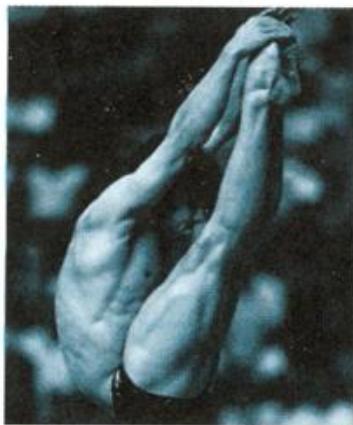


3 MOMEN ĐỘNG LƯỢNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEM ĐỘNG LƯỢNG



Các vận động viên nhảy cầu đang biểu diễn các tư thế xoắn người thật ngoạn mục. Ta hãy tìm hiểu vì sao khi nhảy từ ván cầu xuống nước, họ thường thực hiện động tác gấp người và bó gối thật chặt lúc xoay người ở trên không. Sau đó, họ phải làm thế nào để ngừng quay và lao mình vào trong nước?

1. Momen động lượng

a) Dạng khác của phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định

Ta đã biết phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định có dạng :

$$M = I\gamma$$

hay $M = I \frac{d\omega}{dt}$

Trong trường hợp momen quán tính I không đổi, ta có thể viết :

$$M = \frac{d(I\omega)}{dt} \quad (3.1)$$

Đặt :

$$L = I\omega \quad (3.2)$$

thì phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định được viết dưới dạng :

$$M = \frac{dL}{dt} \quad (3.3)$$

C1 So sánh phương trình (3.3) với phương trình :

$$F = ma = m \frac{dv}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = \frac{dp}{dt}$$

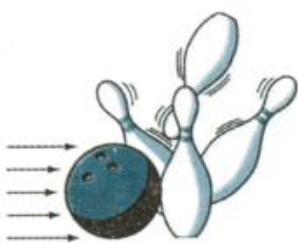
trong đó $p = mv$ là động lượng của chất điểm, ta có thể rút ra nhận xét gì về ý nghĩa vật lí của đại lượng $L = I\omega$?

Bảng 3.1

So sánh chuyển động quay của vật rắn và chuyển động của chất điểm.

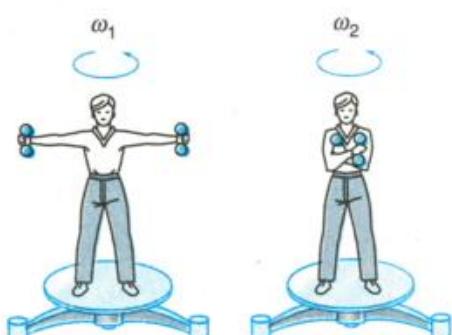
$M = \frac{dL}{dt}$	$F = \frac{dp}{dt}$
Momen lực M	Lực F
Tốc độ góc ω	Tốc độ dài v
Momen quán tính I	Khối lượng m
Momen động lượng : $L = I\omega$	Động lượng : $p = mv$

C2 Một quả bowling (dạng một quả cầu đặc) có momen quán tính đối với trục đối xứng của nó là $0,06 \text{ kg.m}^2$ (Hình 3.1). Tính momen động lượng của quả bowling đối với trục quay đi qua tâm của nó tại thời điểm mà nó có tốc độ góc là 40 rad/s .



Hình 3.1 Chuyển động của quả bowling.

C3 Dựa vào định luật bảo toàn momen động lượng, hãy giải thích sự khác biệt của chuyển động quay ở hai tư thế trên Hình 3.2.



Hình 3.2 Người đứng trên bàn xoay đang quay.

Phương trình (3.3) cũng đúng cho cả trường hợp momen quán tính của vật hoặc của hệ thay đổi (do vật thay đổi hình dạng chẳng hạn).

b) Momen động lượng

Đại lượng $L = I\omega$ trong chuyển động quay tương ứng với động lượng $p = mv$ trong chuyển động tịnh tiến. Vì thế, ta gọi $L = I\omega$ là *momen động lượng* của vật rắn đối với trục quay.

Đơn vị của momen động lượng là $\text{kg.m}^2/\text{s}$.

Ta giả thiết coi Trái Đất như là một vật rắn có dạng một khối cầu đồng chất, momen quán tính của Trái Đất đối với trục quay đi qua tâm của nó là $9,8 \cdot 10^{37} \text{ kg.m}^2$, chu kỳ của chuyển động quay quanh trục là 24 h. Momen động lượng của Trái Đất trong chuyển động quay quanh trục của nó được tính như sau :

$$L = I\omega = I \frac{2\pi}{T} = 9,8 \cdot 10^{37} \cdot \frac{2\pi}{24 \cdot 3600} \\ = 7,1 \cdot 10^{33} \text{ kg.m}^2/\text{s}$$

2. Định luật bảo toàn momen động lượng

Từ phương trình (3.3), nếu $M = \frac{dL}{dt} = 0$ thì :

$$L = \text{hằng số} \quad (3.4)$$

Đó là nội dung của định luật bảo toàn momen động lượng, được phát biểu như sau :

Nếu tổng các momen lực tác dụng lên một vật rắn (hay hệ vật) đối với một trục cố định bằng 0 thì tổng momen động lượng của vật rắn (hay hệ vật) đối với trục đó được bảo toàn.

Trong trường hợp vật có momen quán tính đối với trục quay không đổi thì vật không quay hoặc quay đều quanh trục đó.

Trong trường hợp vật (hoặc hệ vật) có momen quán tính đối với trục quay thay đổi, ta có $I\omega = \text{hằng số}$. Từ đó, suy ra :

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \quad (3.5)$$

trong đó $I_1\omega_1$ là momen động lượng của vật (hoặc hệ vật) lúc trước và $I_2\omega_2$ là momen động lượng của vật (hoặc hệ vật) lúc sau.

C4 Hãy trả lời câu hỏi nêu ở phần mở bài.

?

CÂU HỎI

- Phát biểu định luật bảo toàn momen động lượng.
- Các vận động viên nhảy cầu khi nhảy từ ván cầu xuống nước có động tác "bó gối" thật chặt lúc ở trên không. Giải thích tại sao làm như thế lại tăng tốc độ quay.

!

BÀI TẬP

- Một vật có momen quán tính đối với trục quay cố định là $0,72 \text{ kg.m}^2$, quay đều 10 vòng trong 1,8 s. Momen động lượng của vật đối với trục quay đó có độ lớn bằng

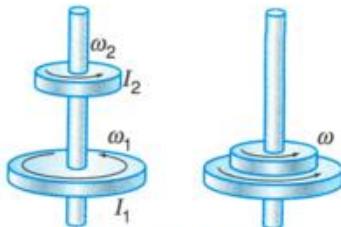
A. $4 \text{ kg.m}^2/\text{s}$.	B. $8 \text{ kg.m}^2/\text{s}$.
C. $13 \text{ kg.m}^2/\text{s}$.	D. $25 \text{ kg.m}^2/\text{s}$.
- Hai đĩa tròn có momen quán tính I_1 và I_2 đang quay đồng trục và cùng chiều với tốc độ góc ω_1 và ω_2 (Hình 3.3). Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó cho hai đĩa dính vào nhau, hệ hai đĩa quay với tốc độ góc ω được xác định bằng công thức

$$A. \omega = \frac{I_1 + I_2}{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}.$$

$$B. \omega = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}.$$

$$C. \omega = \frac{I_1\omega_2 + I_2\omega_1}{I_1 + I_2}.$$

$$D. \omega = \frac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}.$$



Hình 3.3

- Một người đứng trên một chiếc ghế đang quay, hai tay cầm hai quả tạ. Khi người ấy dang tay theo phương ngang, ghế và người quay với tốc độ góc ω_1 . Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó, người ấy co tay lại kéo hai quả tạ vào gần sát vai. Tốc độ góc mới của hệ "người + ghế"

A. tăng lên.	B. giảm đi.
C. lúc đầu tăng, sau đó giảm dần đến 0.	D. lúc đầu giảm, sau đó bằng 0.
- Một đĩa tròn đồng chất có bán kính $R = 0,5 \text{ m}$, khối lượng $m = 1 \text{ kg}$ quay đều với tốc độ góc $\omega = 6 \text{ rad/s}$ quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm của đĩa. Tính momen động lượng của đĩa đối với trục quay đó.

Em có biết ?

ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEM ĐỘNG LƯỢNG ÁP DỤNG CHO MÁY BAY TRỰC THĂNG

Khi cánh quạt quay, chúng có một momen động lượng đối với trục quay. Thân máy bay có xu hướng quay theo chiều ngược lại, tạo ra momen động lượng ngược dấu. Muốn cho thân máy bay không quay, người ta đặt thêm một cánh quạt nữa quay theo chiều ngược lại, làm thành hệ thống kép (Hình 3.4a), hoặc thêm một cánh quạt nhỏ ở phía sau có mặt phẳng quay thẳng đứng (Hình 3.4b), tạo ra một momen động lượng cân bằng với momen động lượng của cánh quạt trước.



a) Loại máy bay trực thăng có hai hệ thống cánh quạt.



b) Loại máy bay trực thăng có thêm cánh quạt nhỏ ở phía sau.

Hình 3.4