

17 LỰC HẤP DẪN

Trong bài này và vài bài tiếp theo, ta sẽ nghiên cứu về đặc điểm của các lực thường gặp trong cơ học, đó là lực hấp dẫn, lực đàn hồi và lực ma sát.



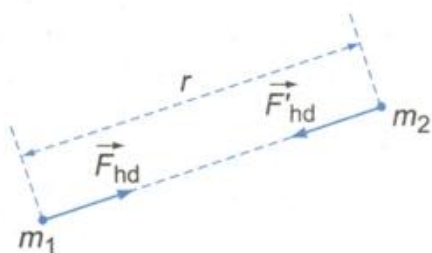
Táo rụng, nhưng Mặt Trăng không rơi !

1. Định luật vạn vật hấp dẫn

Cuối thế kỉ XVII, trên cơ sở nghiên cứu sự rơi của các vật cũng như chuyển động của Mặt Trăng quanh Trái Đất và của các hành tinh quanh Mặt Trời, Niu-ton đi tới nhận định : Mọi vật trong tự nhiên đều hút nhau với một lực gọi là lực hấp dẫn. Với những vật có thể coi là chất điểm, lực này tuân theo định luật sau đây, gọi là *định luật vạn vật hấp dẫn* :

Lực hấp dẫn giữa hai vật (coi như chất điểm) có độ lớn tỉ lệ thuận với tích của hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

Công thức (17.1) cũng có thể áp dụng cho hai quả cầu đồng tính, khi đó r là khoảng cách giữa tâm của hai quả cầu.



Hình 17.1

\vec{F}_{hd} là lực do vật 2 hút vật 1 ; \vec{F}'_{hd} là lực do vật 1 hút vật 2. Hai lực này là hai lực trực đối, có giá là đường thẳng nối hai chất điểm.

$$F_{hd} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (17.1)$$

trong đó m_1, m_2 là khối lượng của hai vật, r là khoảng cách giữa chúng.

Hệ số tỉ lệ G là một hằng số chung cho mọi vật, gọi là *hằng số hấp dẫn*. Vào năm 1798, nhà bác học người Anh Ca-ven-đi-sơ đã dùng một cân xoắn rất nhạy (Hình 17.2) để đo lực hấp dẫn giữa hai quả cầu, từ đó xác định được G . Giá trị của G ta thường dùng là :

$$G = 6,67.10^{-11} \text{N.m}^2/\text{kg}^2$$

Do G rất nhỏ nên F_{hd} chỉ đáng kể khi ít nhất một trong hai vật có khối lượng đáng kể (vào cỡ một thiên thể). Với các vật thông thường, phải dùng những dụng cụ thí nghiệm rất nhạy mới phát hiện được lực hấp dẫn giữa chúng (như trong thí nghiệm của Ca-ven-đi-sơ chẳng hạn).

2. Biểu thức của gia tốc rơi tự do

Lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên một vật gọi là trọng lực của vật đó^(*).

Nếu coi Trái Đất như một quả cầu đồng tính thì lực hấp dẫn do nó tác dụng lên một vật khối lượng m ở độ cao h so với mặt đất có độ lớn là :

$$F_{\text{hd}} = G \frac{mM}{(R + h)^2} \quad (17.2)$$

trong đó M, R là khối lượng và bán kính của Trái Đất.

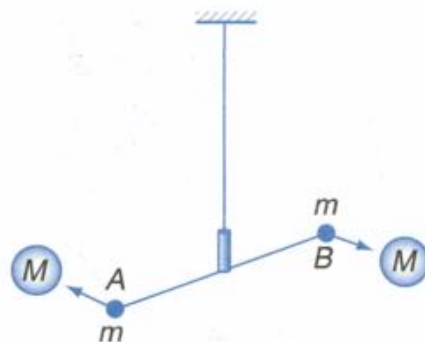
Vì lực này cũng là trọng lực của vật, nên nếu đổi chiều (17.2) với công thức $P = mg$, ta tính được gia tốc g của sự rơi tự do ở độ cao h :

$$g = \frac{GM}{(R + h)^2} \quad (17.3)$$

3. Trường hấp dẫn, trường trọng lực

Mỗi vật luôn tác dụng lực hấp dẫn lên các vật xung quanh. Ta nói xung quanh mỗi vật đều có một trường hấp dẫn.

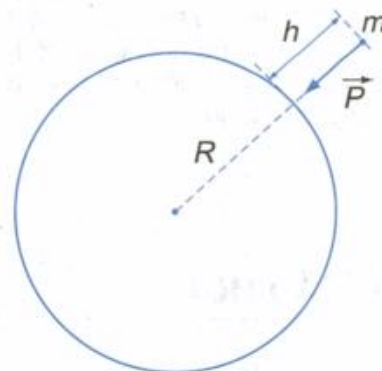
(*) Thật ra, ngoài lực hấp dẫn của Trái Đất, còn có lực thành phần khác tạo thành trọng lực của vật. Trong bài này ta tạm bỏ qua thành phần đó. Ở cuối chương sẽ xét đầy đủ hơn.



Hình 17.2 Sơ đồ cân xoắn mà Ca-ven-đi-sơ đã dùng để đo lực hấp dẫn

Mỗi vật M hút vật m ở gần nó làm cho thanh AB quay, dây treo bị xoắn. Dựa vào góc quay của AB , ông xác định được lực hấp dẫn.

C1 Vì sao ta không nhận thấy lực hấp dẫn giữa các vật thể thông thường ?



Hình 17.3 Lực hấp dẫn của Trái Đất

Nhận xét : Càng lên cao (h càng lớn), thì g càng nhỏ. Ở gần mặt đất ($h \ll R$), ta bỏ qua h và có :

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad (17.4)$$

C2 Hãy giải thích kết luận ở bài 6 về giá trị của gia tốc rơi tự do.

C3 Vì sao ta thường chỉ chú ý đến trường hấp dẫn xung quanh những vật thể có khối lượng rất lớn (Mặt Trời, Trái Đất...)?

2. Hãy chọn câu đúng.
- Lực hấp dẫn do một hòn đá ở trên mặt đất tác dụng vào Trái Đất thì có độ lớn
- lớn hơn trọng lượng của hòn đá.
 - nhỏ hơn trọng lượng của hòn đá.
 - bằng trọng lượng của hòn đá.
 - bằng 0.
3. Câu nào sau đây là đúng khi nói về lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng và do Mặt Trăng tác dụng lên Trái Đất ?
- Hai lực này cùng phương, cùng chiều.
 - Hai lực này cùng phương, ngược chiều nhau.
 - Hai lực này cùng chiều, cùng độ lớn.
 - Phương của hai lực này luôn thay đổi và không trùng nhau.
4. Hãy tra cứu *Bảng Những số liệu chính về 8 hành tinh của hệ Mặt Trời* (bài 40) để tính gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Hoả tinh, Kim tinh và Mộc tinh. Biết gia tốc rơi tự do ở bề mặt Trái Đất là $9,81 \text{ m/s}^2$.
5. Biết khối lượng của một hòn đá là $m = 2,3 \text{ kg}$; gia tốc rơi tự do là $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
Hỏi hòn đá hút Trái Đất với một lực bằng bao nhiêu ?
6. Tính lực hấp dẫn giữa hai tàu thủy ; mỗi tàu có khối lượng 100 000 tấn khi chúng ở cách nhau 0,5 km. Lực đó có làm cho chúng tiến lại gần nhau không ?
7. Ở độ cao nào so với mặt đất thì gia tốc rơi tự do bằng một nửa gia tốc rơi tự do ở mặt đất ? Cho bán kính Trái Đất là $R = 6400 \text{ km}$.

Em có biết ?

Lực hấp dẫn chính là loại lực chi phối chuyển động của các thiên thể trong hệ Mặt Trời cũng như trong toàn vũ trụ.

Trên Trái Đất, lực hấp dẫn tạo ra một hiện tượng thiên nhiên hùng vĩ, đó là thủy triều. Nguyên nhân chính gây ra hiện tượng này là : Lực hấp dẫn do Mặt Trăng tác dụng lên phần nước của các đại dương và phần đất của các lục địa đã tạo ra một sự dịch chuyển tương đối của phần nước so với phần đất.

Trong lịch sử, nhờ nắm vững và vận dụng quy luật của thủy triều, cha ông ta đã có những trận thắng ngoại xâm oanh liệt trên sông Bạch Đằng vào thế kỉ X và thế kỉ XIII, góp phần giữ gìn đất nước đến ngày nay.