

CHƯƠNG 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

- 1.1. Những khái niệm cơ bản.
- 1.2. Các tiên đề tĩnh học
- 1.3. Mômen của một lực đối với một điểm – ngẫu lực.
- 1.4. Liên kết và phản lực liên kết.

1.1.1. Vật rắn tuyệt đối

- Vật rắn tuyệt đối là vật rắn mà trong suốt thời gian chịu lực khoảng cách giữa hai điểm nào của vật cũng luôn luôn không thay đổi (dạng hình học của vật không đổi).
 - Trong thực tế không có vật tuyệt đối rắn, mọi vật chịu tác dụng của lực thì biến dạng ít hay biến dạng nhiều.
 - Ta coi vật rắn là vật rắn tuyệt đối vì:
 - ✓ Biến dạng là rất bé. Trong tính toán tương đối thì xem biến dạng là không đáng kể.
- ↓
- ✓ Việc tính toán sẽ đơn giản hơn

1.1.2. Lực

a. Định nghĩa

Lực là đại lượng đặc trưng cho sự tác dụng tương hỗ giữa các vật mà kết quả là gây nên sự thay đổi trạng thái động học của các vật đó.

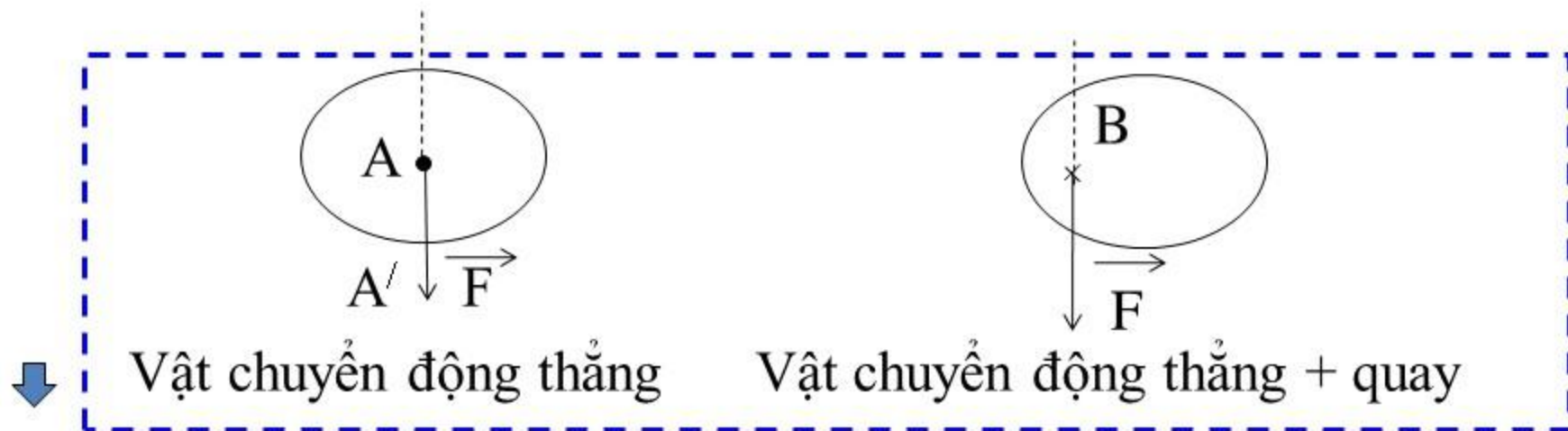
VD: đá quả bóng thì quả bóng bay đi xa...



1.1.2. Lực

b. Các yếu tố của lực.

- Hướng của lực: Biểu thị hướng chuyển động mà lực gây ra cho vật. Đường thẳng theo đó lực tác dụng lên vật gọi là đường tác dụng của lực (còn gọi là giá).
- Trị số của lực: Biểu thị độ lớn của lực.
Đơn vị chính để đo trị số của lực là Niuton, (N,KN, MN).
- $1 \text{ KG} = 9,81 \text{ N}$ (lấy gần đúng lấy $1 \text{ Kg} \approx 10 \text{ N}$)
- Điểm đặt lực: điểm trên vật mà tại đó lực tác dụng vào vật

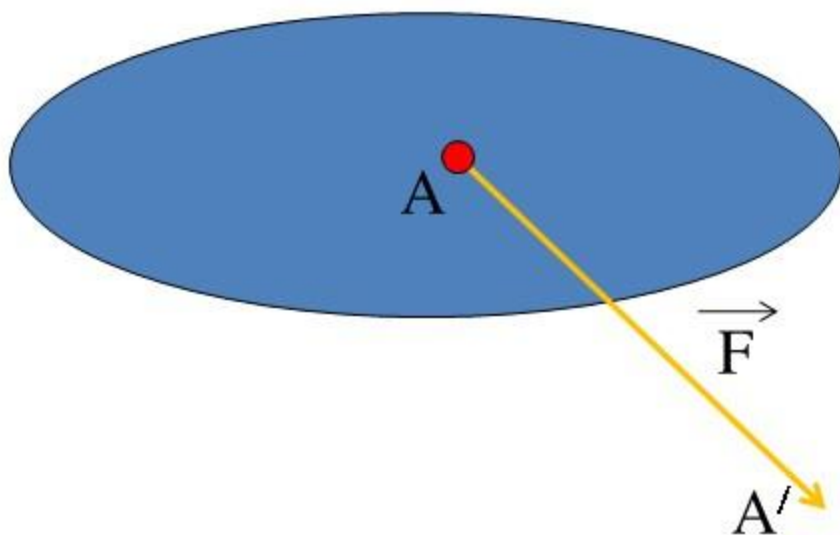


1.1.2. Lực

c. Biểu diễn lực.

Lực được biểu diễn bằng vector. Phương và chiều của vector biểu diễn phương chiều của lực. Độ dài của vector theo tỷ lệ tự chọn biểu diễn trị số của lực. Gốc vector biểu diễn điểm đặt của lực. Đường thẳng mà dọc theo đó lực tác dụng lên vật gọi là đường tác dụng của lực.

Lực ký hiệu là: $\vec{F}$ hoặc $\overrightarrow{AA'}$



Lực $\vec{F}$ có:

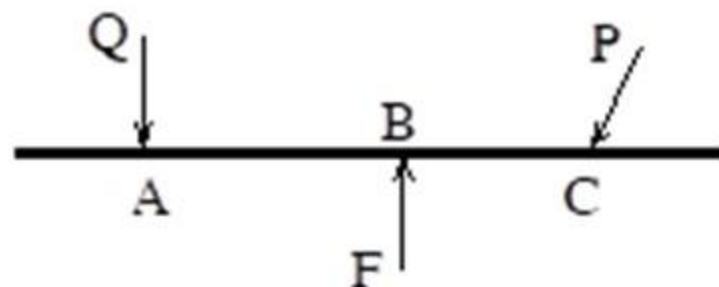
- Gốc : A
- Phương: AA'
- Chiều: Từ A đến A'
- Độ lớn : Tỷ lệ với AA'

1.1.4. Các dạng lực tác dụng thường gặp.

a. Lực tập trung: F , P , Q

Đơn vị: kN, N, MN (Mêga Niuton)

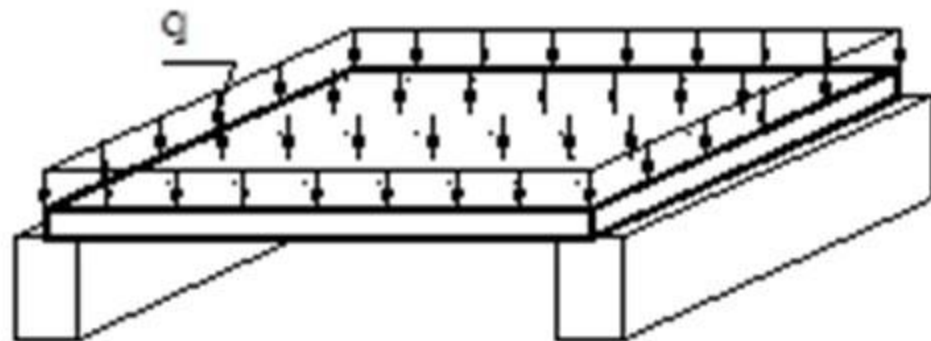
$$1 \text{ MN} = 1\,000\,000 \text{ N} = 1\,000 \text{ kN}$$



b. Lực phân bố đều: p , q , g

✓ Phân bố đều trên diện tích.

✓ Đơn vị: kN/m^2 , N/m^2 .

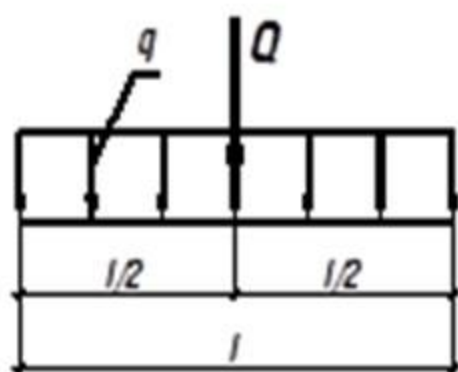


1.1.4. Các dạng lực tác dụng thường gặp.

b. Lực phân bố đều: p, q, g

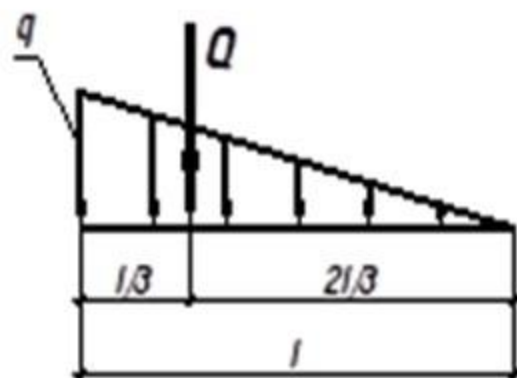
- Phân bố đều theo chiều dài
- Đơn vị: $\text{kN/m}, \text{N/m}$

Tải trọng phân bố theo chiều dài có 3 dạng sau:



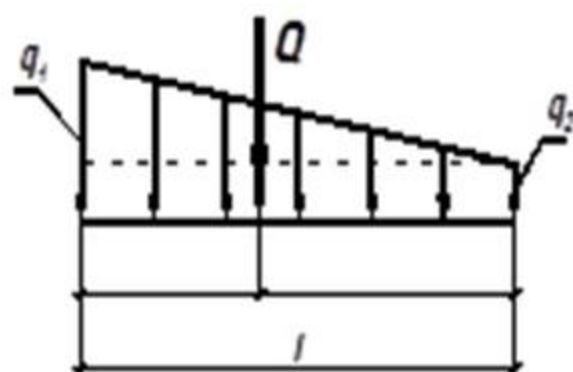
$$Q = q \cdot l$$

Lực phân bố đều



$$Q = \frac{q \cdot l}{2}$$

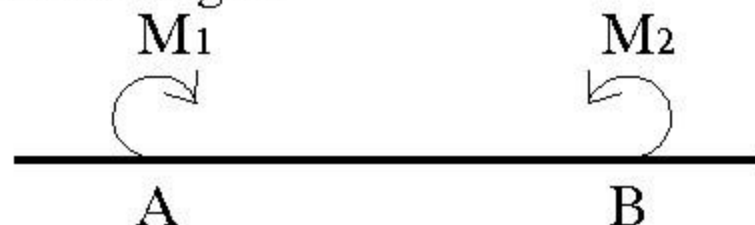
Lực phân tam giác



Lực phân bố hình thang

c. Momen tập trung: M

Đơn vị: $\text{kN.m}, \text{N.cm}$.



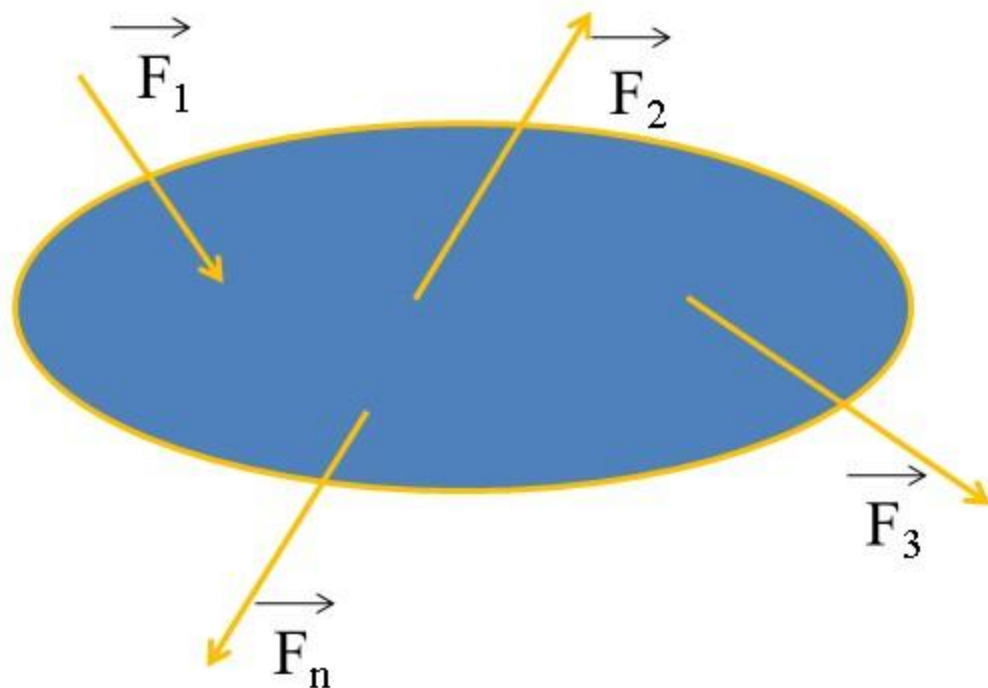
1.1.5. Các định nghĩa khác và nguyên lý tĩnh học

a. Hệ lực:

Hệ lực là tập hợp các lực cùng tác dụng lên một vật nào đó. Ký

hiệu của một hệ lực: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$

Trong đó: $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ là các lực thành phần tác dụng lên vật.



1.1.5. Các định nghĩa khác và nguyên lý tĩnh học

b. Hệ lực tương đương

- Hai hệ lực gọi là tương đương nhau nếu chúng có cùng gây cho vật tác dụng cơ học như nhau.
- Hai hệ lực tương đương hoàn toàn có thể thay thế cho nhau.
- Ký hiệu: $(\equiv)$

$$\left(\overrightarrow{P_1}, \overrightarrow{P_2}, \overrightarrow{P_3}, \dots, \overrightarrow{P_{n'}}\right) \equiv \left(\overrightarrow{F_1}, \overrightarrow{F_2}, \overrightarrow{F_3}, \dots, \overrightarrow{F_n}\right)$$



1.1.5. Các định nghĩa khác và nguyên lý tĩnh học

c. Hợp lực của một hệ lực:

- Hợp lực của một hệ lực: Nếu có một lực duy nhất nào đó tương đương với một hệ lực thì lực đó gọi là hợp lực của hệ lực.

$$\vec{R} \equiv (\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$$

d. Hệ lực cân bằng

- Một hệ lực tác dụng lên một vật rắn mà không làm thay đổi trạng thái chuyển động (tính chất cơ học) của vật thì gọi là hệ lực cân bằng.



$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) \equiv 0$$

1.1.5. Các định nghĩa khác và nguyên lý tĩnh học

e. Lực trực đối.

- Hai lực gọi là trực đối nhau khi chúng có cùng đường tác dụng, ngược chiều và có trị số bằng nhau.

- Ký hiệu: $\vec{F} = -\vec{F}'$; $F = F'$



1.2. Các tiên đề tĩnh học

a. Tiên đề về hai lực cân bằng

b. Tiên đề thêm bớt hệ lực cân bằng

c. Tiên đề về hai lực đồng quy (Nguyên lý hình bình hành lực)

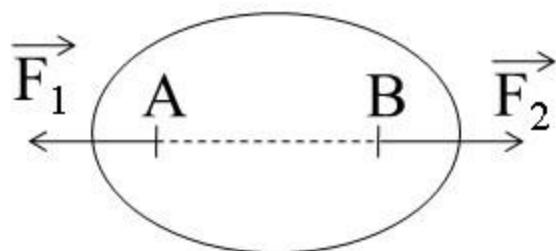
d. Tiên đề về lực tác dụng và phản lực tác dụng.



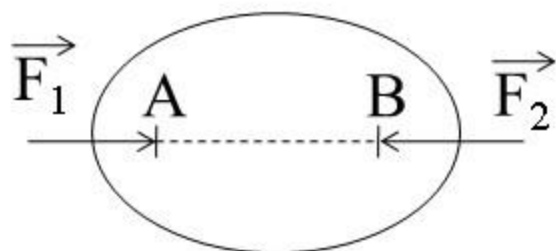
1.2. Các tiên đề tĩnh học:

a. Tiên đề về hai lực cân bằng:

- Điều kiện cần và đủ để vật rắn được cân bằng dưới tác dụng của hai lực là hai lực đó có cùng trị số, có cùng đường tác dụng là đường nối hai điểm đặt và ngược chiều nhau.



Vật cân bằng chịu kéo
($F_1 = F_2$)



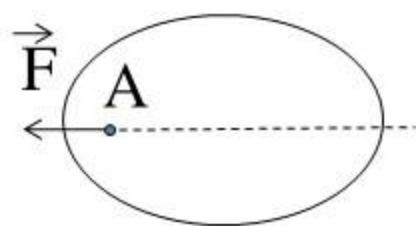
Vật cân bằng chịu nén
($F_1 = F_2$)



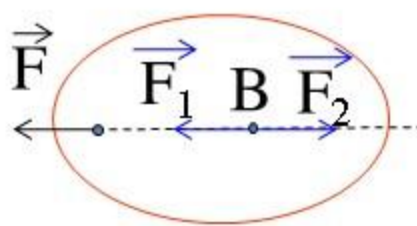
1.2. Các tiên đề tĩnh học:

b. Tiên đề thêm bớt hệ lực cân bằng:

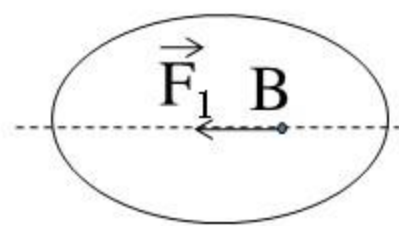
- Nguyên lý: Tác dụng của một hệ lực lên một vật rắn không đổi khi ta thêm vào hay bớt đi hai lực cân bằng nhau.
- Hệ quả: Tác dụng của một lực lên một vật rắn không thay đổi khi ta trượt lực trên đường tác dụng của nó



Lực $\vec{F}$ tác dụng vào vật tại A



Thêm vào vật 2 lực
 $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ cân bằng nhau
(ĐK: $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ cùng nằm
trên đường tác dụng $\vec{F}$,
 $\vec{F} \equiv (\vec{F}, \vec{F}_1, \vec{F}_2)$)



$\vec{F} = -\vec{F}_2$
 $\Rightarrow (\vec{F}, \vec{F}_1, \vec{F}_2) \equiv \vec{F}_1$
 $\Rightarrow$ lực $\vec{F}_1$ chính là $\vec{F}$
trượt từ điểm A đến
điểm B



$\Rightarrow$ Ta có thể xem vectơ lực như một vectơ trượt.

1.2. Các tiên đề tĩnh học:

c. Tiên đề về hai lực đồng quy (Nguyên lý hình bình hành lực)

- Hợp của hai lực cùng điểm đặt là một lực đặt tại điểm đó, có trị số, phương chiều biểu diễn bởi đường chéo của hình bình hành mà các cạnh là hai lực đã cho.

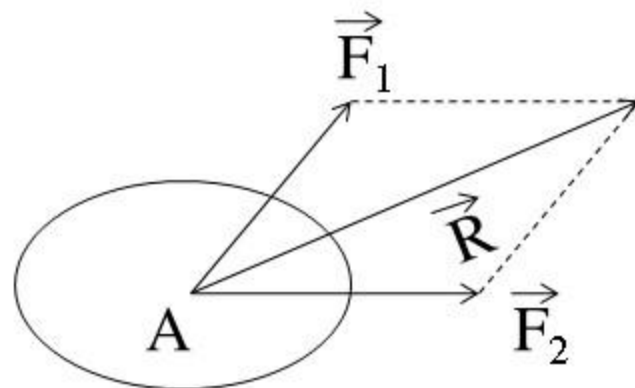
$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2) \equiv \vec{R}$$

Biểu diễn dưới dạng vectơ ta có:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

về trị số:

$$R \neq F_1 + F_2$$

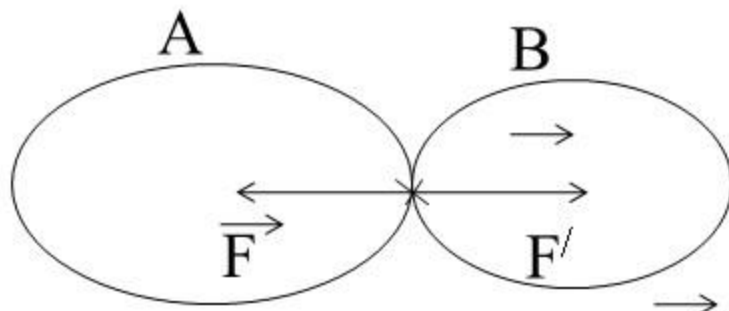


- Tiên đề 3 cho phép biến đổi tương đương về hợp hai lực đồng quy và phân tích một lực thành hai lực theo quy tắc hình bình hành lực.

1.2. Các tiên đề tĩnh học:

d. Tiên đề về lực tác dụng và phản lực tác dụng.

Ứng với mỗi lực tác dụng của vật thể này lên vật thể khác bao giờ cũng có phản lực tác dụng với cùng trị số, cùng đường tác dụng nhưng ngược chiều nhau.



- Nếu vật A tác dụng lên vật B một lực $\vec{F}'$ thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực $\vec{F}$. $\vec{F} = -\vec{F}'$.

- Chú ý: Lực tác dụng và lực phản tác dụng không phải là hai

↓ lực cân bằng vì chúng luôn đặt vào 2 vật khác nhau.

* Xác định hình chiếu khi biết lực:

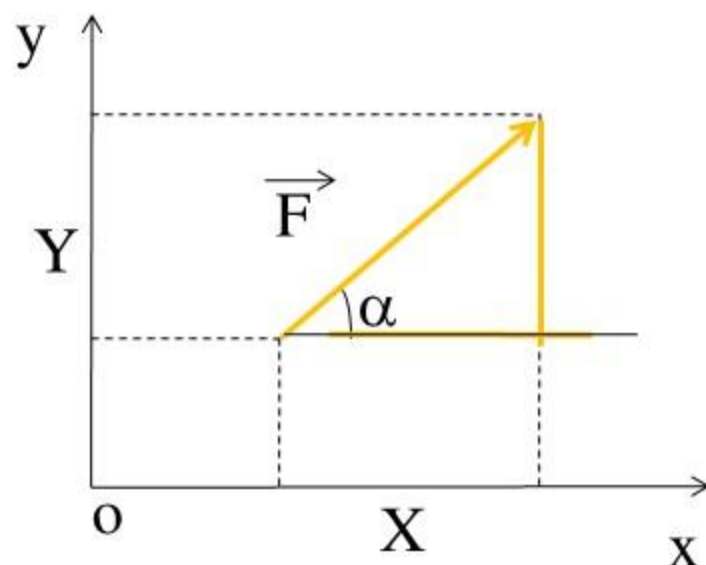
Giả sử lực $\vec{F}$ có đường tác dụng hợp với trục x một góc nhọn α như hình vẽ:

Gọi X và Y lần lượt là hình chiếu của lực $\vec{F}$ lên trục x và trục y ta có:

$$X = \pm F \cdot \cos \alpha$$

$$Y = \pm F \cdot \sin \alpha$$

α luôn luôn là góc nhọn hợp bởi phương của lực $\vec{F}$ và trục ox



Hình chiếu có dấu (+) khi đi từ điểm chiếu của gốc đến điểm chiếu của mút có chiều cùng chiều với chiều dương của trục và có dấu (-) trong trường hợp ngược lại.



* Xác định lực $\vec{F}$ khi biết hai hình chiếu:

+ Giả sử lực $\vec{F}$ hai hình chiếu lên hai trục ox và oy lần lượt là X và Y như hình vẽ:

- Trị số:

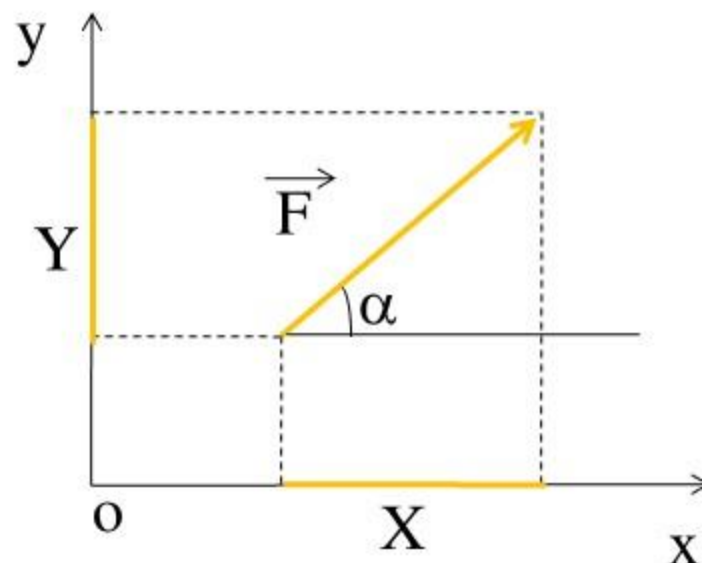
$$F = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

- Hướng:

+ Phương: Phương của lực F hợp với trục x một góc α

$$\cos \alpha = \frac{X}{F}$$
$$\sin \alpha = \frac{Y}{F}$$

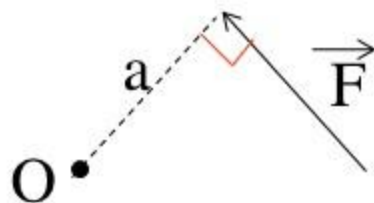
+ Chiều: Phụ thuộc vào dấu của X và Y



1.3.1. Mômen của một lực đối với một điểm

* Định nghĩa: Mômen của một lực đối với một điểm là tích giữa trị số của lực với cánh tay đòn của lực đối với điểm đó.

$$m_0(\vec{F}) = \pm F \cdot a$$



Trong đó: $\rightarrow$

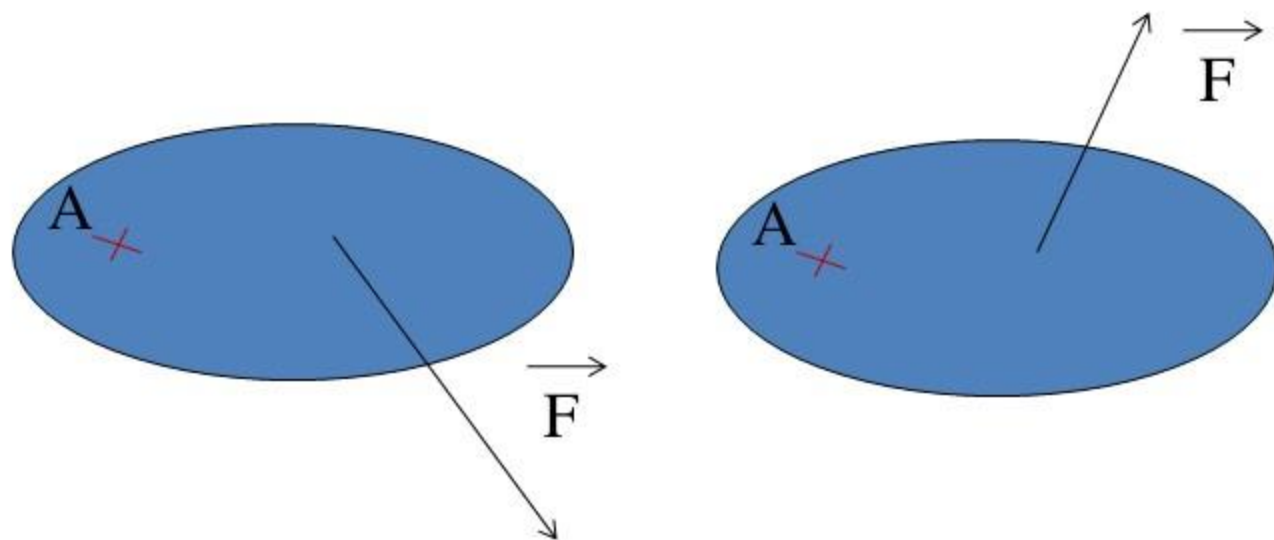
- $m_0(\vec{F})$: Ký hiệu momen của lực $\vec{F}$ đối với điểm O.
- F : Trị số của lực F
- a : Cánh tay đòn của lực (Được xác định bằng cách hạ vuông góc từ điểm cần tính momen đến phương của lực)
- O : Gọi là tâm momen



1.3.1. Mômen của một lực đối với một điểm

* Quy ước dấu:

- Mômen của lực đối với điểm có dấu (+) khi lực $\vec{F}$ làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.
- Mômen của lực đối với điểm có dấu (-) khi lực $\vec{F}$ làm vật quay cùng chiều kim đồng hồ.
- Đơn vị chính để đo trị số mômen là Niuton . mét, ký hiệu Nm.

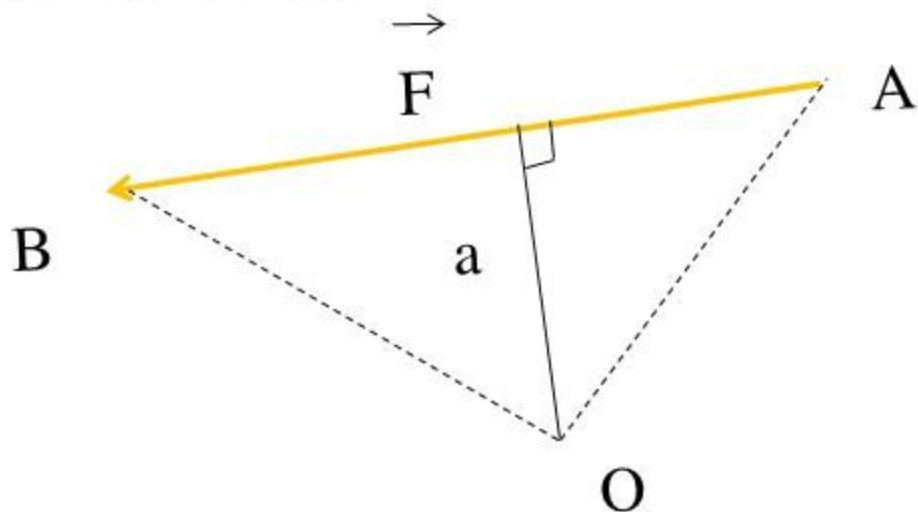


1.3.1. Mômen của một lực đối với một điểm

* Ý nghĩa và tính chất:

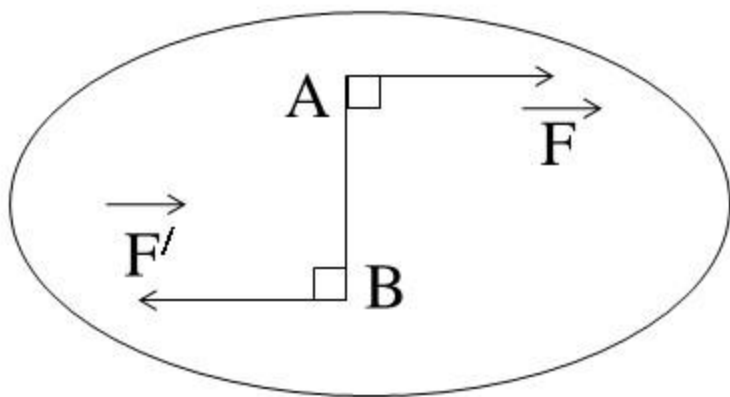
- + Mômen đại số $m_0(\vec{F})$ biểu thị tác dụng làm quay vật thể quanh tâm O.
- + Nếu lực $\vec{F}$ đi qua tâm O thì $m_0(\vec{F}) = 0$, khi đó lực $\vec{F}$ không có tác dụng làm quay vật quanh tâm O này.
- + Trị số mômen của lực $\vec{F}$ đối với tâm O bằng hai lần diện tích tam giác tạo thành do vectơ lực và tâm O.

$$|m_0(\vec{F})| = 2S_{\triangle OAB}$$



1.3.2. Ngẫu lực:

* Định nghĩa: Ngẫu lực là một hệ gồm hai lực song song, ngược chiều, có trị số bằng nhau nhưng không cùng đường tác dụng, ký hiệu: (F, F') .



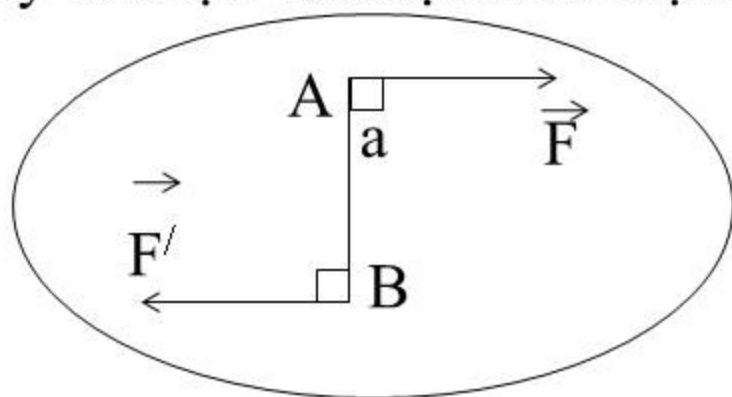
- Khoảng cách giữa hai đường tác dụng của hai lực hợp thành ngẫu lực gọi là cánh tay đòn của ngẫu lực.



1.3.2. Ngẫu lực:

* Các yếu tố của ngẫu lực:

- Mặt phẳng tác dụng: là mặt phẳng chứa các lực của ngẫu lực.
- Chiều quay của ngẫu lực: là chiều quay của vật do ngẫu lực gây nên. Chiều quay của ngẫu lực được xác định bằng cách đi từ lực này đến lực kia theo chiều quay của lực và được biểu thị như hình vẽ:



- Trị số mômen của ngẫu lực: là tích số giữa lực và cánh tay đòn, ký hiệu là: m

$$m = \pm F \cdot a \quad (\text{Nm})$$



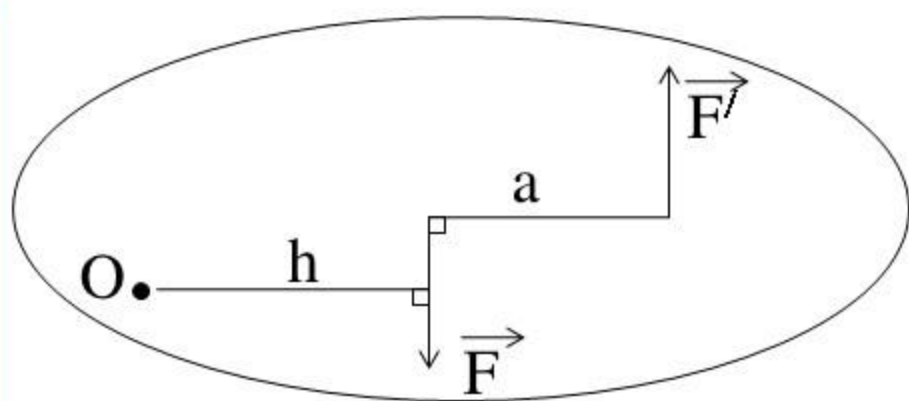
1.3.2. Ngẫu lực:

* Định lý 1: Về mômen của ngẫu lực.

Tổng đại số mômen của hai lực của ngẫu lực lấy đối với một điểm bất kỳ trong mặt phẳng tác dụng của ngẫu lực là một đại lượng không đổi và bằng mômen của ngẫu lực đó.

Chứng minh:

$$\begin{aligned} & m_0(\vec{F}) + m_0(\vec{F}') \\ &= -F \cdot h + F' (h + a) \\ &= F' \cdot a \\ &= m \end{aligned}$$



1.3.2. Ngẫu lực:

* Định lý 2: Về sự tương đương của các ngẫu lực.

- Hai ngẫu lực cùng nằm trong một mặt phẳng có trị số mômen bằng nhau và có cùng chiều quay thì tương đương.

* Tính chất 1:

- Tác dụng của một ngẫu lực không đổi khi ta di chuyển ngẫu lực đến một vị trí bất kỳ trong mặt phẳng tác dụng của nó.

* Tính chất 2:

- Một ngẫu lực có thể biến đổi tương đương thành một ngẫu lực có trị số lực và cánh tay đòn khác miễn là trị số mômen của ngẫu lực vẫn không đổi.



1.4.1 Định nghĩa

1.4.1.1. Vật tự do và vật chịu liên kết:

- Vật thể gọi là tự do khi nó không liên quan gì tới các vật khác và có thể thực hiện mọi chuyển động trong không gian.

Ví dụ: quả bóng bay lơ lửng trong không trung, hòn đá được buông ra hay ném đi.

- Những vật mà chuyển động của nó theo một vài phương bị cản trở gọi là vật không tự do hay vật chịu liên kết.

Ví dụ: Vật rắn đặt trên mặt bàn hay bị buộc dây.



1.4.1 Định nghĩa

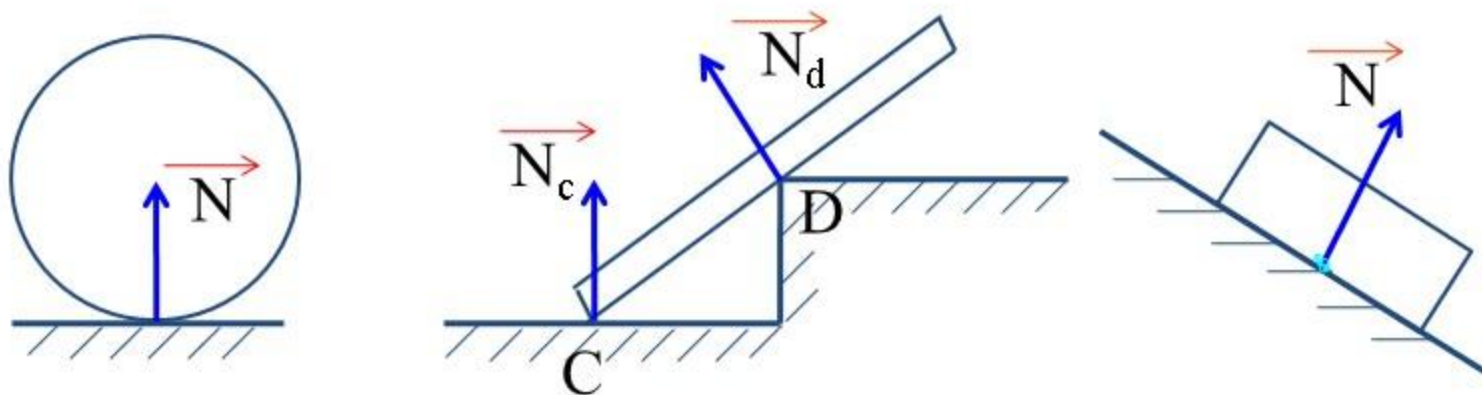
1.4.1.2. Liên kết và phản lực liên kết:

- Những điều kiện cản trở chuyển động tự do của vật gọi là liên kết.
 - Khi ta xét sự cân bằng của một vật nào đó, thì vật ấy được gọi là vật khảo sát còn vật gây ra sự cản trở chuyển động của vật khảo sát gọi là vật gây liên kết.
 - Do tác dụng tương hỗ, tại các mối liên kết, vật gây liên kết đã tác dụng lên vật khảo sát một lực làm cản trở chuyển động của vật, ta gọi là ***phản lực liên kết***.
- *Nhận xét: Theo phương nào liên kết bị cản trở chuyển động của vật khảo sát thì phương đó sẽ phát sinh phản lực.
- 

1.4.2. Các liên kết

a. Liên kết tựa:

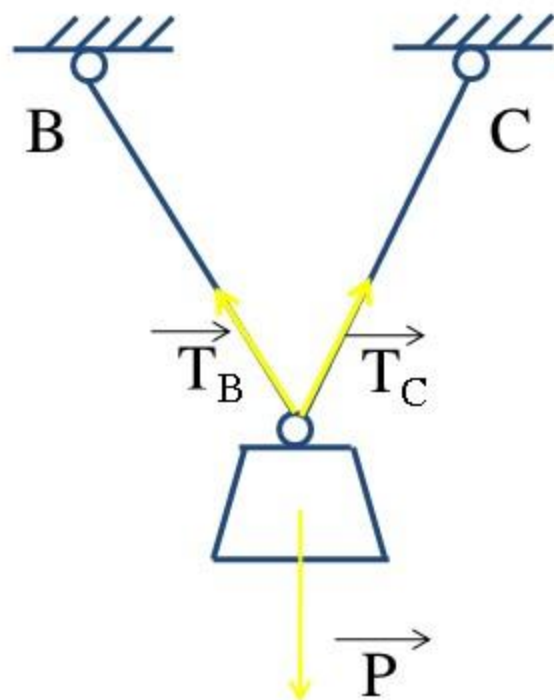
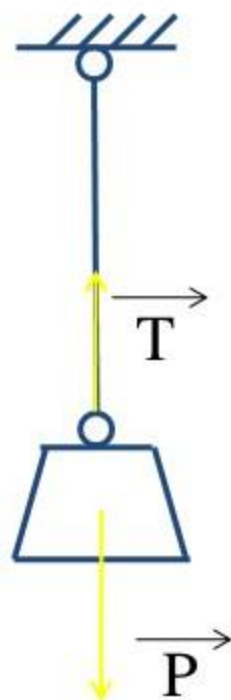
Là liên kết mà các vật chỉ tựa vào nhau. Phản lực liên kết hướng theo pháp tuyến mặt tiếp xúc, có chiều từ vật gây liên kết đến vật khảo sát.



1.4.2. Các liên kết

b. Liên kết dây mềm không dẫn

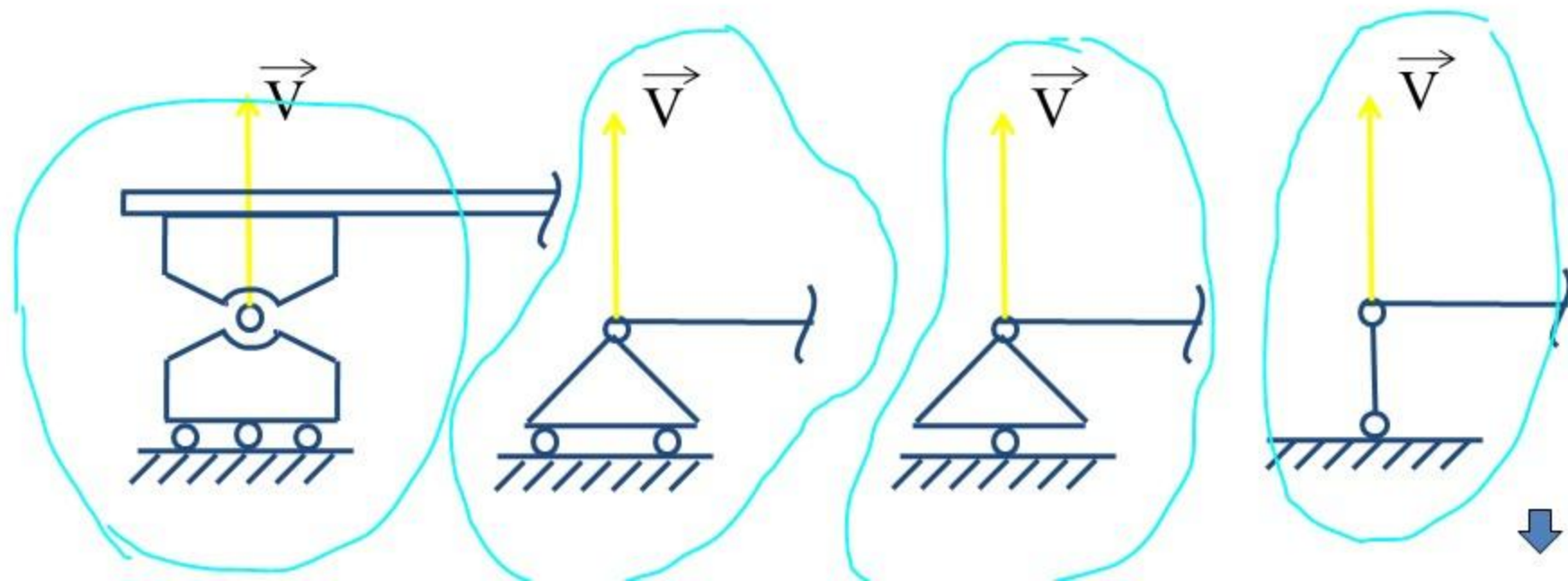
- Là liên kết cản trở chuyển động của vật khảo sát theo chiều kéo căng của dây. Phản lực liên kết hướng theo phương của dây, đặt tại chỗ buộc dây vào vật khảo sát và có chiều đi từ vật khảo sát ra, thường ký hiệu là $\vec{T}$



1.4.2. Các liên kết

c1. Liên kết bản lề di động - Gối tựa di động:

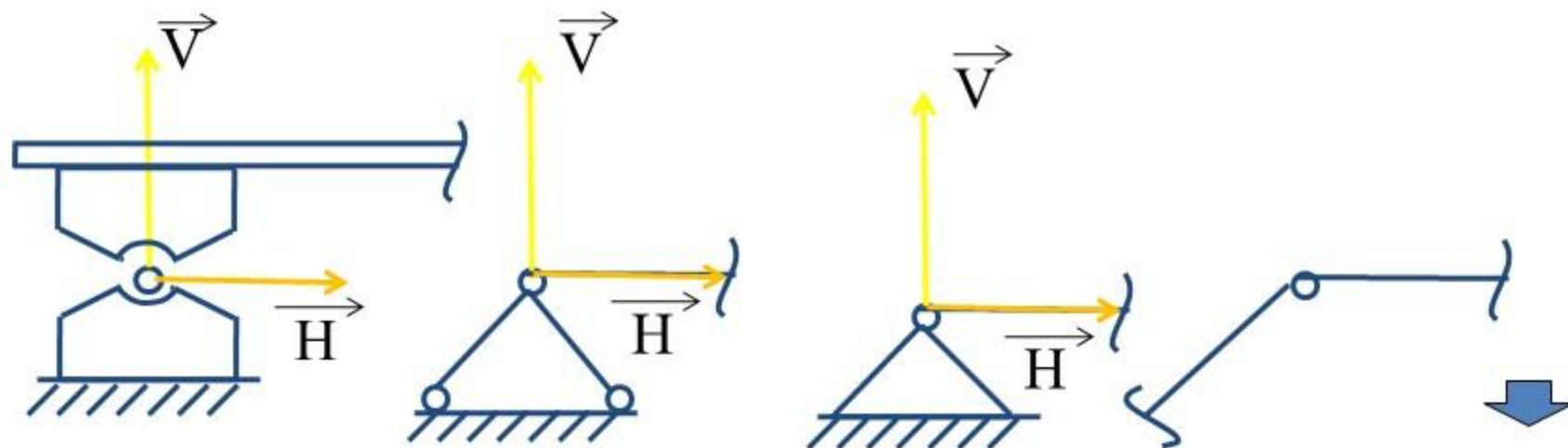
- Là liên kết cho phép vật khảo sát vừa có thể quay quanh trục bản lề vừa có thể di chuyển theo phương ngang. Liên kết này chỉ cản trở chuyển động của vật khảo sát theo phương pháp tuyến với mặt tựa. Phản lực là một lực hướng theo phương pháp tuyến với mặt tựa và đi qua tâm của bản lề ký hiệu là $\vec{V}$



1.4.2. Các liên kết

c2. Liên kết bản lề cố định- Gối tựa cố định

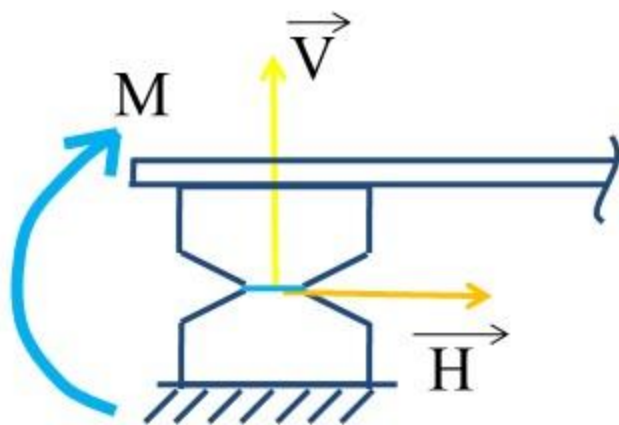
- Là liên kết chỉ cho phép vật khảo sát quay quanh trục bản lề nhưng không thể di chuyển theo phương bất kỳ. Phản lực là một lực hướng theo phương bất kỳ và đi qua tâm của bản lề nhưng chưa biết trị số, ký hiệu là $\vec{R}$. Có thể phân $\vec{R}$ thành hai thành phần theo hai phương vuông góc nhau là $\vec{H}$ và $\vec{V}$, Lúc đó phản lực liên kết cũng có hai yếu tố chưa biết là $\vec{H}$ và $\vec{V}$.



1.4.2. Các liên kết

d. Liên kết ngàm

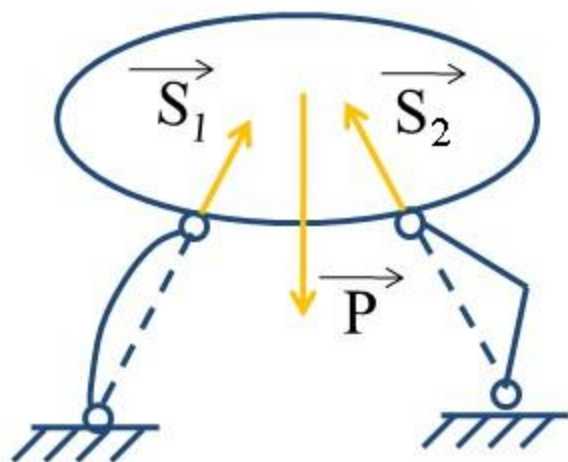
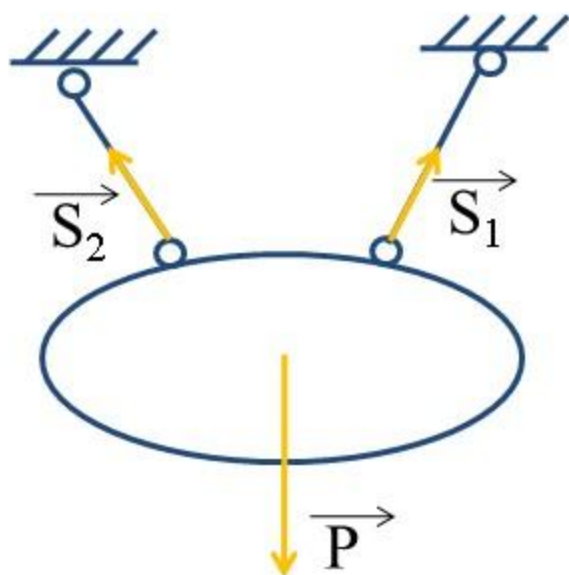
- Thanh bị ngàm không thể tịnh tiến theo bất kỳ phương nào cũng như không thể quay được. Phản lực của liên kết ngàm là một lực đặt tại ngàm có phương bất kỳ và một ngẫu lực có mômen m chưa biết.



1.4.2. Các liên kết

e. Liên kết thanh

- Thanh là vật rắn có hình dáng bất kỳ, không có lực nào tác dụng lên kể cả trọng lực, nó liên kết giữa vật khảo sát và phần cố định tại hai điểm. Phản lực liên kết là lực đặt lên vật khảo sát ở chỗ liên kết thanh với vật khảo sát, có phương đi theo đường nối hai điểm liên kết ở hai đầu thanh, còn gọi là ứng lực của thanh.



1.4.2. Các liên kết

* Tính chất của phản lực liên kết:

- Phản lực liên kết bao giờ cũng đặt vào vật khảo sát ở chỗ tiếp xúc giữa nó với vật gây liên kết.
- Phản lực liên kết cùng phương, ngược chiều với chuyển động bị cản trở của vật khảo sát.
- Trị số của phản lực liên kết phụ thuộc vào các vật khác tác dụng lên vật khảo sát.

* Vậy: Phản lực liên kết không tự gây ra chuyển động mà chỉ có tác dụng làm cản trở chuyển động của vật khảo sát.

