

# 40 CÁC ĐỊNH LUẬT KÊ-PLÉ

## CHUYỂN ĐỘNG CỦA VỆ TINH

Đây là một bài hoàn toàn mới, được đưa thêm vào chương trình nhằm giúp cho HS một số kiến thức cơ bản về các định luật mô tả quy luật chuyển động của các hành tinh trong hệ Mặt Trời. Có ý nghĩa nâng cao hiểu biết thực tế của HS đối với các hiện tượng thiên nhiên và vũ trụ.

### I – Mục tiêu

– Có khái niệm đúng về hệ nhật tâm : Mặt Trời là trung tâm với các hành tinh quay xung quanh.

– Nắm được nội dung ba định luật Kê-ple và hệ quả suy từ nó.

### II – Chuẩn bị

#### Học sinh

Ôn lại định luật vạn vật hấp dẫn và công thức của lực hấp dẫn vũ trụ.

### III – Những điều cần lưu ý

– Lưu ý thêm về nội dung của từng định luật như sau :

+ Định luật I : Quỹ đạo của các hành tinh nói chung là quỹ đạo elip, nhưng phần lớn gần đúng là đường tròn, trừ Thủy tinh và Diêm Vương tinh (xem Bảng 1 SGK).

+ Định luật II : Còn gọi là định luật về tốc độ diện tích, vì nội dung định luật cho biết đối với mỗi hành tinh, diện tích mà vectơ tia quét được trong một đơn vị thời gian là không đổi.

+ Định luật III : Xác định mối liên hệ giữa chu kì quay của mỗi hành tinh với khoảng cách trung bình từ hành tinh đến Mặt Trời. Định luật chính xác là :

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} = \dots = \text{hằng số (với } a \text{ là bán trục lớn của elip)}.$$

Có thể giải thích dựa trên đặc điểm của quỹ đạo elip. Tại một điểm bất kì trên quỹ đạo, ta luôn có hệ thức theo định nghĩa :  $r_1 + r_2 = 2a$ . Do đó có thể coi khoảng cách trung bình  $r = \frac{r_1 + r_2}{2} = a$ . Tiến tới giới hạn, khi elip trở thành đường tròn thì  $a \rightarrow r$ .

– Ta chứng minh thêm định luật II Kê-ple. Vì hành tinh chuyển động dưới tác dụng của lực hấp dẫn là lực xuyên tâm nên ta có định luật bảo toàn momen động lượng :

$$\vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{p} = \vec{r} \wedge m\vec{v} = \text{hằng số}$$

Xét môđun của  $\vec{L}$  :

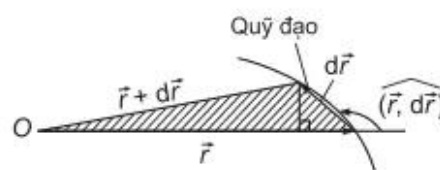
$$|\vec{r} \wedge m\vec{v}| = m \left| \vec{r} \wedge \frac{d\vec{r}}{dt} \right| = 2m \cdot \frac{1}{2} \frac{rdss \sin(\vec{r}, d\vec{r})}{dt}, \text{ với } ds = |d\vec{r}|$$

Ta thấy giá trị  $dS = \frac{1}{2}rdss \sin(\vec{r}, d\vec{r})$  chính là diện tích (gạch chéo) quét bởi vectơ tia  $\vec{r}$  trong thời gian  $dt$  (Hình 40.1). Kết quả :

$$2m \frac{dS}{dt} = \text{hằng số}, \text{ hay } \frac{dS}{dt} = \text{hằng số}.$$

Định luật đã được chứng minh.

(Vì chương trình không học momen động lượng, nên chứng minh trên dành cho GV tham khảo).



Hình 40.1

– Đối với vệ tinh nhân tạo, nên biết về một trường hợp đặc biệt. Đó là các vệ tinh địa tĩnh có chu kỳ quay bằng chu kỳ tự quay của Trái Đất và được đặt vào quỹ đạo nằm trong mặt phẳng xích đạo của Trái Đất. Do đó, vệ tinh có vị trí đứng yên tương đối so với Trái Đất và làm nhiệm vụ chuyển tiếp tín hiệu viễn thông về Trái Đất một cách thuận lợi. Vệ tinh ở độ cao khá lớn : cách mặt đất khoảng 36 000 km (xem bài tập 3).

#### IV – Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. Nếu có thể, GV mở đầu bài học bằng vài nét giới thiệu sơ lược lịch sử Thiên văn có liên quan đến phát hiện của Kê-ple (từ giáo trình Thiên văn đại cương chẳng hạn).

2. Lưu ý HS rằng các định luật Kê-ple được tìm ra là nhờ quá trình đúc kết các số liệu thiên văn về chuyển động của các hành tinh trong hệ Mặt Trời, mà các nhà thiên văn đã quan sát trong hàng chục năm trời. Chỉ sau khi có các định luật Niu-ơn ra đời, các định luật Kê-ple mới được chứng minh bằng lí thuyết, và người ta thấy rằng các định luật này chính là hệ quả suy từ các định luật cơ bản của Cơ học.

3. Từ ba định luật Kê-ple, lưu ý các ứng dụng, trong đó quan trọng nhất là cách tìm khối lượng của một thiên thể từ các giá trị bán kính quỹ đạo và chu kì quay của một vệ tinh quanh thiên thể đó (Gợi ý HS trả lời **C2**).

4. Với kiến thức trong mục "Vệ tinh nhân tạo. Tốc độ vũ trụ", GV có thể gây cho HS hứng thú tìm hiểu những thành tựu hiện đại và vĩ đại trong lĩnh vực chinh phục vũ trụ của con người.

**C1** Theo Hình 40.2 SGK, ba diện tích gạch chéo là bằng nhau ứng với cùng một khoảng thời gian, do đó các độ dời  $s_1 > s_2 > s_3$ . Suy ra  $v_1 > v_2 > v_3$ , tức là khi đi gần Mặt Trời, hành tinh có vận tốc lớn và khi đi xa Mặt Trời, hành tinh có vận tốc nhỏ.

**C2** Từ lời giải bài tập vận dụng 2, ta thiết lập được công thức tương tự :

$$M_D = \frac{4\pi^2 r_L^3}{GT_L^2}$$

trong đó,  $r_L$  là bán kính quỹ đạo và  $T_L$  là chu kì quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất.

Kết quả bằng số : xem bài tập 3.

## V – Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

### Câu hỏi

2. Xem bài 2 trong mục 3 SGK. Suy rộng để tính khối lượng của một hành tinh có vệ tinh, xem lời giải bài tập 3.

### Bài tập

1. a) Chu kì chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời chính là thời gian một năm.

$$T = 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s.}$$

b)  $s = 2\pi r = 2.3,14.150.10^6 = 942.10^6$  km.

c)  $v = \frac{2\pi r}{T} = 30$  km/s.

2. 
$$\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}, \text{ suy ra } \frac{r_1^3}{\frac{4\pi^2 r_1^2}{v_1^2}} = \frac{r_2^3}{\frac{4\pi^2 r_2^2}{v_2^2}}$$

Từ đó :  $r_1 v_1^2 = r_2 v_2^2$  và  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$ .

Công thức  $v = \omega r$  áp dụng cho mỗi quan hệ giữa  $v$  và  $\omega$  của cùng một chuyển động. Như vậy, hoàn toàn khác với trường hợp các hành tinh quay quanh Mặt Trời trên những quỹ đạo bán kính khác nhau do tác dụng của lực hướng tâm (lực hấp dẫn) khác nhau.

3.  $M_D = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$  với  $r$  là bán kính quỹ đạo (coi là tròn) và  $T$  là chu kì quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất.

Thay số :  $M_D = \frac{4\pi^2 (384.10^6)^3}{6,67.10^{-11} (27,5.24.3600)^2} = 5,98.10^{24}$  kg.

Có thể lấy kết quả khối lượng Trái Đất  $M_D$  này để tìm bán kính quỹ đạo của vệ tinh địa tĩnh nói ở đoạn trên :

$$r^3 = \frac{M_D G T^2}{4\pi^2}$$

Thay số với  $T = 24.3600 = 86400$  s, suy ra :

$$r = \sqrt[3]{\frac{5,98.10^{24} \cdot 6,67.10^{-11} \cdot 86400^2}{4.3,14^2}} = 42250 \text{ km}$$

Vậy khoảng cách từ vệ tinh địa tĩnh đến mặt đất là :

$$h = r - R_D = 42250 - 6370 = 35880 \text{ km.}$$