P}{\rho K}$ (ρ : khối lượng riêng của chất khí; m_H : khối lượng mol của chất khí).

Nhiệt độ trung bình của Mặt Trời được tính khoảng 3 triệu độ, nhiệt độ tại tâm là cao nhất.

$$T(\text{tại tâm}) = \frac{m_H P(\text{tại tâm})}{\rho K}$$

Thực vậy, nhiệt độ cao ở tâm Mặt Trời là cần thiết để phản ứng nhiệt hạt nhân xảy ra ở đó.

Mô hình cấu tạo bên trong của Mặt Trời:

Khoảng cách tới tâm (r/R)	Nhiệt độ(K)	Áp suất (N/m ²)	Mật độ (g/cm ³)
0	15.10 ⁶	2,2.10 ¹⁶	150
0,2	10.10 ⁶	4,6.10 ¹⁵	36

0,5	$3,4 \cdot 10^6$	$6,1 \cdot 10^{13}$	1,3
0,8	$1,3 \cdot 10^6$	$6,2 \cdot 10^{11}$	0,035
0,98	$0,1 \cdot 10^6$	10^9	0,001

7.1.4.2. Sơ lược về phản ứng nhiệt hạt nhân

Chúng ta biết được từ các bằng chứng vật lí ở trên Trái Đất rằng Mặt Trời ở trạng thái ổn định trong hàng triệu năm. Vậy nguồn năng lượng nào có thể tồn tại lâu như vậy? Nguồn có thể duy nhất là sự biến đổi khối lượng thành năng lượng theo phương trình Einstein $E = mc^2$. Khi một khối lượng m biến mất thì một năng lượng E xuất hiện.

Tuy nhiên Mặt Trời không biến đổi toàn bộ khối lượng của nó thành năng lượng mà chỉ biến đổi 4 hạt nhân H thành 1 hạt nhân He qua phản ứng nhiệt hạt nhân.

- Khi có sự tổng hợp các hạt nhân nhẹ (như H) thành hạt nhân nặng hơn (như He) thì năng lượng toả ra rất lớn.

Xét hai hạt nhân 1 và 2

- Thế năng tương tác giữa hai hạt nhân: $E_1 = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r}$

- Động năng tương đối giữa hai hạt nhân : $E_d = 3KT$

*Điều kiện để phản ứng hạt nhân xảy ra là : $E_d \geq E_1$

$$\rightarrow 3KT \geq \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r} \rightarrow T \geq \frac{Z_1 Z_2 e^2}{3rK}$$

Ta có, sự tổng hợp hạt nhân xảy ra khi khoảng cách giữa chúng $r \leq 10^{-15}$ m

$$\rightarrow T \geq 55 \cdot 10^6 Z_1 Z_2$$

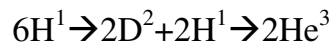
Đối với hạt nhân hidro: $T \geq 55 \cdot 10^6$ độ

Trong thực tế thì phản ứng hạt nhân có thể xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn (vì động năng ở trên là động năng trung bình). Mà nhiệt độ trong nhân Mặt Trời lên đến hàng chục triệu độ nên có điều kiện xảy ra phản ứng hạt nhân.

Theo các nhà Vật lí hạt nhân thì trong lòng Mặt Trời có khả năng xảy ra hai loại phản ứng:

-Loại có chất xúc tác là Cacbon.

-Loại có giai đoạn trung gian với sự tạo thành Đơteri(D^2). Loại này có khả năng xảy ra hơn.



Theo Einstein: $E = \Delta mc^2$

Năng lượng giải phóng trong phản ứng phản ứng tổng hợp 4 hạt nhân H thành 1 hạt nhân He là:

$$E = \Delta mc^2 = (4m_H - m_{He})c^2$$

Nếu có 1g hạt nhân H chuyển thành hạt nhân He thì $\Delta m = 0,01g \rightarrow E \approx 10^{12} J$

7.1.5. Cấu tạo của Mặt Trời

Hàng ngày ta thấy Mặt Trời dưới dạng một đĩa sáng có bán kính góc khoảng $16'$, đó là quang cầu. Quang phổ của quang cầu là quang phổ liên tục. Bao quanh quang cầu là khí quyển. Chính các phân tử vật chất trong khí quyển này đã tạo nên những vạch hấp thụ trên nền quang phổ liên tục của quang cầu.

Quang cầu:

Là lớp khí nóng sáng có độ dày vài ba trăm km. Mật độ vật chất của nó khoảng 10^{16} - 10^{17} hạt/cm³, nhiệt độ khoảng 6000K. Trong điều kiện đó thì Na, K, Ca bị ion hoá còn hydro và một số nguyên tử khác thì trung hoà.

Qua kính thiên văn người ta thấy quang cầu có cấu tạo hạt (bao gồm các hạt có kích thước cỡ 700km) liên tục biến đổi trên nền sẫm tối, chứng tỏ vật chất tại mỗi hạt được dâng lên trong khi đó vật chất xung quanh (chỗ màu sẫm) lại chuyển động vào trong vận tốc cỡ 2km/s.

Các hạt sáng thể hiện sự đối lưu của vật chất lớp dưới lên mặt quang cầu. Tuy nhiên gần đến mặt quang cầu do ma sát lớn (nhiệt độ thấp) nên dừng lại và hạ

xuống gặp các dòng dưới lên tạo nên sự bắn phá ở mặt quang cầu.

Mặt quang cầu có độ chói sáng không đều, giảm dần từ tâm ra đĩa.

Sắc cầu, Nhật hoa:

Bao quanh quang cầu có lớp vật chất với mật độ rất thấp được gọi là khí quyển. Khí quyển có cấu tạo rất phức tạp, có thể chia ra 2 lớp khác nhau: sắc cầu và nhật hoa.

-Sắc cầu: + có độ chói sáng kém hơn quang cầu đến hàng trăm lần, vì vậy có thể quan sát trực tiếp sắc cầu khi có nhật thực toàn phần.

+Khi đó phổ của nó là phổ vạch của các nguyên tố dạng ion của Ca, H, He...

+ Nhiệt độ khoảng 4500K

Trong sắc cầu thường có những dòng cuộn từ dưới lên trên với vận tốc hàng chục km/s.

-Nhật hoa:

Khi nhật thực toàn phần xảy ra, khi Mặt Trăng bao phủ đĩa sáng của Mặt Trời, Mặt Trời được bao bọc bởi ánh sáng yếu, huyền ảo được gọi là vành nhật hoa

Phổ của nhật hoa là một quang phổ liên tục yếu, trên đó nổi rõ lên những vạch phát xạ.

7.1.6. Sự hoạt động của Mặt Trời

7.1.6.1. Trường sáng

Trong mặt quang cầu có nơi có lúc sáng hẳn lên so với xung quanh, đó là trường sáng. Trường sáng có diện tích khá rộng và tồn tại dạng vệt, đốm sáng. Nhiệt độ ở đây cao hơn quang cầu.

7.1.6.2. Vết đen

Trong vùng các trường sáng có từ trường mạnh thường xuất hiện các vết đen, nhiệt độ ở đây thấp hơn quang cầu vài nghìn độ. Có khi vết đen có đường kính tới vài nghìn km. Vết đen thường xuất hiện thành nhóm và có chu kỳ. Vào thời kỳ xuất

hiện nhiều vết đen thì Mặt Trời hoạt động mạnh và có nhiều ảnh hưởng đến Trái Đất như bão từ...

7.1.6.3. Bùng nổ

Ở khu vực gần vết đen có từ trường mạnh, thường xuất hiện những bùng nổ có độ chói sáng tăng đột ngột lên hàng triệu lần trong vài chục phút rồi giảm dần.

Từ chỗ bùng nổ phóng ra tia vũ trụ năng lượng thấp, tia Rogen, bức xạ vô tuyến. Ngoài ra còn có các dòng hạt tích điện với vận tốc khoảng 1000km/s. Các loại bức xạ này có ảnh hưởng rõ rệt đến nhiều hiện tượng vật lí địa cầu.

7.1.6.4. Tai lửa

Một biểu hiện nữa về sự hoạt động của Mặt Trời quan sát được trong nhật hoa là tai lửa. Tai lửa là dòng vật chất có mật độ dày hơn và nguội hơn so với vật chất trong sắc cầu phun lên nhật hoa.

Tai lửa có hình dạng và kích thước khác nhau. Thông thường có dạng phẳng, dài nằm gần thẳng góc với Mặt Trời. Tai lửa là loại hoạt động có kích thước lớn hơn cả. Bề rộng của nó đến hàng ngàn km và có bề dài đến hàng trăm nghìn km.

7.2. Các hành tinh lớn

Trong hệ Mặt Trời, trừ Mặt Trời ra thì các thành viên khác đều là những thiên thể nguội, chúng đều không tự phát sáng được mà chỉ phản xạ ánh sáng Mặt Trời nên việc nghiên cứu lý tính của chúng khó khăn hơn nhiều.

7.2.1. Tổng quan về các hành tinh lớn

Trong hệ Mặt Trời có 9 hành tinh: gần Mặt trời nhất là Thủy tinh và xa nhất là Diêm Vương tinh. Các hành tinh được chia làm hai nhóm:

- Nhóm Trái Đất: gồm các hành tinh cỡ bé, có khối lượng riêng lớn (Thủy Tinh, Kim Tinh, Trái Đất, Hoả Tinh, Diêm Vương Tinh).

- Nhóm Mộc Tinh: gồm những hành tinh cỡ lớn nhưng có khối lượng riêng bé (Mộc Tinh, Thổ Tinh, Thiên Vương Tinh, Hải Vương Tinh).

Bằng cách phân tích phổ vô tuyến, các vạch hấp thụ mới, người ta biết được các hành tinh đều được cấu tạo từ những nguyên tố hoá học có trên Trái Đất.

Cũng như Trái Đất, tất cả các hành tinh khác đều có khí quyển. Sự tồn tại khí quyển của một thiên thể phụ thuộc vào 2 yếu tố:

- Nhiệt độ của thiên thể;
- Vận tốc khuếch tán (vận tốc vũ trụ cấp II) của thiên thể.

Ta biết vận tốc chuyển động nhiệt trung bình của các phân tử khí là:

$$v_{pt}^2 = \frac{3kT}{m}; \text{ với } k: \text{ hằng số Boltzmann, } m: \text{ khối lượng phân}$$

tử của chất khí.

Như chúng ta đã biết nếu một vật có vận tốc chuyển động bằng vận tốc vũ trụ cấp II của một thiên thể thì vật này có khả năng ly khai khỏi thiên thể đó. Áp dụng điều này cho phân tử khí, lí thuyết cho biết một hành tinh giữ được khí quyển khi:

$$v_{pt} < 0,2v_{II}$$

Nhiệt độ các hành tinh đều thấp (càng xa Mặt Trời càng thấp) nên vận tốc trung bình của các phân tử khí bé (cỡ một vài km/s), còn vận tốc vũ trụ cấp hai của các hành tinh lại lớn (đặc biệt là nhóm Mộc Tinh) → các hành tinh đều có khí quyển.

7.2.2. Trái Đất

Về đại thể, Trái đất được cấu tạo theo một số lớp đồng tâm. Ở ngoài cùng là khí quyển, tiếp đến là lớp vỏ rồi đến thủy quyển và trong cùng là thạch quyển.

Khối lượng riêng của Trái Đất là $5,52\text{kg}/\text{dm}^3$, của vỏ Trái Đất là $3\text{kg}/\text{dm}^3$, như vậy mật độ vật chất tăng dần theo độ sâu (khoảng $15\text{kg}/\text{dm}^3$ ở phần trung tâm).

Bằng nghiên cứu đặc điểm truyền sóng động đất, người ta cho rằng ở độ sâu khoảng 3000km, thạch quyển tồn tại ở trạng thái lỏng (nóng chảy). Nhiệt độ trong nhân Trái Đất có thể lên tới hàng vạn độ, 71% mặt Trái Đất là đại dương. Sự lưu thông và nhiệt dung lớn của nước các đại dương là yếu tố điều hoà nhiệt độ cho các nơi trên Trái Đất.

7.2.2.1. Khí quyển

Theo trạng thái vật lí khác nhau, người ta đã chia khí quyển ra thành nhiều tầng: dưới cùng là tầng đối lưu, tiếp đến là tầng bình lưu, tầng ozon...

Trong bảng dưới ghi tỉ lệ các nguyên tố tồn tại trong khí quyển ở phần thấp của tầng đối lưu (ngang mặt biển).

Nguyên tử	Tỉ số (%)
Nitơ (N ₂)	78
Oxi(O ₂)	2e1
Khí cacbonic (CO ₂)	0,03
Agon (Ar)	0,93

* Tầng đối lưu: (từ mặt đất đến độ cao khoảng 10km)

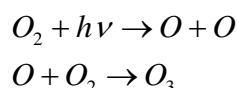
Nhiệt độ giảm nhanh theo độ cao, tại độ cao 10km thì nhiệt độ là -50⁰C. Nguyên nhân là do tầng đối lưu được nung nóng bởi bức xạ nhiệt của mặt đất mà bức xạ này bị hơi nước và khí CO₂ ở lớp sát mặt đất hấp thụ.

* Tầng bình lưu: (từ độ cao 10-25km)

Nhiệt độ hầu như không đổi (khoảng -50⁰C).

* Tầng ozon: (từ độ cao 25km đến khoảng 50km)

Nhiệt độ bắt đầu tăng do có phản ứng quang hoá toả nhiệt - phản ứng tổng hợp các phân tử oxi thành ozon



Đến độ cao 50km thì nhiệt độ đạt cực đại (0⁰C).

* Tầng điện li: gồm chủ yếu các electron được tạo ra bởi sự bắn phá của tia tử ngoại lên các nguyên tử O, N.

7.2.2.2. Hiệu ứng nhà kính

Các tia bức xạ của Mặt Trời truyền đến mặt đất, mặt đất hấp thụ năng lượng bức xạ này sẽ nóng lên và toả nhiệt vào khí quyển dưới dạng tia hồng ngoại.

Nếu khí quyển không có hơi nước hay khí CO₂ thì nhiệt toả ra lên cao làm cho nhiệt độ ban đêm của mặt đất hạ thấp nhanh.

Ngược lại mỗi khi trong khí quyển chứa nhiều hơi nước và CO₂ thì nhiệt độ từ mặt đất toả ra sẽ bị CO₂ và hơi nước hấp thụ, sau đó chúng lại toả ra xung quanh, truyền lại mặt đất làm cho mặt đất ấm lên. Như vậy, lớp khí quyển gần mặt đất chứa nhiều hơi nước và CO₂ tạo thành màn chắn nhiệt không để cho nhiệt năng mà mặt đất đã hấp thụ toả ra vào không trung. Sự giữ nhiệt này gọi là hiệu ứng nhà kính.

Ngày nay, khí thải CO₂ từ các nhà máy công nghiệp càng nhiều, điều này sẽ làm cho Trái Đất sẽ nóng lên. Vì vậy, hiện nay việc giảm hiệu ứng nhà kính là rất cần thiết.

7.2.2.3. Từ trường- Các vành đai phóng xạ

Từ trường của Trái Đất có phổ đường cảm ứng từ tương tự như phổ đường cảm ứng từ của một nam châm lưỡng cực. Trục của “lưỡng cực” địa từ không trùng với trục quay của Trái Đất.

Ở hai cực, cường độ từ trường khoảng $10^{-5}T$, ở xích đạo khoảng $5.10^{-6}T$, càng lên cao từ trường càng giảm.

Đối với các thiên thể quay chậm và có khối lượng bé (nhiệt độ trong lòng không đủ cao) như Mặt trăng, Kim Tinh thì không có từ trường. Các thiên thể có khối lượng đủ lớn và quay nhanh như Trái Đất, Mộc Tinh...đều có từ trường.

Từ trường Trái Đất gây ảnh hưởng rõ rệt đến sự chuyển động của các hạt mang điện trong không gian truyền tới nó. Có hai loại hạt mang điện cơ bản:

-Tia vũ trụ: gồm electron, các proton và các hạt nhân của các nguyên tố chuyển động với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng được truyền từ các thiên hà đến.

-Dòng hạt mang điện bức xạ từ Mặt Trời đến.

Khi các hạt mang điện chuyển động đến khu vực địa từ trường thì chúng sẽ chuyển động xoắn dọc theo phương của đường cảm ứng từ. Từ trường cũng là cái bẫy giữ các hạt mang điện có năng lượng cao. Mật độ các hạt bị giữ này phụ thuộc vào độ cao và cự li xa gần cực địa từ. Chúng tập trung vào những vành nhất định nằm trong xích đạo địa từ, được gọi là các vành đai phóng xạ.

7.2.2.4. Cấu trúc bên trong của Trái Đất

Cho đến nay người ta mới chỉ có khả năng khoan sâu xuống đất khoảng một chục km. Tuy nhiên, người ta có thể nghiên cứu cấu trúc của Trái Đất qua hiện tượng động đất.

Thực nghiệm cho biết từ tâm động đất truyền ra xa xung quanh sóng dao động. Đối với môi trường rắn thì có cả sóng dọc và sóng ngang. Sóng dọc truyền nhanh hơn sóng ngang khoảng một lần rưỡi. Đối với môi trường lỏng thì chỉ có sóng dọc.

Qua khảo sát đặc điểm truyền sóng địa chấn, người ta đã phác họa được cấu trúc bên trong của Trái Đất:

- Nhân Trái Đất có bán kính 1300 km ở thể rắn, khối lượng riêng khoảng 13000 kg/m^3 .

- Bao quanh nhân là lớp vật chất ở thể lỏng, dày khoảng 2000 km, khối lượng riêng khoảng 10000 kg/m^3 .

- Bao quanh lớp lỏng là lớp mantin, dày khoảng 3000km, khối lượng riêng khoảng 4500 kg/m^3 .

- Ngoài cùng là lớp vỏ dày khoảng 35km, khối lượng riêng khoảng 3300 kg/m^3 .

7.2.2.5. Tuổi của Trái Đất

Nghiên cứu các chất phóng xạ có trong vỏ Trái Đất, người ta có thể xác định được tuổi của nó, bởi vì hiện tượng phóng xạ của các nguyên tố hoá học diễn ra theo quy luật xác định và không phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài.

Qua khảo sát nhiều đồng vị phóng xạ khác nhau người ta kết luận tuổi của Trái Đất là: $(4,55 \pm 0,07)$ tỉ năm.

7.2.3. Các hành tinh nhóm Trái Đất

7.2.3.1. Thủy Tinh

Là hành tinh gần Mặt Trời và bé nhất, có khối lượng và kích cỡ Mặt Trăng.

Trên hành tinh này không có nước, khí quyển rất loãng... bề mặt có cấu tạo gần như Mặt Trăng (có nhiều lỗ tròn).

Nhiệt độ vào ban ngày rất cao (ở xích đạo lên tới 400°C) và ban đêm lại rất thấp (-150°C).

Chu kỳ quay quanh Mặt Trời là 88 ngày và tự quay quanh mình rất chậm khoảng 58 ngày.

7.2.3.2. Kim Tinh

Là hành tinh thứ hai gần Mặt Trời, có kích thước và khối lượng xấp xỉ bằng Trái Đất.

Trên Kim Tinh có mật độ khí quyển lớn hơn của Trái Đất, và thành phần chính của khí quyển Kim Tinh là khí cacbonic.

Kim Tinh quay quanh trục của nó ngược chiều với chiều nó chuyển động quanh Mặt Trời, một ngày trên Kim Tinh dài bằng 117 ngày trên Trái Đất.

Trên Kim Tinh không có sự thay đổi mùa.

7.2.3.3. Hoả Tinh

Có kích thước bé hơn Trái Đất khoảng 2 lần, có gia tốc từ trường bé hơn 3 lần, có vận tốc vũ trụ bé hơn khoảng 2 lần.

Một ngày trên Hoả Tinh dài 24h22ph, một năm dài 687 ngày. Và trên đó có sự biến đổi mùa rõ rệt.

* Quan sát qua kính thiên văn ta thấy mặt Hoả Tinh có các đặc điểm sau:

- Vùng sáng hay lục địa chiếm 2/3 diện tích và có màu đỏ da cam.
- Chóp trắng ở 2 cực có diện tích biến đổi theo mùa.
- Vùng tối hay biển chiếm 1/3 diện tích, xen lẫn giữa vùng sáng. Độ tối của vùng này biến đổi theo mùa.
- Mây mù là những dấu vết xuất hiện từng nơi, từng lúc trong khí quyển. Có hai loại: mây vàng là những đám bụi khí, và mây trắng gồm các hạt băng.

* Những quan trắc thiên văn (qua phổ hồng ngoại và vô tuyến) và những kết quả nghiên cứu theo chương trình du hành vũ trụ của Liên Xô và Mỹ cho biết những đặc điểm sau:

- Nhiều miệng núi lửa trên đỉnh các núi.
- Có từ trường nhưng yếu hơn Trái Đất.
- Có những đặc điểm cấu tạo bề mặt tương tự như những nhánh sông khô nước trên Trái Đất.
- Bão bụi là bụi được gió thổi lên cao đến 10-15km, các hạt bụi có kích thước 0,1-10 micrômet.
- Vùng cực có nhiệt độ thấp. Chóp trắng không hẳn là lớp băng tuyết như ở địa cực mà là những đám mây gồm những hạt băng (H_2O) lơ lửng trong khí quyển.
- Nhiệt độ trong một ngày biến thiên rất lớn.
- Lượng hơi nước trong khí quyển bé hơn so với Trái Đất 1000 lần. Do nhiệt độ và áp suất bé (khoảng 6 milibar) nên nước ở thể hơi và băng.
- Khí quyển loãng có áp suất bé, trong khí quyển có 95% là cacbonic và argon.

*Một câu hỏi được đặt ra là trên Hoả Tinh có sự sống không? Hiện nay ta có thể lập luận như sau:

- Các vùng tối có màu biến đổi theo mùa có thể là những thảm thực vật.
- Các vùng tối đó có thể là lục địa được bao phủ lớp khoáng sản nào đó có khả năng thay đổi độ phóng xạ khi nhiệt độ thay đổi.

Rõ ràng điều kiện để hình thành sự sống trên Hoả Tinh là rất hạn chế (ít nước, chế độ nhiệt khắc nghiệt...). từ đó có thể nói rằng ở đây nếu có sự sống thì ở trong thời kì phát triển rất thấp.

7.2.4. Các hành tinh nhóm Mộc Tinh

Nhóm Mộc Tinh có 4 hành tinh: Mộc Tinh, Thổ Tinh, Thiên Vương Tinh, Hải Vương Tinh.

Lớp vỏ của các hành tinh này được cấu tạo chủ yếu bởi các nguyên tố nhẹ như H, CH_4 , ...

Vì ở xa Mặt Trời nên nhiệt độ của chúng rất thấp (thường dưới $-100^{\circ}C$)

Bề mặt của các hành tinh luôn bị mây mù dày đặc bao phủ. Do quay quá

nhanh nên chuyển động đối lưu của mây còn bị tác dụng của lực Coriolit nên các dòng mây này chuyển động theo những phương xác định và có nơi tạo thành dòng xoáy tương tự như “mắt bão” trên Trái Đất. Nhìn vào bức ảnh của Mộc Tinh ta thấy mây tạo thành những dải gần như song song với xích đạo.

Mộc Tinh có 16 vệ tinh, trong đó có 4 vệ tinh đã được Galilê phát hiện từ đầu thế kỷ XVII. 4 vệ tinh lớn của Mộc Tinh (IO, Europe, Ganymede, Callisto) có cấu tạo bề mặt tương tự như Mặt Trăng.

Thổ Tinh có 18 vệ tinh, ngoài ra còn có một vệ tinh là một vành gồm các mảnh từ cm đến m chuyển động theo định luật Kepler (vành này được Galilê nhìn thấy).

Qua các trạm thăm dò vũ trụ, người ta biết quanh các hành tinh thuộc nhóm này cũng có vành như Thổ Tinh nhưng mỏng hơn nên không thể phát hiện được bằng kính thiên văn đặt trên mặt đất.

7.3. Một số vệ tinh. Tiểu hành tinh. Sao chổi-Sao băng-Thiên thạch

7.3.1. Mặt Trăng

Là vệ tinh tự nhiên của Trái Đất. Chu kỳ quỹ đạo xung quanh Trái Đất khoảng 27,3 ngày, với khoảng cách trung bình là 384000km.

Bán kính Mặt Trăng là 1737 km, khối lượng của nó bé hơn của Trái Đất 81,3 lần.

$$\text{Gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng: } g = G \frac{M}{R^2} = 1,63 m/s^2$$

$$\text{Vận tốc vũ trụ cấp II: } V_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 2,38 km/s$$

Vì gia tốc trọng trường bé nên Mặt Trăng không giữ được khí quyển và không có nước.

Trên Mặt Trăng có các dãy núi cao xen lẫn với các vùng trũng (được gọi là biển nhưng là biển khô).

Nét nổi bật của Mặt Trăng là có nhiều miệng núi lửa, cái lớn nhất có đường

kính đến 100km.

* Nghiên cứu bức xạ hồng ngoại và vô tuyến Mặt Trăng chứng tỏ rằng:

- Nhiệt độ ban ngày ở vùng xích đạo lên tới khoảng 130°C .

- Nhiệt độ ban đêm xuống rất thấp (-170°C).

- Độ dẫn nhiệt của lớp vật chất cấu tạo bề mặt của Mặt Trăng rất thấp. Nhiệt độ ở độ sâu từ 10cm vào ban ngày và ban đêm là ngang nhau.

* So với Trái Đất thì vật chất cấu tạo vỏ Mặt Trăng giàu các nguyên tố nặng như Cr, Ti, Zn và nghèo các nguyên tố nhẹ như Sn, K, Na.

Bề mặt Mặt Trăng có nhiều cấu tạo lỗ tròn, có thể là nguyên nhân bắn phá của các thiên thạch và do hoạt động của núi lửa.

Từ Trái Đất, người ta đã quan sát được một núi lửa ở trung tâm một lỗ tròn và đã đặt tên là núi lửa Anphongxơ.

7.3.2. Vệ tinh IO của Mộc Tinh

Mộc Tinh có 4 vệ tinh có kích thước gần bằng hoặc lớn hơn Mặt Trăng, được Galilê phát hiện năm 1610. IO là một trong 4 vệ tinh này, có bán kính 1815km.

Trên IO có những núi lửa hoạt động mạnh nhất trong hệ Mặt Trời, vật chất nóng dâng lên trên bề mặt đến 250km.

Nhờ kính Hubble, người ta đã phát hiện có một vài núi lửa đã ngừng hoạt động, một vài mới bắt đầu bùng nổ. Các núi lửa này tồn tại lâu hơn các núi lửa trên Trái Đất.

7.3.3. Các vệ tinh của Hoả Tinh

Hoả Tinh có 2 vệ tinh rất bé:

- Phobos: có kích thước ba chiều là $14 \times 11 \times 9\text{km}$, chu kỳ quay quanh Hoả Tinh là 9h39ph.

- Deimos: có kích thước là $8 \times 6 \times 6\text{km}$, chu kỳ quay quanh Hoả Tinh là 1 ngày 6h18ph.

Khối lượng riêng của chúng chỉ khoảng $2\text{kg}/\text{dm}^3$.

7.3.4. Các tiểu hành tinh

Chỉ có 4 tiểu hành tinh có kích thước lớn hàng trăm km, còn lại có kích thước từ vài chục đến hàng chục km.

Phần lớn các tiểu hành tinh có khoảng cách trung bình tới Mặt Trời từ 2,2-3,6 đvtv, nghĩa là ở khoảng giữa Hoả Tinh và Mộc Tinh.

Có một giả thuyết cho rằng trong quá trình hình thành hệ Mặt Trời đã có một hành tinh lớn được hình thành giữa Hoả Tinh và Mộc Tinh nhưng vì một lý do nào đó (ví dụ do lực triều của Mộc Tinh) mà hành tinh lớn này đã bị phân rã thành một vành các hành tinh tí hon.

7.3.5. Sao chổi

Là thiên thể ngoài chuyển động quanh Mặt Trời như các hành tinh, song vì có hình dạng như một cái chổi xoè nên được gọi là sao chổi.

Nói chung các sao chổi đều có quỹ đạo là những elip dẹt, viễn điểm của một số lớn vượt ra ngoài quỹ đạo của Thiên Vương Tinh.

Vì có kích thước bé và ở xa Mặt Trời nên vật chất cấu tạo nên sao chổi thường bị đóng băng. Mỗi sao chổi là một khối nhân đá được bao quanh bởi băng và bụi. Đường kính của nó hiếm khi vượt quá 5km.

Khi sao chổi chuyển động tiến lại gần Mặt Trời, nhiệt sẽ làm tan phần ngoài cùng và bay hơi, khi đó khí và bụi tạo thành một đám mây, rồi bị bức xạ của Mặt Trời chiếu về hướng ngược lại làm thành đuôi sao chổi.

Có trường hợp bị lực triều làm vỡ ra thành nhiều mảnh. Theo Brêđikhin thì một sao chổi “mẹ” có thể bị tách vụn ra dần dần và tạo thành một chuỗi những mảnh vụn tiếp tục chuyển động theo quỹ đạo của sao chổi “mẹ”. Nếu đám vật chất này sa vào khí quyển của Trái Đất thì ta sẽ thấy một dòng liên tục các sao băng (mưa sao).

Sao chổi là loại thiên thể không ổn định. Quỹ đạo chuyển động của nó dễ thay đổi do bị nhiễu loạn nên chu kỳ của nó cũng không xác định được, vì vậy việc dự báo sự xuất hiện của sao chổi rất khó khăn.

7.3.6. Sao băng, thiên thạch

Ban đêm, thỉnh thoảng ta thấy những vệt sáng vút qua trên bầu trời người ta gọi chúng là sao băng (sao sa, sao đôi ngôi).

Trên thực tế, nó không phải là một ngôi sao rơi ra khỏi bầu trời mà là những mảnh vật chất chuyển động trong không gian giữa các hành tinh xuyên qua khí quyển với vận tốc rất lớn, khoảng 100.000km/h. Lực ma sát của không khí lập tức làm nóng chúng, chúng chói sáng lên và để lại vệt trắng dài.

Những mảnh vụn vật chất lớn khi sa vào khí quyển có thể không bị bốc cháy hoàn toàn, phần còn lại có khả năng rơi xuống mặt đất, chúng được gọi là các thiên thạch. Có hai loại thiên thạch: thiên thạch sắt (90% là sắt), thiên thạch đá (thành phần chủ yếu là đá).

Chương 8. CÁC SAO - THIÊN HÀ

8.1. Xác định các đại lượng đặc trưng của các sao

8.1.1. Xác định bán kính

Các sao ở quá xa nên ta không thể trực tiếp xác định bán kính của chúng bằng phương pháp thiên văn đo đạc (đo bán kính góc), vì vậy ta phải sử dụng các phương pháp đo gián tiếp. Phương pháp được sử dụng rộng rãi là xác định qua độ trung và nhiệt độ hiệu dụng của sao.

$$\text{Ta có: Công suất bức xạ của sao: } W = 4\pi R^2 \sigma T^4 \quad (8.1)$$

$$\text{Công suất bức xạ của Mặt Trời : } W_0 = 4\pi R_0^2 \sigma T_0^4 \quad (8.2)$$

$$\text{Độ trung của sao là: } L = \frac{W}{W_0} = \frac{R^2 T^4}{R_0^2 T_0^4} \quad (8.3)$$

$$\text{Bán kính của sao là : } R = \sqrt{L} \left[\frac{T_0}{T} \right]^2 R_0 \quad (8.4)$$

Ví dụ : Sao Thiên Lang có $T=10.000^0$, $L=25$ thì $R=1,8R_0$

8.1.2. Xác định khối lượng

Ta đã biết dựa vào định luật III Keple có thể xác định được khối lượng của các sao. Phương pháp này chỉ có thể áp dụng để tính khối lượng của các sao đôi, nghĩa là các cặp sao chuyển động quanh khối tâm chung của chúng dưới tác dụng của lực hấp dẫn tương hỗ.

Gọi T , a : là chu kì và bán kính trục lớn của quỹ đạo chuyển động của sao vệ tinh đối với sao chính.

Theo định luật III Keple:

$$\frac{T^2(M_1 + M_2)}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}; \quad (8.5)$$

với M_1, M_2 : khối lượng của hai sao đó.

$$\text{Đối với hệ Mặt Trời và Trái Đất: } \frac{T_0^2(M_0 + M)}{a_0^3} = \frac{4\pi^2}{G}; \quad (8.6)$$

với T_0 , a_0 là chu kì và bán kính trục lớn của quỹ đạo chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời.

$$\text{Từ (8.5) và (8.6)} \rightarrow \frac{M_1 + M_2}{M_0 + M} = \left(\frac{a}{a_0}\right)^3 \left(\frac{T_0}{T}\right)^2 \quad (8.7)$$

Ví dụ: Sao đôi Cận Tinh (trong chòm sao Nhân Mã) có chu kì quay của vệ tinh là $T = 80$ năm, bán trục lớn quỹ đạo là $a = 22$ đvtv thì:

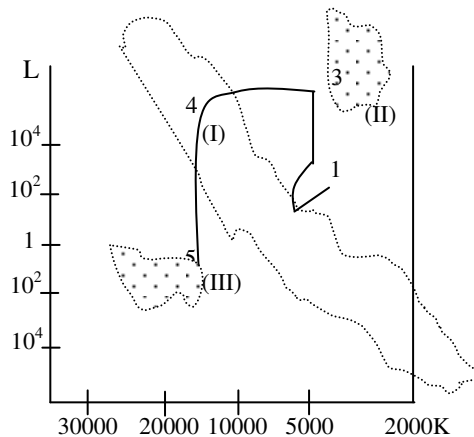
$$\frac{M_1 + M_2}{M_0 + M} = (22)^3 \left(\frac{1}{80}\right)^2 = 1,7$$

với $M_0 = 333000M \rightarrow M_1 + M_2 = 1,7M_0$.

Như vậy, sao đôi Cận Tinh có khối lượng khoảng 1,7 lần khối lượng Mặt Trời.

8.2. Hoạ đồ quang phổ. Độ trung

Nhà thiên văn học Hecprung (Hà Lan) và Rotxen (Mĩ) đã xác lập mối liên hệ giữa quang phổ và độ trung của các sao bằng hoạ đồ. Mỗi sao được đánh dấu bằng một chấm trên hoạ đồ, thông qua cặp thông số: quang phổ-độ trung (hay cũng là nhiệt độ- cấp sao tuyệt đối). Hình 8.1 là hoạ đồ Hecprung-Rotxen.



Hình 8.1

Đại đa số các chấm (các sao) tập trung theo một dải hẹp kéo dài từ góc trái-trên, xuống góc phải - dưới. Dải này được gọi là dải chính (I). Vị trí của Mặt Trời trên dải này được ghi bằng dấu +.

Một số chấm tập trung vào khu vực phải-trên (dải II).

Một số ít tập trung ở khu vực trái-dưới (dải III).

Từ công thức: $W = 4\pi R^2 \sigma T^4$ và mật độ các chòm trên hoạ đồ, ta có các kết luận sau:

- Các sao thuộc dải II (có quang phổ loại G-M hay nhiệt độ 6000^0 - 3000^0), độ trung $L=100$: là những sao có kích thước lớn, gọi là các sao khổng lồ hay sao kền. Các sao kền nằm ở phần cao trong dải này có kích thước vô cùng lớn, gọi là sao siêu kền.

- Các sao thuộc dải III (quang phổ A-F hay nhiệt độ 10.000^0 - 8000^0), độ trung bé: có kích thước bé, được gọi là sao lùn hay sao trắ. Những sao nằm sâu ở góc dưới có nhiệt độ rất cao nhưng có độ trung rất nhỏ nên có kích cằg bé, được gọi là các sao trắ trắ (lùn trắ).

Ý nghĩa của hoạ đồ:

- Hoạ đồ Hecprung-Rotxen có vai trò rất quan trọng trong ngành Thiên văn sao, nó cho phép ta xác định lí tính và có thể cả giai đoạn tiến hoá của các sao.

- Ngày nay, hoạ đồ H-R đã được khai thác nghiên cứu nhiều mặt, chẳng hạn như người ta đã phát hiện nhóm có mối liên hệ hàm số giữa độ trung và nhiệt độ (cũng là giữa độ trung và loại quang phổ). Bằng hàm số liên hệ này người ta đã xác định được độ trung của các sao mỗi khi quang phổ của sao đã nghiên cứu, từ đó xác định được khoảng cách đến các sao. Phương pháp xác định khoảng cách đến các sao dựa vào mối liên hệ giữa độ trung và quang phổ gọi là phương pháp thị sai quang phổ.

- Dựa vào hoạ đồ, người ta cũng tìm được liên hệ giữa độ trung và khối lượng của các sao trong các dải. Đối với dải chính, công thức liên hệ là:

$$L=M^{3,9}$$

Công thức này cho phép ta xác định khối lượng các sao trong dải chính, kể cả các sao đơn-là những sao mà khối lượng của chúng không thể xác định được theo định luật 3 Keple.

8.3. Các loại sao đặc biệt

8.3.1. Các sao biến quang

Hầu hết các ngôi sao đều ổn định và duy trì sự ổn định trong hàng ngàn, hàng triệu năm. Tuy nhiên, cũng có một số sao có đại lượng vật lí đặc trưng biến đổi, thậm chí có trường hợp biến đổi rất đột ngột, người ta gọi chúng là sao biến quang.

8.3.1.1. Sao biến quang do che khuất

Là sao có độ rọi biến đổi.

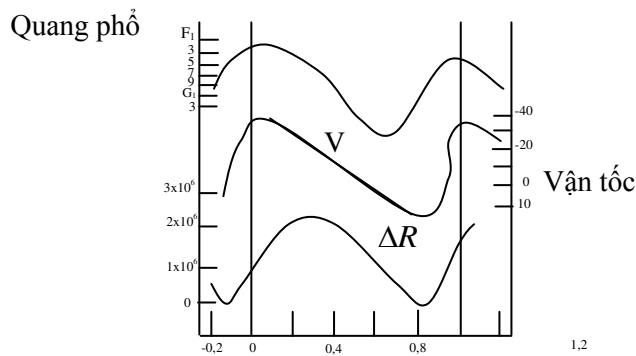
Thường xảy ra với các sao đôi. Độ sáng của từng sao thật ra là không đổi nhưng trong quá trình chuyển động quanh khối tâm chúng lần lượt che khuất nhau, dẫn đến quang thông tổng cộng của chúng truyền đến ta biến đổi một cách tuần hoàn với chu kì bằng chu kì chuyển động của chúng quanh khối tâm (cũng là chu kì chuyển động của sao vệ tinh quanh sao chính).

Nghiên cứu đặc điểm biến thiên của sao biến quang do che khuất, người ta sẽ xác định khối lượng, kích thước, nhiệt độ hiệu dụng của các sao thành viên.

8.3.1.2. Sao biến quang co giãn

Là sao có độ sáng thực sự biến đổi một cách tuần hoàn.

Hình 7.3 là đồ thị biến thiên độ rọi của một sao biến quang co giãn.



Hình 8.2

Các sao biến quang co giãn có 2 đặc điểm chung:

- Độ rọi biến thiên tuần hoàn có chu kì và biên độ xác định.
- Vận tốc của vật chất quan sát theo phương tia nhìn biến thiên cùng pha với

sự biến thiên của độ rọi sáng.

Trên hoạ đồ quang phổ, các sao biến quang co giãn nằm trong khoảng giữa dải chính và dải sao kền, càng ở phía phải của hoạ đồ thì có chu kì co giãn càng lớn. Điều này có nghĩa là các sao có khối lượng riêng càng nhỏ thì có chu kì co giãn càng lớn.

8.3.1.3. Sao biến quang đột biến - Sao mới

Có những sao bình thường chỉ có thể nhìn thấy qua kính thiên văn bồng bùng sáng lên một cách đột ngột. Độ sáng có thể tăng đến hàng vạn lần. Chúng được gọi là sao biến quang đột biến hay là sao mới. Đối với những sao có độ sáng tăng lên đột ngột đến hàng triệu lần thì gọi là sao siêu mới.

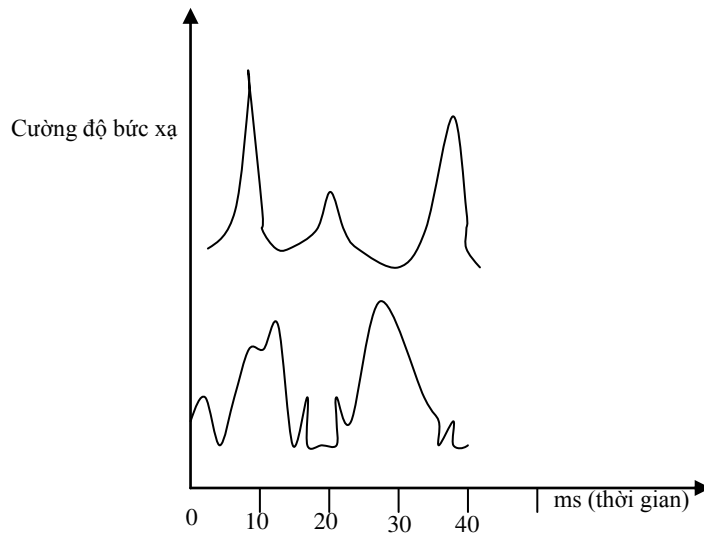
Độ sáng tăng nhanh trong một thời gian ngắn (mấy ngày) rồi sau đó giảm rất chậm (kéo dài hàng năm) đến trị số ban đầu. Trong thời kì bùng sáng, vật chất được phóng từ sao ra không trung với vận tốc hàng ngàn km/s.

Đến nay người ta đã ghi nhận được trên 400 sao mới. Các sao mới có thể là những sao đôi. Trong quá trình vận động, vật chất từ sao vệ tinh được chuyển dần sang sao chính, làm cho nhiệt độ sao chính tăng, năng lượng được tích tụ và cuối cùng giải phóng ra ngoài với tính chất của một vụ nổ.

Đối với các sao mới thì sau vụ nổ (vì vật chất giải phóng với vận tốc rất lớn), vật chất các lớp ngoài giải phóng ra không có khả năng rơi trở lại mà hình thành một lớp bụi mù tản rộng ra quanh lõi sao, hình thành các tinh vân. Điển hình là sao siêu mới ở phương chòm Con Trâu được các nhà thiên văn Trung Quốc ghi nhận năm 1054. Tàn dư của vụ nổ này là một tinh vân có hình dạng con cua (tinh vân con cua).

8.3.2. Punxa

Năm 1967, một sinh viên trường Đại học Kembrigơ đã thu được các tín hiệu vũ trụ ngắt quãng bước sóng 3,68m, chu kỳ 1,337301giây, mỗi ngày kéo dài 0,3 giây. Đầu tiên người ta tưởng là tín hiệu của một nền văn minh nào đó nhưng sau này mới biết nó được phát ra từ các Punxa cách chúng ta cỡ $100 \div 25.000$ năm ánh sáng. Như vậy, các Punxa là các sao thuộc Thiên hà của chúng ta.



Hình 8.3

Punxa là sao như thế nào? Đầu tiên người ta cho rằng đó là các sao trắng co giãn. Nay người ta nghiêng về giả thuyết đó là sao neutron, vật chất tồn tại dưới dạng siêu đặc và chủ yếu cấu tạo bởi các neutron và rất nặng. Một sao neutron nặng bằng Mặt Trời có bán kính chỉ 12km. Đặc biệt Punxa có từ trường mạnh và tự quay rất nhanh.

Các tính toán chứng tỏ rằng các bức xạ sóng điện từ mà thu được ở trên phù hợp với sao neutron, tức là Punxa.

8.3.3. Lỗ đen

Ngoài Punxa người ta còn phát hiện ra lỗ đen. Ta biết rằng lực hấp dẫn tỉ lệ với r^2 . Tuy nhiên theo thuyết tương đối lực mà một vật có khối lượng M tác dụng lên vật khác tăng đến ∞ không phải là khi $r \rightarrow 0$ mà là khi $r \rightarrow R_g$ (bán kính hấp dẫn của M) với:

$$R_g = \frac{2GM}{c^2}$$

Như vậy một sao M có bán kính hấp dẫn thì khối lượng riêng trung bình của nó cỡ $\rho = 2.10^{16} \left(\frac{M_0}{M} \right)^2 \text{ g/cm}^3$ (M_0 : khối lượng của Mặt Trời).

Áp dụng cho Mặt Trời thì $\rho = 2.10^{16} \text{ g/cm}^3$, nghĩa là rất lớn, nó có khả năng hút hết các vật đi gần. Từ đó ta có thể cho rằng với khối lượng lớn đến mức nào đó

thì sao có thể co đến kích thước bằng bán kính hấp dẫn. Khi co như vậy thì nó không còn phát ra một sóng điện từ nào, kể cả sóng ánh sáng và sóng vô tuyến, sao đã “tắt ngấm” và có tên là lỗ đen.

Vậy lỗ đen là sao bị tắt khi co đến bán kính hấp dẫn, không phát ra sóng điện từ nào, và nó có khả năng hút tất cả các vật đi gần nó.

Hiện nay, người ta cho rằng thiên hà của chúng ta có hàng chục triệu lỗ đen và chỉ phát hiện được khi nó là một thành viên của sao đôi.

Trong trường trọng lực mạnh của lỗ đen, vật chất của sao, hành tinh, vệ tinh bị cuốn hút theo quỹ đạo xoắn ốc và bị nóng lên đến hàng chục triệu độ trở thành nguồn bức xạ tia Røghen cực mạnh. Như vậy có thể xác định lỗ đen qua bức xạ Røghen. Với giả thuyết này, người ta tin rằng một số sao bức xạ tia Røghen cực mạnh sau đây là lỗ đen:

- Sao HDE 226.868 chòm Thiên Nga là lỗ đen có $M = 10.M_0$ và chu kỳ quay là 4,6 ngày.

- Sao đôi chòm Thiên Vương là lỗ đen có khối lượng $M = 20.M_0$ và chu kỳ chuyển động là 580 ngày.

- Sao biến quang che khuất chòm Nhân Mã là lỗ đen có khối lượng $M = 23.M_0$ và chu kỳ chuyển động là 27 năm.

8.3.4. Sự tiến hoá của các sao

Các sao nóng sáng là do các phản ứng nhiệt hạt nhân xảy ra trong lòng chúng. Hết nhiên liệu cho phản ứng nhiệt hạt nhân thì sao sẽ kết thúc cuộc đời.

8.3.4.1. Sự tiến hoá của Mặt Trời

Mô hình giả thuyết về sự tiến hoá của Mặt Trời như sau:

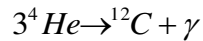
Buổi ra đời: khoảng 4,5 tỉ năm về trước, một đám bụi khí khổng lồ đã co nén lại. Phần trung tâm ngày càng đậm đặc, áp suất càng lớn, nhiệt độ càng tăng. Đến nhiệt độ khoảng 3000K thì nó bắt đầu toả sáng, hình thành một “phôi sao” (vị trí 1 trên đường tiến hoá-hình 8.1)

Tuổi trẻ: Sự co nén tiếp tục cho đến lúc nhiệt độ ở tâm hạt nhân lên tới hàng

chục triệu độ, phản ứng nhiệt hạt nhân tổng hợp hiđrô thành heli diễn ra.

Giai đoạn chính: khi năng lượng bức xạ tạo áp suất cân bằng với áp lực hấp dẫn thì Mặt Trời giữ kích thước và nhiệt độ không đổi (như hiện nay). Theo tính toán thì Mặt Trời ở trạng thái ổn định đã được 4,5 tỉ năm.

Tuổi già: khi nhiên liệu hiđrô cạn, Mặt Trời tiếp tục co, nhiệt độ ở tâm tăng dần cho đến 10^8K , lúc này có phản ứng biến heli thành cacbon



Độ trung tăng lên đến 10^4 lần. Lượng bức xạ lớn này chỉ có thể thoát ra không trung khi lớp vỏ của nó mở rộng ra đến 100 lần bán kính trước đó. Nó trở thành sao kền đỏ (vị trí 3). Lúc này bán kính lớn đến mức Thuỷ Tinh nằm lọt trong vỏ Mặt Trời, Trái Đất sẽ cực kì nóng, nước sẽ bốc hơi và li khai khỏi Trái Đất. Sự sống trên Trái Đất kết thúc. Tồn tại ở trạng thái kền đỏ khoảng 10^8 năm thì Mặt Trời sẽ phóng một lớp khí ra xung quanh, sản phẩm còn lại là He và H tiếp tục co lại cho đến khi bán kính $R = R_0 10^{-2}$ (có kích thước vào cỡ Trái Đất).

Kết thúc cuộc đời: khi bán kính Mặt Trời co lại bằng $R = R_0 10^{-2}$ thì áp suất bức xạ cân bằng với lực hấp dẫn, Mặt Trời không còn co nữa. Nó kết thúc cuộc đời như một sao trắng (vị trí 5 trên đường tiến hoá).

8.3.4.2. Sự tiến hoá của các sao

Mỗi sao là một Mặt Trời. Tùy theo khối lượng mà mỗi sao kết thúc cuộc đời dưới những trạng thái khác nhau.

* Những sao có khối lượng bé hơn Mặt Trời:

Chúng tiến hoá giống như Mặt Trời nhưng chậm hơn. Khối lượng càng bé thì nhiệt độ tại tâm càng thấp, quá trình tổng hợp hiđrô càng chậm, độ trung càng bé, sao có màu gần như đỏ (có vị trí càng gần phía dưới phải của dải chính).

Với khối lượng bé hơn 0,1 khối lượng Mặt Trời thì nhiệt độ tại tâm không đủ để có phản ứng hạt nhân. Những thiên thể này luôn toả nhiệt chậm chạp và cuối cùng thành thiên thể nguội (như hành tinh).

* Các sao có khối lượng lớn hơn Mặt Trời:

Nhiệt độ ở tâm của chúng lớn hơn, quá trình tổng hợp hạt nhân nhanh hơn, do đó cuộc đời ngắn hơn Mặt Trời.

Những sao có khối lượng lớn không thể kết thúc cuộc đời như Mặt Trời. Mỗi khi hết nhiên liệu hạt nhân H, He thì C trở thành nhiên liệu tiếp theo...cho đến phản ứng hạt nhân cuối cùng tạo ra sắt ở nhiệt độ $3 \cdot 10^9 \text{K}$. Lúc này sao được cấu tạo bằng nhiều lớp: lớp ngoài cùng là H, tiếp theo là He, rồi đến C, O... và trong cùng là Fe. Khi không còn phản ứng hạt nhân nữa thì áp suất bức xạ không đủ để cân bằng với lực hấp dẫn. Lực hấp dẫn quá mạnh, các lớp vỏ ngoài rơi dần vào tâm. một sự “sụp đổ” hấp dẫn diễn ra. Các hạt chuyển động gần nhau đến mức proton liên kết với electron trở thành neutron, nhiệt độ lên tới $5 \cdot 10^9 \text{K}$. Có hai khả năng xảy ra: hoặc là sao nổ hoặc là neutron quay cực nhanh (pulsar).

Các neutron không phải là những quả cầu tuyệt đối cứng. Đối với các sao có khối lượng lớn hơn gấp 3 lần khối lượng Mặt Trời thì sự sụp đổ còn tiếp diễn cho đến lúc lực hấp dẫn ngăn cản cả sự bức xạ ánh sáng và sao bị tắt thành lỗ đen.

8.4. Thiên hà của chúng ta

8.4.1. Dải Ngân Hà

Thiên hà là một quần thể sao (Mặt Trời) và vật chất nguội.

Thiên hà của chúng ta có tên là Ngân Hà trải dọc theo một đường tròn lớn nghiêng với xích đạo trời gần 62° , Thiên hà cũng có hai cực. Vào những đêm hè ta dễ dàng thấy nó in trên thiên cầu theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, qua các chòm sao: Thiên Vương, Thiên Hậu, Thiên Nga, Nhân Mã, Con Vịt.

Mật độ sao trong Ngân Hà tăng từ ngoài vào trong. Ngân Hà gồm trên 100 tỷ sao. Mặt Trời của chúng ta là một ngôi sao nhỏ của Ngân Hà và nằm cách tâm Ngân Hà khoảng $2/3$ bán kính Thiên hà, có xích kinh $\alpha = 265^\circ$, xích vĩ là $\delta = -29^\circ$. Các sao trong Thiên hà tập trung thành hình xoắn ốc.

8.4.2. Vật chất trong Thiên hà

8.4.2.1. Những đám mây bụi khí

Ngoài vật chất nóng sáng dạng sao trong Ngân Hà còn có đám bụi khí. Những

đám bụi gần các sao khổng lồ thì chúng cũng sáng (do được dọi sáng). Các tính toán cho biết các đám bụi sáng chiếm 1/100 đám bụi tối.

8.4.2.2. Những đám khí khuếch tán

Các phép phân tích quang phổ cho thấy trong các Thiên hà còn có các đám bụi khí mật độ 10^{-21} - 10^{-23} g/cm³. Các nguyên tử hiđrô và các nguyên tử khác hầu như bị ion hoá nếu như chúng gần các ngôi sao nóng có nhiệt độ không dưới 25.000K.

8.4.2.3. Hiđrô trung hoà, từ trường, tia vũ trụ

Phần lớn hiđrô trong Thiên hà ở trạng thái trung hoà, bức xạ sóng vô tuyến bước sóng 21 cm. Nhiệt độ của các đám mây hiđrô trung bình là 100K. Nhiệt độ của các đám mây ion hoá (phát sáng) lên tới 10.000K. Hiđrô chiếm 2% khối lượng Thiên hà, trong đó 95% ở trạng thái trung hoà.

Năm 1949 các nhà Thiên văn đã tính được từ trường của Thiên hà của chúng ta vào khoảng 10^{-11} Tesla. Từ trường này khống chế sự khuếch tán của các đám mây bụi khí và các tia vũ trụ.

Tia vũ trụ là những dòng điện tích có năng lượng lớn (cỡ 10^{20} ev) nhưng không xâm nhập trực tiếp được vào Trái Đất mà bắn phá các phân tử, nguyên tử tạo thành những trận “mưa” bức xạ vũ trụ thứ cấp. Nghiên cứu tia vũ trụ người ta phát hiện ra pozitron, mezon, hiperon...

8.4.3. Sự chuyển động của các sao trong Thiên hà

8.4.3.1. Chuyển động riêng

Từ thời cổ, các sao đã được xem như nằm cố định trên thiên cầu. Đến thế kỷ XVIII, người ta đã phát hiện sự thay đổi vị trí của sao Thiên Lang. Rõ ràng trong vũ trụ không có đối tượng nào nằm yên.

Vì các sao ở quá xa nên người ta chỉ có thể phát hiện được sự chuyển động của chúng qua quan trắc lâu dài. Chuyển động riêng của các sao được qui ước là cung dịch chuyển hàng năm trên thiên cầu, kí hiệu là μ (tính bằng đơn vị giây cung), có trị số vào cỡ một phần nhỏ của giây.

Do có chuyển động riêng nên xích kinh và xích vĩ của các sao thay đổi. Mặc dù chuyển động riêng rất bé nhưng sau hàng nghìn năm vị trí các sao trong mỗi chòm bị thay đổi đáng kể.

Việc đo chuyển động riêng của các sao như trên cũng chưa nói lên được sự chuyển động thực của các sao trong vũ trụ, bởi vì Mặt Trời cũng chuyển động trong không gian, cụ thể là chuyển động quanh tâm Thiên hà của chúng ta.

8.5.3.2. Sự quay của Thiên hà chúng ta

Dựa vào vận tốc chuyển động trong không gian của các sao người ta biết Thiên hà của chúng ta quay quanh tâm của nó.

Vận tốc góc của các sao kể từ tâm Thiên hà đến Mặt Trời hầu như không đổi (nghĩa là phần trong của Thiên hà quay gần như một vật rắn) còn phần ngoài quay chậm hơn.

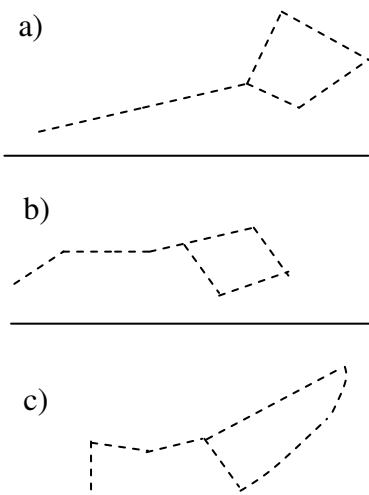
8.5. Các Thiên hà

Từ thế kỷ 18, Heccsen đã phát hiện thấy hàng ngàn đám mây trong vũ trụ có dạng xoắn ốc. Ngày nay người ta đã xác định được những đám mây đó là Thiên hà. Chẳng hạn Thiên hà Tiên Nữ gần giống Thiên hà của chúng ta là dạng “đĩa xoắn”, nó cách chúng ta 2 triệu năm ánh sáng.

Chỉ cần kính thiên văn bán kính vật kính 5m người ta đã chụp được khoảng một tỷ Thiên hà. Nói chung các Thiên hà đều cỡ 100 tỷ sao và đường kính khoảng 100.000 năm ánh sáng. Hơn nữa trong chúng có dạng xoắn ốc, một số khác có dạng elipxoit.

8.6. Các thuyết hình thành hệ Mặt Trời

Các thuyết được xem là hợp lý nếu thoả mãn các điều kiện sau:



Hình 7.4. chòm Gấu Lớn
a) 50000 năm trước
b) Hiện nay
c) Sau 50000 năm

- Quỹ đạo của các hành tinh nằm gần như trong mặt phẳng xích đạo của Mặt Trời.
- Chiều quay của Mặt Trời và hầu hết các hành tinh phải như nhau.
- Khối lượng Mặt Trời trong hệ là chiếm 99,8% (các hành tinh chỉ có 0,2%), mômen động lượng của các hành tinh lại chiếm 98%.

8.6.1. Giả thuyết của Kant (1755)

Trong sự chuyển động hỗn loạn của vật chất có sự kết dính và tụ họp dưới tác dụng của lực hút và lực đẩy đã tạo nên Mặt Trời và các hành tinh.

8.6.2. Giả thuyết Laplace (1796)

Hệ Mặt Trời được tạo thành từ một tinh vân nóng bóng không lồ quay chậm. Dưới tác dụng của lực hấp dẫn phôi sao nén lại dần và quay nhanh dần (dạng một quả bóng dẹt). Ở xích đạo khi trọng lực cân bằng với lực ly tâm thì một vành vật chất được tách ra phôi (Mặt Trời). Vành này nguội dần đứt ra và họp thành các hành tinh, quá trình quay làm chúng tròn dần. Các vệ tinh cũng được tạo ra từ các phôi hành tinh.

8.6.3. Giả thuyết Otto-Smit (Đức)

Mặt trời trong khi chuyển động quay quanh tâm Thiên hà đã bắt gặp các đám bụi vật chất. Nếu có điều kiện thích hợp đám bụi này chuyển động quanh Mặt Trời theo định luật III Keple. Chúng va chạm nhau, toả nhiệt, tốc độ giảm dần. Các hạt lớn trở thành các tâm tích tụ các hạt nhỏ và tạo thành các hành tinh.

8.6.4. Big Bang

Vũ trụ được tạo ra từ một vụ nổ và Hệ Mặt Trời cũng vậy. Vật chất bị nén đến một giới hạn nào đó đã gây nên một vụ nổ lớn và tạo ra tâm là một hay một số sao và xung quanh là vật chất dạng nguội lạnh, theo thời gian liên kết thành các hành tinh.

Ngày nay, thuyết vụ nổ lớn-Big bang được coi là luận thuyết hàng đầu về vũ trụ học do có lí thuyết được xây dựng chặt chẽ và nhất là do một số hệ quả của thuyết lại có khả năng kiểm tra được:

- Theo lí thuyết thì vụ nổ ấy xảy ra cách đây 15 tỉ năm và từ đó tuổi của các thiên thể phải nhỏ hơn trị số ấy.

- Cũng theo lí thuyết thì có bức xạ nén vụ trụ. Điều này đã được cơ quan nghiên cứu vũ trụ NASA khẳng định trong chương trình nghiên cứu mang tên FIRAS khi phóng vệ tinh nhân tạo COBE tháng 11-1989.

Như vậy, theo quan niệm hiện nay thì vũ trụ có “khai sinh”, đang giãn nở. Câu hỏi được đặt ra là vũ trụ giãn nở đến bao giờ, có chuyển sang trạng thái co lại hay không, hay nói cách khác số phận của vũ trụ sẽ như thế nào? Rõ ràng con đường nhận thức vũ trụ còn đang rộng mở.

CÁC ĐỀ TÀI SEMINAR

1. Sự hoạt động của Mặt Trời và mối quan hệ Mặt Trời – Trái Đất: ảnh hưởng của Mặt Trời đến các hiện tượng như bão từ, nhiễu loạn sóng vô tuyến...
2. Thiên văn học với việc giáo dục thế giới quan khoa học, chống mê tín dị đoan.
3. Sự hình thành và phát triển của vũ trụ.
4. Các thành tựu du hành và thám hiểm vũ trụ. Cơ sở khoa học và công nghệ để phóng vệ tinh nhân tạo, trạm tự động lên Mặt Trăng và các hành tinh, đưa con người vào vũ trụ... Từ vũ trụ nghiên cứu Trái Đất, đi du lịch trong vũ trụ và các công nghệ mới thực hiện trong vũ trụ.
5. Sự sống và sự tận cùng của các ngôi sao
6. Vì sao lịch hợp pháp ở nước ta là dương lịch. Phân tích các ưu, nhược điểm của dương lịch và của âm lịch hiện đang dùng ở nước ta.
7. Ứng dụng thiên văn trong khoa học và đời sống: xác định toạ độ, thời gian trên mặt đất, thiên văn với các ngành khoa học khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Viết Trinh, Nguyễn Đình Noãn (2005), *Thiên Văn học*, NXB Đại học Sư Phạm.
2. Phạm Viết Trinh, Nguyễn Đình Noãn (1999), *Giáo trình thiên văn*, NXB Giáo dục.
3. Nguyễn Đình Noãn (chủ biên), Phan Văn Đồng, Nguyễn Đình Huân, Nguyễn Quỳnh Lan (2008), *Giáo trình Vật lý thiên văn*, NXB Giáo dục.
4. Donat G.Wentzel, Nguyễn Quang Riệu, Nguyễn Đình Noãn, Phạm Viết Trinh, Nguyễn Đình Huân (2003), *Thiên Văn Vật lý*, NXB Giáo dục.
5. Phạm Viết Trinh (chủ biên), Phan Văn Đồng, Lê Phước Lộc (2005), *Bài tập thiên văn*, NXB Giáo dục.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	2
BÀI MỞ ĐẦU	3
PHẦN A	5
CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC THIÊN THỂ VÀ THIÊN VĂN CẦU	5
Chương 1. CẤU TRÚC HỆ MẶT TRỜI	5
1.1. Bầu trời sao - Nhật động	5
1.1.1. Bầu trời sao - Khái niệm thiên cầu	5
1.1.2. Nhật động.....	5
1.2. Đặc điểm chuyển động biểu kiến của Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh. ..	6
1.3. Mô hình nhật tâm Copernic.....	7
1.4. Sự khẳng định mô hình nhật tâm Copernic	8
1.4.1. Quan sát của G.Galile (1564-1642)	8
1.4.2. Ba định luật Keple	8
1.4.3. Định luật vạn vật hấp dẫn	10
1.5. Các thành viên trong hệ Mặt Trời	12
1.5.1. Mặt Trời.....	12
1.5.2. Các hành tinh	13
1.5.3. Các tiểu hành tinh	13
1.5.4. Sao chổi, sao băng	13
CÂU HỎI ÔN TẬP	14
BÀI TẬP CHƯƠNG I	15
Chương 2. QUI LUẬT CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC THIÊN THỂ TRONG TRƯỜNG LỰC HẤP DẪN.....	16
2.1. Trái Đất.....	16
2.1.1. Hệ toạ độ địa lí.....	16
2.1.2. Sự phụ thuộc của gia tốc trọng trường vào vĩ độ địa lí.....	17
2.1.3. Cách xác định khối lượng Trái Đất.....	18
2.2. Bài toán hai vật. Biểu thức chính xác của ba định luật Keple.....	19
2.2.1. Suy ra định luật III Keple	19
2.2.2. Suy ra định luật I Keple	21
2.2.3. Suy ra định luật II Keple.....	22
2.3.2. Phương trình năng lượng	24
2.4. Xác định khối lượng thiên thể trong hệ Mặt Trời	25
2.4.1. Xác định khối lượng các thiên thể	25
2.4.2. Xác định khối lượng Mặt Trăng	26
Vì Mặt Trăng không quá nhỏ so với Trái Đất nên không thể lấy gần đúng:	26
Xem Mặt Trăng và Trái Đất quay quanh một khối tâm chung O.	26
CÂU HỎI ÔN TẬP	26
Bài tập chương 2	27
Chương 3. ĐIỀU KIỆN MỘC VÀ LẠN CỦA CÁC THIÊN THỂ.....	28
3.1. Thiên cầu và các khái niệm trên thiên cầu	28
3.1.1. Định nghĩa thiên cầu	28
3.1.2. Các khái niệm trên thiên cầu.....	28
3.2. Các toạ độ trên thiên cầu	29
3.2.1. Hệ toạ độ chân trời.....	29
3.2.2. Hệ toạ độ xích đạo 1	29
3.2.3. Hệ toạ độ xích đạo 2	30

3.3. Liên hệ giữa vĩ độ địa lí và độ cao thiên cực.....	30
3.4. Điều kiện mọc và lặn của các thiên thể	30
3.5.3. Ở vĩ độ trung gian	31
3.6. Sự biến thiên toạ độ của thiên thể do nhật động.....	32
3.6.1. Sự biến thiên của độ cao và độ phương của thiên thể.....	32
3.6.2. Sự biến thiên của góc giờ t	32
CÂU HỎI ÔN TẬP	33
Bài tập chương 3	34
Chương 4. BỐN MÙA - THỜI GIAN - LỊCH	35
Chương này sẽ đề cập đến nguyên nhân gây ra bốn mùa: xuân, hạ, thu, đông; trình bày các nguyên tắc để xây dựng lịch, hệ thống tính giờ.	35
4.1. Đặc điểm tự quay và chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời.....	35
4.1.1. Đặc điểm tự quay của Trái Đất	35
4.1.2. Chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời.....	35
4.2. Sự biến thiên toạ độ xích đạo của Mặt Trời. Bốn mùa: xuân, hạ, thu, đông	36
4.2.1. Sự biến thiên toạ độ xích đạo của Mặt Trời.....	36
4.2.2. Bốn mùa và đới khí hậu	36
4.3.2. Ngày Mặt Trời thực	38
4.4. Giờ múi, giờ quốc tế.....	39
4.5. Đường đôi ngày	39
4.6. Nguyên tắc xây dựng lịch. Dương lịch, âm dương lịch.....	40
4.6.1. Dương lịch	40
4.6.2. Âm lịch	41
CÂU HỎI ÔN TẬP	42
Bài tập chương 4	43
Chương 5. TUẦN TRĂNG -NHẬT NGUYỆT THỰC -THUYẾT TRIỀU	44
5.1. Chuyển động của Mặt Trăng - Chu kỳ tuần trăng.....	44
5.1.1. Chuyển động của Mặt Trăng - Các pha của Mặt Trăng.....	44
5.1.2. Chuyển động của Mặt Trăng quanh Trái Đất:	45
5.1.3. Chu kỳ tuần trăng. Tháng giao hội	45
5.2. Nhật nguyệt thực.....	46
5.2.1. Nhật thực.....	46
5.2.2. Nguyệt thực.....	46
5.2.3. Chu kỳ nhật nguyệt thực	47
5.3. Thủy triều	47
5.3.1. Định nghĩa.....	47
5.3.2. Giải thích hiện tượng thủy triều	47
CÂU HỎI ÔN TẬP	49
PHẦN B	50
THIÊN VĂN VẬT LÍ	50
Chương 6. PHƯƠNG PHÁP THIÊN VĂN VẬT LÍ.....	50
6.1. Các định luật bức xạ nhiệt	50
6.1.1. Định luật dịch chuyển Wien	50
6.1.2. Định luật Steafan Boltzmann.....	50
6.2. Quang phổ vạch và ứng dụng của nó.....	50
6.2.1. Xác định thành phần cấu tạo.....	50
6.2.2. Hiệu ứng Zeeman. Xác định từ trường.....	51
6.2.3. Hiệu ứng Dopple. Xác định tốc độ chuyển động.....	51
Chương 7. VẬT LÍ CÁC THIÊN THỂ TRONG HỆ MẶT TRỜI.....	53

7.1. Mặt trời.....	53
7.1.1. Các số liệu về Mặt Trời	53
7.1.2. Hằng số Mặt Trời, Độ trung	53
7.1.3. Nhiệt độ của Mặt Trời.....	53
7.1.4. Nguồn gốc năng lượng Mặt Trời	54
7.1.5. Cấu tạo của Mặt Trời	58
7.1.6. Sự hoạt động của Mặt Trời	59
7.2. Các hành tinh lớn.....	60
7.2.1. Tổng quan về các hành tinh lớn	60
7.2.2. Trái Đất	61
7.2.3. Các hành tinh nhóm Trái Đất.....	64
7.2.4. Các hành tinh nhóm Mộc Tinh	66
7.3. Một số vệ tinh. Tiểu hành tinh. Sao chổi-Sao băng-Thiên thạch.....	67
7.3.1. Mặt Trăng	67
7.3.2. Vệ tinh IO của Mộc Tinh	68
7.3.3. Các vệ tinh của Hoả Tinh	68
7.3.4. Các tiểu hành tinh	69
7.3.5. Sao chổi.....	69
7.3.6. Sao băng, thiên thạch	70
Chương 8. CÁC SAO - THIÊN HÀ	71
8.1. Xác định các đại lượng đặc trưng của các sao	71
8.1.1. Xác định bán kính	71
8.1.2. Xác định khối lượng	71
8.2. Hoạ đồ quang phổ. Độ trung	72
8.3.1. Các sao biến quang	74
8.3.2. Punxa	75
8.3.3. Lỗ đen	76
8.3.4. Sự tiến hoá của các sao	77
8.4. Thiên hà của chúng ta	79
8.4.1. Dải Ngân Hà	79
8.4.2. Vật chất trong Thiên hà	79
8.4.3. Sự chuyển động của các sao trong Thiên hà.....	80
8.5. Các Thiên hà.....	81
8.6. Các thuyết hình thành hệ Mặt Trời	81
8.6.1. Giả thuyết của Kant (1755).....	82
8.6.2. Giả thuyết Laplace (1796)	82
8.6.3. Giả thuyết Otto-Smit (Đức)	82
8.6.4. Big Bang	82
CÁC ĐỀ TÀI SEMINAR	84
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	85