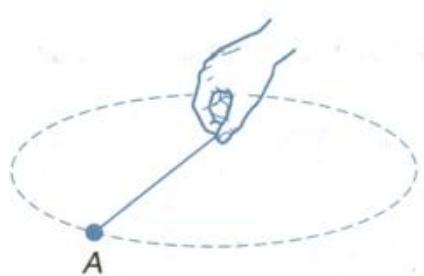


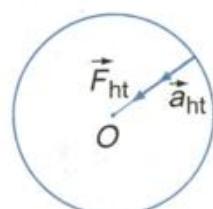
22

LỰC HƯỚNG TÂM VÀ LỰC QUÁN TÍNH LÌ TÂM HIỆN TƯỢNG TĂNG, GIẢM, MẤT TRỌNG LƯỢNG

Nhà du hành vũ trụ Việt Nam Phạm Tuân (bên trái) đang ở trạng thái không trọng lượng trên trạm vũ trụ Chảo mừng 6 (tháng 7/1980) trong một chuyến bay cùng các nhà du hành vũ trụ Liên Xô.



Hình 22.1 Sợi dây giữ cho vật chuyển động tròn



Hình 22.2

1. Lực hướng tâm và lực quán tính lì tâm

a) Lực hướng tâm

Nhận xét

Buộc một vật nhỏ A vào đầu một sợi dây. Ta cầm đầu dây kia và quay nhanh. Nếu dây bị tuột thì vật sẽ văng đi. Vậy chính sợi dây đã giữ cho vật chuyển động trên quỹ đạo tròn (Hình 22.1).

Lực hướng tâm

Ở bài 9, ta đã biết rằng một vật chuyển động tròn đều thì gia tốc hướng vào tâm quỹ đạo và có độ lớn là $\frac{v^2}{r}$. Theo định luật II Niu-ton, lực gây ra gia tốc này phải hướng vào tâm quỹ đạo. Ta gọi nó là *lực hướng tâm* (Hình 22.2). Biểu thức của lực hướng tâm là :

$$F_{ht} = ma_{ht} = \frac{mv^2}{r} \quad (22.1)$$

Nếu thay $v = \omega r$ (ω là tốc độ góc) ta còn có :

$$F_{ht} = m\omega^2 r \quad (22.2)$$

Ví dụ về lực hướng tâm

Ví dụ 1. Ở Hình 22.1, nếu ta quay khá nhanh, sợi dây gần như quay trong mặt phẳng nằm ngang. Khi đó có thể coi lực căng \vec{Q} của dây là lực hướng tâm. Nếu quay chậm, dây quét thành một mặt nón. Khi đó hợp lực của lực căng \vec{Q} và trọng lực \vec{P} là lực hướng tâm (Hình 22.3).

Ví dụ 2. Một vật đặt trên một cái bàn quay. Nếu bàn quay không quá nhanh, vật sẽ cùng quay với bàn. Khi đó, lực ma sát nghỉ do bàn tác dụng lên vật là lực hướng tâm (Hình 22.4).

Ví dụ 3. Mặt Trăng hoặc các vệ tinh nhân tạo quay quanh Trái Đất. Trong trường hợp đó, lực hấp dẫn của Trái Đất là lực hướng tâm.

Nhận xét : Khi một vật chuyển động tròn đều, hợp lực của các lực tác dụng lên vật là lực hướng tâm.

b) Lực quán tính li tâm

Trong ví dụ 2 ở mục trên, nếu ta xét trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất thì vật có gia tốc hướng tâm \vec{a}_{ht} do lực ma sát gây ra. Còn nếu xét trong hệ $Oxyz$ gắn với bàn như trên Hình 22.5 (Oz là trục quay), thì vật đang ở trạng thái cân bằng.

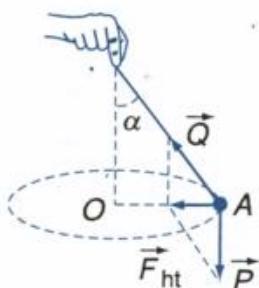
Vận dụng công thức (21.1), ta coi rằng vật chịu tác dụng của lực quán tính. Lực này có chiều hướng ra xa tâm O nên gọi là *lực quán tính li tâm* (kí hiệu là \vec{F}_q)

$$\vec{F}_q = -m\vec{a}_{ht} \quad (22.3)$$

Lực quán tính li tâm có cùng độ lớn với lực hướng tâm :

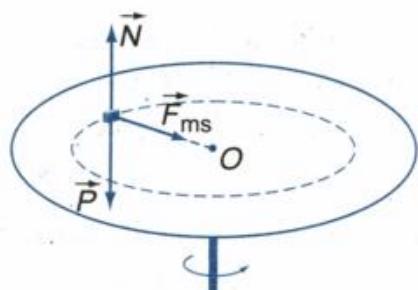
$$F_q = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r \quad (22.4)$$

Ta đã biết trọng lực \vec{P} của vật cân bằng với phản lực pháp tuyến \vec{N} của mặt bàn. Nếu bàn quay không quá nhanh, \vec{F}_{ms} và \vec{F}_q cân bằng nhau, vật đứng yên so với mặt bàn. Nếu tốc độ góc của bàn đủ lớn, \vec{F}_q sẽ thay thế lực ma sát nghỉ cực đại khiến vật bị trượt xa tâm.

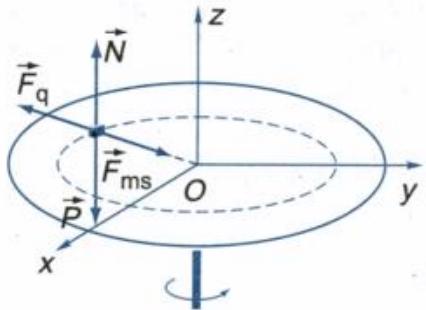


Hình 22.3

C1 Trong thí nghiệm ở Hình 22.3, \vec{F}_{ht} có do một vật cụ thể nào tác dụng vào A theo chiều AO không ?

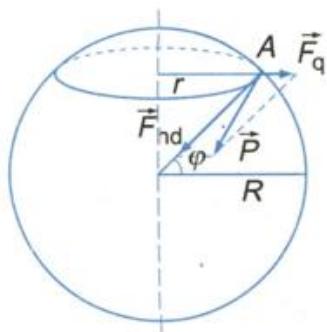


Hình 22.4



Hình 22.5

C2 Lực quán tính li tâm trong Hình 22.5 có thể gây ra hiện tượng gì ?



Hình 22.6

Trái Đất quay quanh trục Bắc – Nam của nó, trong một ngày đêm (24 h) được một vòng (tốc độ góc $\omega = \frac{2\pi}{24.3600}$ rad/s). Điểm A có vĩ độ φ chuyển động trên quỹ đạo tròn bán kính $r = R \cos \varphi$ với cùng tốc độ góc ω (R là bán kính Trái Đất). Lực quán tính li tâm \vec{F}_q tác dụng lên một vật đặt ở A, có hướng như ở hình vẽ và có độ lớn $F_q = m\omega^2 r = m\omega^2 R \cos \varphi$.

C3 Trọng lực \vec{P} có hướng về tâm Trái Đất không?

2. Hiện tượng tăng, giảm và mất trọng lượng

a) Khái niệm về trọng lực, trọng lượng

Mỗi vật trên mặt đất đều chịu tác dụng của lực hấp dẫn của Trái Đất. Ở các lớp dưới, ta đã gọi lực hấp dẫn ấy là trọng lực của vật.

Nếu xét đến sự quay của Trái Đất quanh trục của nó, thì hệ gắn với mặt đất là hệ phi quán tính. Đối với hệ đó, mỗi vật ngoài lực hấp dẫn còn chịu tác dụng của lực quán tính li tâm. Ta định nghĩa :

Trọng lực của một vật là hợp lực của lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên vật và lực quán tính li tâm xuất hiện do sự quay của Trái Đất quanh trục của nó.

$$\vec{P} = \vec{F}_{hd} + \vec{F}_q \quad (22.5)$$

Trọng lượng của một vật là độ lớn của trọng lực của vật ấy.

Lực \vec{F}_q này rất nhỏ so với lực hấp dẫn của Trái Đất, nên nếu không yêu cầu độ chính xác cao, ta có thể bỏ qua \vec{F}_q (tức là coi Trái Đất như một hệ quy chiếu quán tính). Trong trường hợp đó, trọng lực là lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên vật.

Ta thấy F_q thay đổi theo vĩ độ φ , do đó P cũng thay đổi theo vĩ độ. Đó là một nguyên nhân dẫn đến sự giảm dần của gia tốc rơi tự do từ địa cực đến xích đạo (xem Bảng 2 ở bài 6).

b) Sự tăng, giảm và mất trọng lượng

Trên thực tế, có nhiều trường hợp một vật được đặt trong một hệ chuyển động có gia tốc \vec{a} so với Trái Đất. Khi đó vật còn chịu thêm tác dụng của lực quán tính $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$ do chuyển động của hệ gây ra.

Vật sẽ chịu tác dụng của một hợp lực \vec{P}' :

$$\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$$

Ở trong hệ đó nếu vật được treo vào một lực kế, lực kế sẽ chỉ giá trị P' . \vec{P}' gọi là **trọng lực biểu kiến**, độ lớn P' gọi là **trọng lượng biểu kiến** của vật.

Khi một người ở trong buồng thang máy chuyển động với gia tốc \vec{a} hướng lên trên (Hình 22.7), thì \vec{F}_{qt} hướng xuống dưới và hợp lực P' có giá trị

$$P' = P + F_{qt} = m(g + a)$$

Khi đó, người sẽ đè lên sàn thang máy một lực lớn hơn mg .

Nếu thang máy có gia tốc \vec{a} hướng xuống dưới, thì \vec{F}_{qt} hướng lên trên, và

$$P' = P - F_{qt} = m(g - a) \quad (22.6)$$

Người sẽ đè lên sàn một lực nhỏ hơn mg .

Nếu người ở trong một hệ có gia tốc $\vec{a} = \vec{g}$ thì theo (22.6) ta có $P' = 0$. Người sẽ không đè lên sàn thang máy nữa.

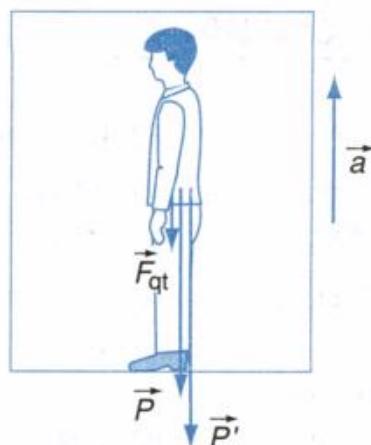
Những hiện tượng đó là **sự tăng, giảm hoặc mất trọng lượng biểu kiến** (thường gọi tắt là **tăng, giảm hoặc mất trọng lượng**).

Ví dụ : Một con tàu vũ trụ chuyển động tròn đều quanh Trái Đất (động cơ của con tàu không hoạt động, không có ma sát của khí quyển). Nhờ lực hấp dẫn của Trái Đất mà con tàu có gia tốc hướng tâm là \vec{g} . Trong con tàu, các nhà du hành vũ trụ cũng như mọi vật còn chịu tác dụng của lực quán tính :

$$\vec{F}_{qt} = -m\vec{a} = -m\vec{g}$$

$$\text{Do đó } \vec{P} = \vec{F}_{hd} + \vec{F}_{qt} = \vec{0}$$

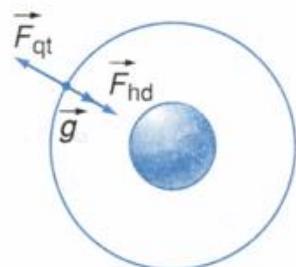
Các nhà du hành vũ trụ sẽ không còn cảm thấy mình đè lên sàn tàu một lực nào nữa, có thể dễ dàng "bay lượn" trong khoang tàu. Đó là trạng thái mất trọng lượng biểu kiến trên tàu vũ trụ (thường gọi tắt là **mất trọng lượng**).



Hình 22.7 Sự tăng trọng lượng trong thang máy

Khi con tàu vũ trụ được phóng lên thẳng đứng với gia tốc a , nhà du hành trong tàu sẽ cảm thấy mình đè lên sàn tàu một lực bằng $m(g + a)$. Chẳng hạn với $a = 3g$ thì $P = 4mg$.

Do đó, các nhà du hành được phóng lên trong tư thế nằm ngang, vuông góc với phương chuyển động của con tàu, để tránh những ảnh hưởng nguy hiểm cho cơ thể do hiện tượng tăng trọng lượng gây nên (máu khó chảy lên não, các nội tạng bị kéo xuống phía dưới).

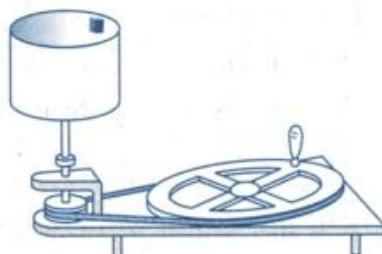


Hình 22.8 Hiện tượng mất trọng lượng trong con tàu vũ trụ

?

CÂU HỎI

1. Trọng lực, trọng lượng là gì ? Khi nào xảy ra hiện tượng tăng, giảm, mất trọng lượng ?
2. Buộc dây vào quai một cái xô nhỏ đựng nước rồi cầm một đầu dây quay xô trong mặt phẳng thẳng đứng. Vì sao khi quay đủ nhanh thì ở vị trí xô lộn ngược, nước vẫn không rời khỏi xô ?
3. Trong thí nghiệm bố trí như ở Hình 22.9, khi bình hình trụ được quay nhanh, ta có thể đặt một bao diêm áp vào mặt trong của bình.
 - Lực nào là lực hướng tâm đặt vào bao diêm ?
 - Vì sao bao diêm không rơi ?



Hình 22.9

4. Trong thiết bị như ở Hình 22.9, nếu hình trụ là một cái lồng có mắt dày và ta cho vào lồng một miếng vải ướt, thì khi lồng quay nhanh, nước sẽ văng ra. Giải thích hiện tượng đó. Tìm những ví dụ thực tế ứng dụng loại hiện tượng đó.
5. Chứng minh rằng trong những con tàu vũ trụ chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn của các thiên thể, mà không chịu lực nào khác tác dụng thì xảy ra hiện tượng mất trọng lượng .

!

BÀI TẬP

1. Hãy chọn câu đúng.

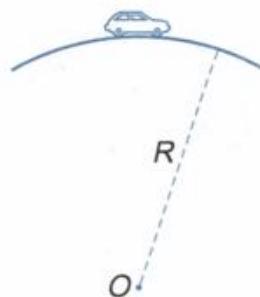
Các nhà du hành vũ trụ trên con tàu quay quanh Trái Đất đều ở trong trạng thái mất trọng lượng là do

- A. con tàu ở rất xa Trái Đất nên lực hút của Trái Đất giảm đáng kể.
- B. con tàu ở vào vùng mà lực hút của Trái Đất và lực hút của Mặt Trăng cân bằng nhau.
- C. con tàu đã thoát ra khỏi khí quyển của Trái Đất.
- D. các nhà du hành và con tàu cùng "rơi" về Trái Đất với giá tốc g nên không còn lực của người đè vào sàn tàu.

2. Trong thí nghiệm ở Hình 22.3, dây dài 0,5 m. Hãy tính số vòng quay trong 1 s để dây lệch đi góc $\alpha = 60^\circ$ so với phương thẳng đứng.

3. Một ô tô khối lượng $m = 1200$ kg (coi là chất điểm), chuyển động với vận tốc 36 km/h trên chiếc cầu vồng lên coi như cung tròn có bán kính $R = 50$ m (Hình 22.10). Tính áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm cao nhất.

Nếu cầu vồng xuống (các số liệu vẫn giữ như trên) thì áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm thấp nhất là bao nhiêu ? So sánh hai đáp số và nhận xét.



Hình 22.10

4. Trong thí nghiệm ở Hình 22.4, nếu hệ số ma sát nghỉ giữa vật và mặt bàn là $0,25$ và tốc độ góc của bàn là 3 rad/s thì có thể đặt vật ở vùng nào trên mặt bàn để nó không bị trượt đi ?

Em có biết ?

Khi nhìn thấy hình ảnh các nhà du hành vũ trụ "bay lượn" trong khoang tàu, chắc các em nghĩ rằng ở trạng thái đó hẳn là thú vị lắm. Thật ra, trạng thái tăng hoặc mất trọng lượng đều rất khác lạ so với trạng thái bình thường mà ta đã quen trong cuộc sống trên mặt đất. Các nhà du hành đã phải trải qua quá trình khổ luyện mới thích nghi được.

Người đầu tiên trên thế giới sống trong trạng thái tăng và mất trọng lượng là nhà du hành vũ trụ I-u-ri Ga-ga-rin người Nga. Ông đã thực hiện thành công chuyến bay đầu tiên của con người vào vũ trụ trên con tàu Phương Đông do Liên Xô (trước đây) phóng ngày 12-4-1961.