

20 LỰC MA SÁT



Băng chuyền trên bến than Cửa Ông

1. Lực ma sát nghỉ

a) Sự xuất hiện của lực ma sát nghỉ

Hãy quan sát thí nghiệm ở Hình 20.1.

Vì sao lúc đầu có lực kéo \vec{F} mà A vẫn đứng yên? Đó là do mặt bàn đã tác dụng lên A một lực cân bằng với \vec{F} , ngăn cản chuyển động của A. Lực đó gọi là *lực ma sát nghỉ* (\vec{F}_{msn}). *Lực ma sát nghỉ chỉ xuất hiện khi có ngoại lực tác dụng lên vật. Ngoại lực này có xu hướng làm cho vật chuyển động nhưng chưa đủ để thắng lực ma sát.*

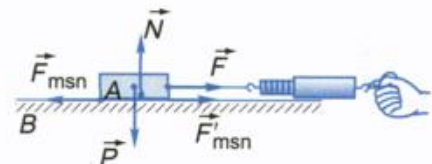
b) Phương, chiều của \vec{F}_{msn}

– Giá của \vec{F}_{msn} luôn nằm trong mặt tiếp xúc giữa hai vật.

– \vec{F}_{msn} ngược chiều với ngoại lực.

c) Độ lớn của lực ma sát nghỉ

\vec{F}_{msn} cân bằng với \vec{F} (ngoại lực). Vậy độ lớn của F_{msn} luôn bằng F .



Hình 20.1 Các lực tác dụng lên vật

Vật A đặt trên mặt bàn nằm ngang B. Trọng lực \vec{P} của A cân bằng với phản lực pháp tuyến \vec{N} của mặt bàn. A đứng yên.

Kéo vật A bằng một lực nằm ngang \vec{F} tăng dần từ 0. Lúc đầu, A vẫn đứng yên. \vec{F} phải đạt tới một giá trị nhất định, A mới dịch chuyển.

\vec{F}_{msn} : Lực ma sát nghỉ do bàn tác dụng lên A.

\vec{F}'_{msn} : Lực ma sát nghỉ do A tác dụng lên bàn.

C1 Qua thí nghiệm, hãy rút ra nhận xét về phương, chiều của lực ma sát nghỉ.

Nếu ngoại lực không song song với mặt tiếp xúc thì \vec{F}_{msn} cân bằng với thành phần của ngoại lực song song với mặt tiếp xúc đó.

Nhận xét : Phương, chiều và độ lớn của lực ma sát nghỉ \vec{F}_{msn} phụ thuộc vào lực tác dụng \vec{F} .

Nhưng khi F tăng dần, F_{msn} tăng theo đến một giá trị F_M nhất định thì vật A bắt đầu trượt trên vật B . F_M là giá trị lớn nhất của lực ma sát nghỉ :

$$F_{msn} \leq F_M$$

Thí nghiệm cho thấy F_M tỉ lệ thuận với N (N là độ lớn của áp lực do A nén lên B hoặc phản lực pháp tuyến do B tác dụng lên A).

$$F_M = \mu_n N$$

Hệ số tỉ lệ μ_n gọi là hệ số ma sát nghỉ (không có đơn vị). Trị số của nó phụ thuộc vào từng cặp vật liệu tiếp xúc.

Từ những công thức trên, ta có thể viết :

$$F_{msn} \leq \mu_n N$$

$$F_{msn} = F_x \text{ (thành phần ngoại lực song song với mặt tiếp xúc)}$$

2. Lực ma sát trượt

a) Sự xuất hiện của lực ma sát trượt

Từ thí nghiệm ở Hình 20.2, ta thấy : lực ma sát trượt xuất hiện ở mặt tiếp xúc khi hai vật trượt trên bề mặt của nhau.

b) Phương và chiều của lực ma sát trượt

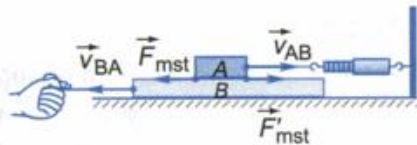
Trong Hình 20.2 : B tác dụng lên A lực \vec{F}_{mst} ngược chiều với vận tốc của A đối với B (\vec{v}_{AB}). Mặt khác, A tác dụng lên B phản lực (\vec{F}'_{mst}) ngược chiều với \vec{v}_{BA} . Vậy lực ma sát trượt tác dụng lên một vật luôn cùng phương và ngược chiều với vận tốc tương đối của vật ấy đối với vật kia.

c) Độ lớn của lực ma sát trượt

Làm thí nghiệm như ở Hình 20.2 với các vật A có khối lượng khác nhau, ta nhận thấy độ lớn của F_{mst} tỉ lệ thuận với áp lực N tác dụng lên mặt tiếp xúc :

$$F_{mst} = \mu_t N$$

trong đó μ_t là hệ số ma sát trượt (không có đơn vị).



Hình 20.2

Khi ta mới kéo, tấm ván mỏng B trượt trên mặt bàn, vật A chuyển động cùng với B , làm cho lò xo lực kế dần dần ra. Khi số chỉ lực kế đạt tới một giá trị nhất định, nếu ta vẫn kéo, tấm ván sẽ trượt so với A . Khi đó A sẽ đứng yên so với bàn và số chỉ lực kế không đổi. Số chỉ đó chính là độ lớn lực ma sát trượt giữa A và B .

C2 Qua thí nghiệm, hãy rút ra nhận xét về phương, chiều của lực ma sát trượt.

Chú ý :

– Trong nhiều trường hợp, hệ số ma sát nghỉ lớn hơn hệ số ma sát trượt. Cũng có trường hợp chúng xấp xỉ bằng nhau .

– μ_t hầu như không phụ thuộc vào diện tích mặt tiếp xúc mà phụ thuộc vào tính chất của các mặt tiếp xúc (có nhẵn hay không, làm bằng vật liệu gì).

3. Lực ma sát lăn

Khi một vật lăn trên mặt một vật khác, lực ma sát lăn (F_{msl}) xuất hiện ở chỗ tiếp xúc giữa hai vật và có tác dụng cản trở sự lăn đó.

Lực ma sát lăn cũng tỉ lệ với áp lực N giống như ma sát trượt, nhưng hệ số ma sát lăn nhỏ hơn hệ số ma sát trượt hàng chục lần.

4. Vai trò của ma sát trong đời sống

a) Ma sát trượt

Khi ta hãm phanh (xe đạp, xe máy, ô tô...), lực ma sát trượt giữa má phanh với bánh xe đã làm cho bánh xe quay chậm lại và xuất hiện sự trượt của bánh xe trên mặt đường. Khi đó lực ma sát trượt do mặt đường tác dụng sẽ hãm xe đi chậm lại.

Ma sát trượt còn có ích trong việc mài nhẵn các bề mặt kim loại hoặc gỗ.

Trong nhiều trường hợp, ma sát trượt có hại. Chẳng hạn khi pit-tông chuyển động trong xilanh, ma sát trượt đã cản trở chuyển động và làm mòn cả pit-tông lẫn xilanh. Để giảm ma sát trượt, người ta bôi trơn các chi tiết bằng dầu mỡ công nghiệp.

b) Ma sát lăn

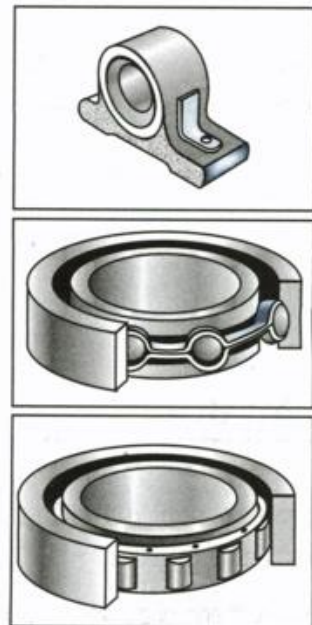
Lực ma sát lăn nhỏ hơn lực ma sát trượt nhiều lần, nên người ta thường tìm cách thay thế phần lớn ma sát trượt bằng ma sát lăn (nhờ các ổ bi, con lăn...) để giảm tổn hại vì ma sát.

Bảng 1

**Hệ số ma sát của một số vật liệu
(giá trị gần đúng)**

Vật liệu	Hệ số ma sát nghỉ	Hệ số ma sát trượt
Thép trên thép	0,74	0,57
Gỗ trên gỗ	0,4	0,2
Nhôm trên thép	0,61	0,47
Cao su trên bê tông khô	0,9	0,7
Thuỷ tinh trên thuỷ tinh	0,9	0,4
Nước đá trên nước đá	0,1	0,03
Teflon trên teflon(*)	0,04	0,04

(*) Loại pôlime chịu nhiệt để phủ chảo chống dính.

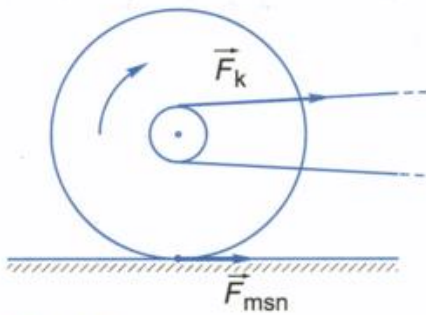


Hình 20.3 Một vài loại ổ bi



Hình 20.4

\vec{F}_{msn}' : lực ma sát nghỉ do mặt đất tác dụng lên bàn chân. \vec{F}_{msn} : lực ma sát do bàn chân tác dụng lên mặt đất.



Hình 20.5

F_k : lực kéo của xích, F_{msn} : lực ma sát nghỉ do mặt đường tác dụng vào lớp xe.

c) Ma sát nghỉ

Ma sát nghỉ đóng vai trò rất quan trọng trong đời sống. Nhờ có ma sát nghỉ, tay ta mới cầm nắm được các vật, dây cuaroa truyền động chuyển động giữa các bánh xe, băng chuyền vận chuyển được người hoặc vật từ nơi này đến nơi khác...

Trong nhiều trường hợp, lực ma sát nghỉ đóng vai trò lực phát động làm cho các vật chuyển động. Khi ta bước đi, một chân của ta đạp vào mặt đất về phía sau. Nếu đạp phải chỗ thiếu ma sát (rêu trơn, bùn ướt...), bàn chân ta dễ bị trượt về phía sau và không bước đi được. Ở chỗ đường tốt, mặt đường tác dụng vào chân ta một lực ma sát hướng về phía trước, giữ cho bàn chân ta khỏi bị trượt trên mặt đất, khiến cho phần trên của người chuyển động được về phía trước (Hình 20.4).

Khi xe đạp, xe máy chạy, lực kéo của xích làm cho bánh sau của xe quay. Lực ma sát nghỉ do mặt đường tác dụng vào chỗ bánh sau tiếp xúc với mặt đường đã giữ cho chỗ đó của bánh xe không bị trượt về phía sau mà tạm thời đứng yên so với đường. Nhờ đó bánh xe mới lăn được trên đường. Ở đây lực ma sát nghỉ của mặt đường giữ vai trò quan trọng làm cho xe đi về phía trước (Hình 20.5).

Hiện tượng cũng xảy ra tương tự như vậy ở các bánh xe phát động của ô tô, tàu hỏa...

Trong những trường hợp ma sát có lợi, người ta thường tìm cách làm tăng tính nhám của các mặt tiếp xúc và tăng áp lực lên mặt tiếp xúc.

? CÂU HỎI

1. Lực ma sát nghỉ xuất hiện trong điều kiện nào và có những đặc điểm gì? Viết công thức tính lực ma sát nghỉ cực đại.
2. Hãy tìm thêm ví dụ về ma sát có ích, ma sát có hại.
3. Vì sao bôi dầu mỡ lại giảm được ma sát?

4. Trường hợp nào trong hai trường hợp sau đây có lực ma sát nghỉ ?
 - Quyển sách nằm yên trên mặt bàn nằm ngang.
 - Quyển sách nằm yên trên mặt bàn nghiêng.
5. Tại sao muốn xách một quả mít nặng phải nắm chặt tay vào cuống của quả mít ?
6. Nhiều khi ô tô bị sa lầy, bánh xe quay tít mà xe không nhích lên được. Giải thích hiện tượng.
7. Vì sao muốn cho đầu tàu hoả kéo được nhiều toa thì đầu tàu phải có khối lượng lớn ?
8. Tìm hiểu về ứng dụng của lực ma sát trong các loại băng chuyền (ví dụ băng chuyền than trong bức ảnh ở đầu bài).

BÀI TẬP

1. Hãy chọn câu đúng.
Chiều của lực ma sát nghỉ
 - A. ngược chiều với vận tốc của vật.
 - B. ngược chiều với gia tốc của vật.
 - C. ngược chiều với thành phần ngoại lực song song với mặt tiếp xúc.
 - D. vuông góc với mặt tiếp xúc.
2. Chọn biểu thức đúng về lực ma sát trượt.

A. $\vec{F}_{mst} = \mu_t \vec{N}$; B. $\vec{F}_{mst} = -\mu_t \vec{N}$; C. $F_{mst} \leq \mu_t N$; D. $F_{mst} = \mu_t N$.
3. Một ô tô khối lượng 1,5 tấn chuyển động thẳng đều trên đường. Hệ số ma sát lăn giữa bánh xe và mặt đường là 0,08. Tính lực phát động đặt vào xe.
4. Một xe ô tô đang chạy trên đường lát bê tông với vận tốc $v_0 = 100$ km/h thì hãm lại. Hãy tính quãng đường ngắn nhất mà ô tô có thể đi cho tới lúc dừng lại trong hai trường hợp :
 - a) Đường khô, hệ số ma sát trượt giữa lốp xe với mặt đường là $\mu_t = 0,7$.
 - b) Đường ướt, $\mu_t = 0,5$.
5. Một vật khối lượng $m = 400$ g đặt trên mặt bàn nằm ngang (Hình 20.6). Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt bàn là $\mu_t = 0,3$. Vật bắt đầu được kéo đi bằng một lực $F = 2$ N có phương nằm ngang.
 - a) Tính quãng đường vật đi được sau 1 s.
 - b) Sau đó, lực F ngừng tác dụng. Tính quãng đường vật đi tiếp cho tới lúc dừng lại.



Hình 20.6