



# CHƯƠNG 1.1. ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

*Nguyễn Xuân Thấu -BMVL*

1

HÀ NỘI

2017



# NỘI DUNG

- Một số khái niệm cơ bản
- Vận tốc
- Gia tốc
- Các dạng chuyển động cơ đặc biệt



## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.1. Cơ học – động học

**Cơ học:** nghiên cứu dạng chuyển động đơn giản nhất của các vật – đó là **chuyển động cơ**.

**Cơ học** được chia thành 3 phần: **động học, động lực học, tĩnh học**.

**Động học** nghiên cứu các đặc trưng của chuyển động cơ (phương trình chuyển động, phương trình quỹ đạo, đường đi, vận tốc, gia tốc), nhưng không xét đến nguyên nhân gây ra sự thay đổi trạng thái chuyển động.



## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.2. Chuyển động cơ, hệ quy chiếu, chất điểm.

**Chuyển động cơ** là sự chuyển dời vị trí của các vật đối với nhau trong không gian theo thời gian.

- Để xác định vị trí của vật trong không gian, phải chọn “vật mốc” và gắn với nó một hệ tọa độ nào đó.
- Để xác định vị trí của vật theo thời gian, phải có đồng hồ gắn với “vật mốc” để đo thời gian.

#### **Hệ quy chiếu:**

Là hệ thống gồm một vật mốc, hệ tọa độ gắn với vật mốc đó và đồng hồ đo thời gian, dùng để xác định vị trí của các vật khác.



## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.2. Chuyển động cơ, hệ quy chiếu, chất điểm.

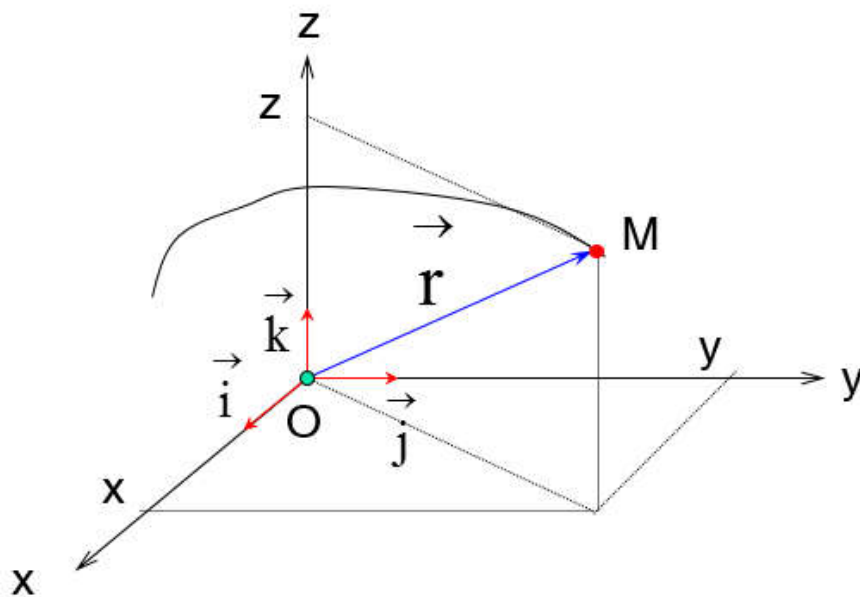
Trạng thái chuyển động hoặc đứng yên của vật có **tính chất tương đối**, tùy thuộc hệ quy chiếu đã chọn.

Để đơn giản khi nghiên cứu chuyển động của vật, người ta đưa vào khái niệm **chất điểm** – là những vật có kích thước không đáng kể trong điều kiện bài toán.



## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.3. Phương trình chuyển động



Hệ tọa độ Descartes

Vị trí M của 1 chất điểm ở thời điểm t thường được xác định bởi véc tơ bán kính:

$$\vec{r} = \vec{OM} = x \vec{i} + y \vec{j} + z \vec{k}$$

Hoặc bởi 3 tọa độ của nó (trong hệ tọa độ Descartes chẳng hạn):

$$M(x, y, z)$$



## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.3. Phương trình chuyển động

Khi chất điểm chuyển động, véc tơ bán kính  $\vec{r}$  và các tọa độ  $x, y, z$  của nó thay đổi liên tục:

$$\vec{r} = \vec{r}(t) \quad \text{hoặc} \quad \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ z = h(t) \end{cases}$$

→ Các hàm này gọi là **các phương trình chuyển động** của chất điểm. Cho biết quy luật thay đổi vị trí của chất điểm trong không gian theo thời gian.



## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.4. Phương trình quỹ đạo – đường đi

**Quỹ đạo** của chất điểm là một đường liên tục, biểu diễn mọi vị trí của chất điểm chuyển động trong không gian. Chuyển động của chất điểm gọi là thẳng, tròn hoặc cong tùy thuộc dạng quỹ đạo của nó là thẳng, tròn hoặc cong.

**Phương trình quỹ đạo** là phương trình mô tả dạng quỹ đạo của chất điểm, nó xác định quan hệ giữa các tọa độ không gian  $x$ ,  $y$ ,  $z$  của chất điểm:

$$f(x,y,z) = \text{const}$$

Có thể tìm dạng tường minh của phương trình quỹ đạo bằng cách khử thời gian  $t$  trong các phương trình chuyển động.





## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.4. Phương trình quỹ đạo – đường đi

Ví dụ: Xác định quỹ đạo biết PTCĐ có dạng:

$$\begin{cases} x = 5t - 3 \\ y = 15t + 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3x = 15t - 9 \\ y = 15t + 4 \end{cases} \Rightarrow y - 3x = 13$$

9

Vậy, quỹ đạo là đường thẳng (d):  $y = 3x + 13$

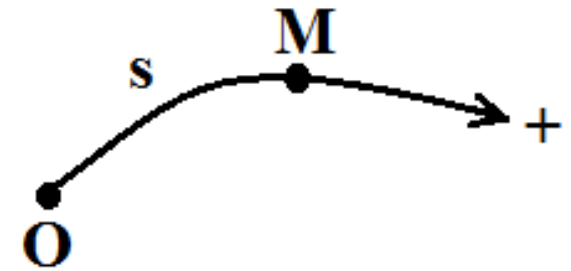


## 1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### 1.4. Phương trình quỹ đạo – đường đi

#### Hoành độ cong

Giả sử chất điểm chuyển động cong. Chọn điểm O cố định làm gốc tọa độ, chiều dương hướng theo chiều chuyển động, vị trí của điểm M được xác định bởi giá trị đại số của cung  $\widehat{OM} = s$ . Đại lượng  $s$  được gọi là **hoành độ cong** của chất điểm.



$s = s(t)$ , nếu tại thời điểm ban đầu chất điểm trùng tại O thì  $s(t)$  chính là **quãng đường** đi được của chất điểm trong khoảng thời gian  $t$ .



## 2. VECTO VẬN TỐC

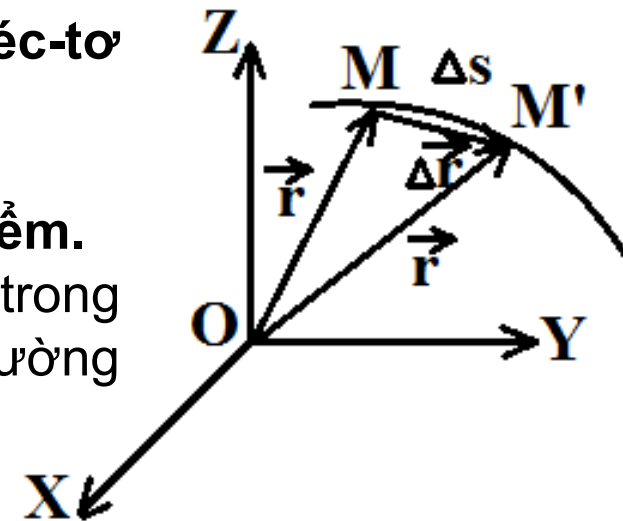
**Vecto vận tốc** là đại lượng vật lý đặc trưng cho **phương, chiều và độ nhanh chậm của chuyển động**, tức là đặc trưng cho trạng thái chuyển động của chất điểm.

### 2.1. Vận tốc trung bình và vận tốc tức thời

Véc-tơ  $\overrightarrow{MM'}$  gọi là **véc-tơ dịch chuyển, véc-tơ độ dời**

Độ dài cung  $\widehat{MM'}$  là **đường đi của chất điểm**.  
**Vận tốc trung bình (tốc độ trung bình)** trong khoảng thời gian  $\Delta t$  là đại lượng đo bằng đường đi trung bình trong 1 đơn vị thời gian:

$$v_{tb} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$





## 2. VECTO' VẬN TỐC

### 2.1. Vận tốc trung bình và vận tốc tức thời

Vận tốc trung bình chỉ đặc trưng cho độ nhanh chậm trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian  $\Delta t$ .

Giới hạn của tỷ số  $v_{tb} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  khi  $\Delta t \rightarrow 0$  gọi là **vận tốc tức thời của chất điểm tại vị trí M.**

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

Như vậy: vận tốc tức thời có trị số bằng đạo hàm của đường đi theo thời gian. Đơn vị là m/s.



## 2. VECTO' VẬN TỐC

### 2.2. Véc-tơ vận tốc

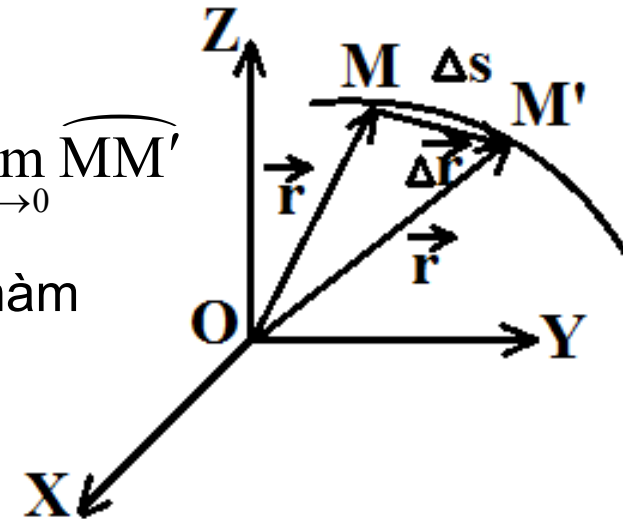
**Véc-tơ vi phân cung**  $\overrightarrow{ds}$  là véc-tơ nằm trên tiếp tuyến của quỹ đạo tại điểm M, hướng theo chiều chuyển động và có độ lớn bằng vi phân đường đi.

$$ds = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta s = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \widehat{MM'}$$

**Véc-tơ độ dời:**  $\overrightarrow{dr} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \overrightarrow{\Delta r} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \overrightarrow{MM'} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \widehat{MM'}$

**Véc-tơ vận tốc:** có giá trị đại số bằng đạo hàm của véc-tơ bán kính.

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{ds}}{dt} = \frac{\overrightarrow{dr}}{dt}$$





## 2. VECTO' VẬN TỐC

### 2.2. Véc-tơ vận tốc

Véc-tơ vận tốc  $\vec{v}$  đặc trưng cho cả phương, chiều và độ nhanh chậm của chuyển động tại mỗi điểm trên quỹ đạo.

Hình chiếu của véc-tơ  $\vec{v}$  lên ba trục vuông góc:

$$v_x = \frac{dx}{dt}; v_y = \frac{dy}{dt}; v_z = \frac{dz}{dt};$$

Độ lớn:

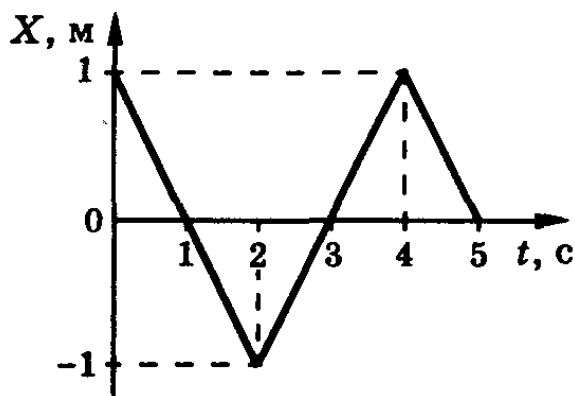
$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$



**Ví dụ 1:** Một ô tô chuyển động từ điểm A đến điểm B với vận tốc 60 km/h sau đó chuyển động ngược từ B về A với vận tốc 80 km/h. Tính vận tốc trung bình trong cả quá trình nói trên của ô tô?

**Ví dụ 2:** Hai xe ô tô cùng chuyển động từ A đến B. Xe thứ nhất trong nửa quãng đường đầu đi với vận tốc 120 km/h, nửa quãng đường sau với vận tốc 80 km/h, Xe thứ 2 đi nửa thời gian đầu với vận tốc 120 km/h, nửa thời gian sau với vận tốc 80 km/h. Hỏi xe nào tới B trước?

15



**Ví dụ 3.** Trên hình vẽ là tọa độ của một vật chuyển động dọc theo trục x. Tính độ dời và quãng đường của vật sau 3 giây. Tính vận tốc trung bình và tốc độ trung bình của vật sau 5 giây.



### 3. VECTO' GIA TỐC

Véc-tơ gia tốc là một đại lượng vật lý đặc trưng cho sự biến đổi về phương, chiều và độ lớn của véc-tơ vận tốc, tức là đặc trưng cho sự biến đổi trạng thái của vật.

#### 3.1. Véc-tơ gia tốc trung bình và véc-tơ gia tốc tức thời

**Véc-tơ gia tốc trung bình:**

$$\vec{a}_{tb} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0}$$

**Véc-tơ gia tốc tức thời:**

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = (\vec{v})'$$





### 3. VECTO' GIA TỐC

#### 3.1. Véc-tơ gia tốc trung bình và véc-tơ gia tốc tức thời

Véc-tơ gia tốc của chất điểm có trị số bằng đạo hàm theo thời gian của véc-tơ vận tốc. Đơn vị đo m/s<sup>2</sup>.

Ba thành phần véc-tơ gia tốc trên 3 trục:

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2}; a_y = \frac{d^2y}{dt^2}; a_z = \frac{d^2z}{dt^2}$$

Độ lớn: của véc-tơ:

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$



### 3. VECTO' GIA TỐC

#### 3.2. Gia tốc tiếp tuyến & gia tốc pháp tuyến

Xét chuyển động của 1 chất điểm trên quỹ đạo cong

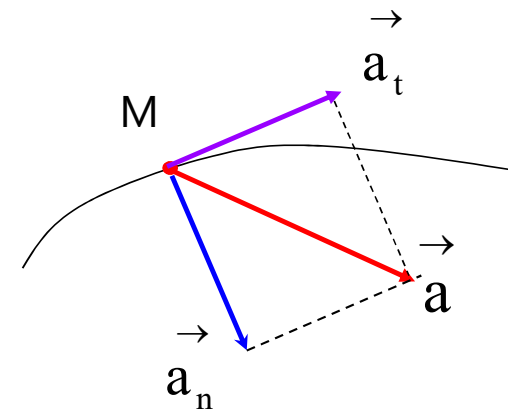
$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t \Rightarrow a^2 = a_t^2 + a_n^2$$

- GTTT đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của vector vận tốc.

$$a_t = \frac{dv}{dt} = v'$$

GTPT đặc trưng cho sự thay đổi về phương của vector vận tốc.

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$





### 3. VECTO' GIA TỐC

#### 3.2. Gia tốc tiếp tuyến & gia tốc pháp tuyến

Vecto' gia tốc (toàn phần) luôn hướng vào bề lõm của quỹ đạo.  
 **$R$  là bán kính chính khúc của quỹ đạo.**



## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.1. Chuyển động thẳng đều

Gia tốc :  $\vec{a} = \vec{0}$

Vận tốc :  $\vec{v} = \text{const}$

Phương trình chuyển động:  $x = x_0 + v(t - t_0)$  hoặc  $x = x_0 + vt$

Quãng đường :  $s = vt$



## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.2. Chuyển động thẳng biến đổi đều:

Gia tốc :  $\vec{a} = \text{const}$

Vận tốc:  $v = v_0 + at$

Phương trình chuyển động:  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

Quãng đường:  $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

Công thức độc lập thời gian :  $v^2 - v_0^2 = 2as$



## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.3. Rơi tự do:

Gia tốc:  $\vec{a} = \vec{g} = \text{const}; g = 10\text{m/s}^2$

Vận tốc:  $v = gt; v_0 = 0$

Quãng đường:  $s = \frac{1}{2}gt^2$

Thời gian rơi:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Vận tốc ngay khi chạm đất:

$$v = \sqrt{2gh}$$



## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

Chuyển động tròn là chuyển động có quỹ đạo tròn

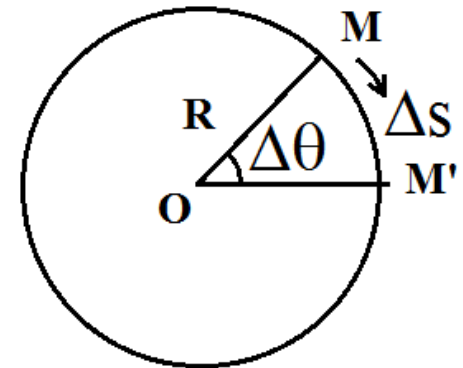
#### a. Vận tốc góc:

$$\Delta t = t' - t \rightarrow \Delta s = \widehat{MM'}$$

Ứng với góc quay:  $\widehat{MOM'} = \Delta\theta$

Đại lượng:  $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$  gọi là **vận tốc góc trung bình**

Ký hiệu:  $\omega_{tb} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$





## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

#### a. Vận tốc góc:

Vận tốc góc tức thời (khi  $\Delta t \rightarrow 0$ ): 
$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

Vận tốc góc có giá trị bằng đạo hàm của góc quay đối với thời gian. Đơn vị: rad/s

Trong chuyển động tròn đều:

**Chu kỳ:** là thời gian chất điểm đi được 1 vòng tròn: 
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

**Tần số:** là số chu kỳ trong 1 đơn vị thời gian: 
$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$





## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

#### a. Vận tốc góc:

Vectơ vận tốc góc tức thời:  $\vec{\omega}$

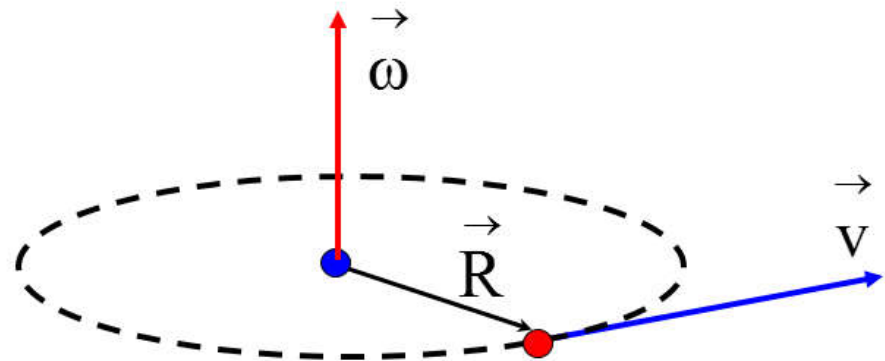
**Phương:** vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo;

**Chiều:** theo quy tắc cái đinh ốc;

**Độ lớn:**

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

**Điểm đặt:** tâm của quỹ đạo;





## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

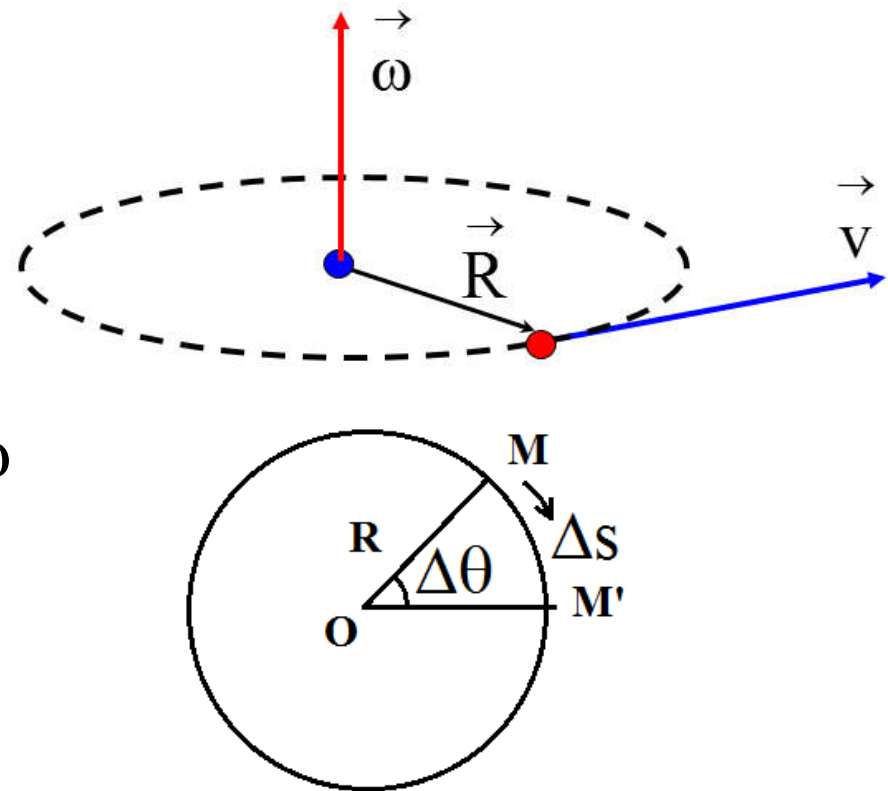
#### a. Vận tốc góc:

Mối quan hệ giữa vận tốc dài và vận tốc góc:

$$\Delta s = R\Delta\theta \rightarrow$$

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = R\omega$$

$$\vec{R} = \vec{OM} \rightarrow \vec{v} = \vec{\omega} \wedge \vec{R}$$





## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

#### a. Vận tốc góc:

Mối quan hệ giữa vận tốc góc và gia tốc pháp tuyến:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2 R$$

Tính góc quay:  $\theta = \int_{t_1}^{t_2} \omega dt = \omega_{tb} \Delta t$

Trường hợp  $\omega = \text{const}$  ta có **chuyển động tròn đều**  $\theta = \omega \Delta t$



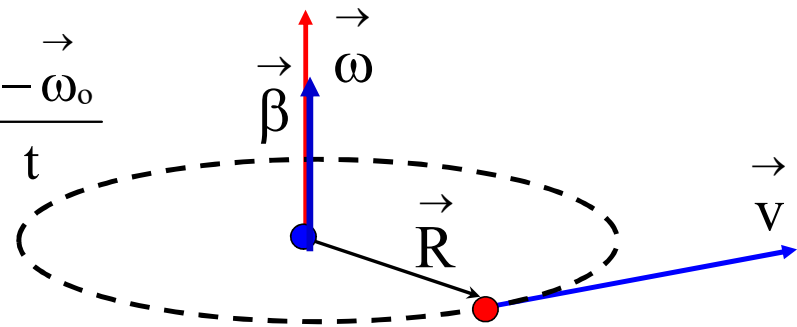
## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

#### b. Gia tốc góc:

Gia tốc góc trung bình:  $\vec{\beta}_{tb} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{\vec{\omega} - \vec{\omega}_0}{t}$

Gia tốc góc tức thời:  $\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = (\vec{\omega})'$



**Phương:** song song với véc-tơ vận tốc góc

**Chiều:**  $\vec{\beta} \uparrow \uparrow \vec{\omega} \Leftrightarrow \text{ND}$  ;  $\vec{\beta} \uparrow \downarrow \vec{\omega} \Leftrightarrow \text{CD}$

**Độ lớn:** đạo hàm của vận tốc góc  $\beta = \omega'$ .

**Điểm đặt:** tâm của quỹ đạo;



## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

#### b. Gia tốc góc:

Quan hệ giữa gia tốc góc và gia tốc tiếp tuyến:

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d(R\omega)}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\beta$$

Dưới dạng vec-tơ

$$\vec{a}_t = \vec{\beta} \wedge \vec{R}$$



## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.4. Chuyển động tròn

Trong trường hợp  $\beta = \text{const}$ , ta có **chuyển động tròn biến đổi đều**:

$$\omega = \omega_0 + \beta t;$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \beta t^2;$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta$$



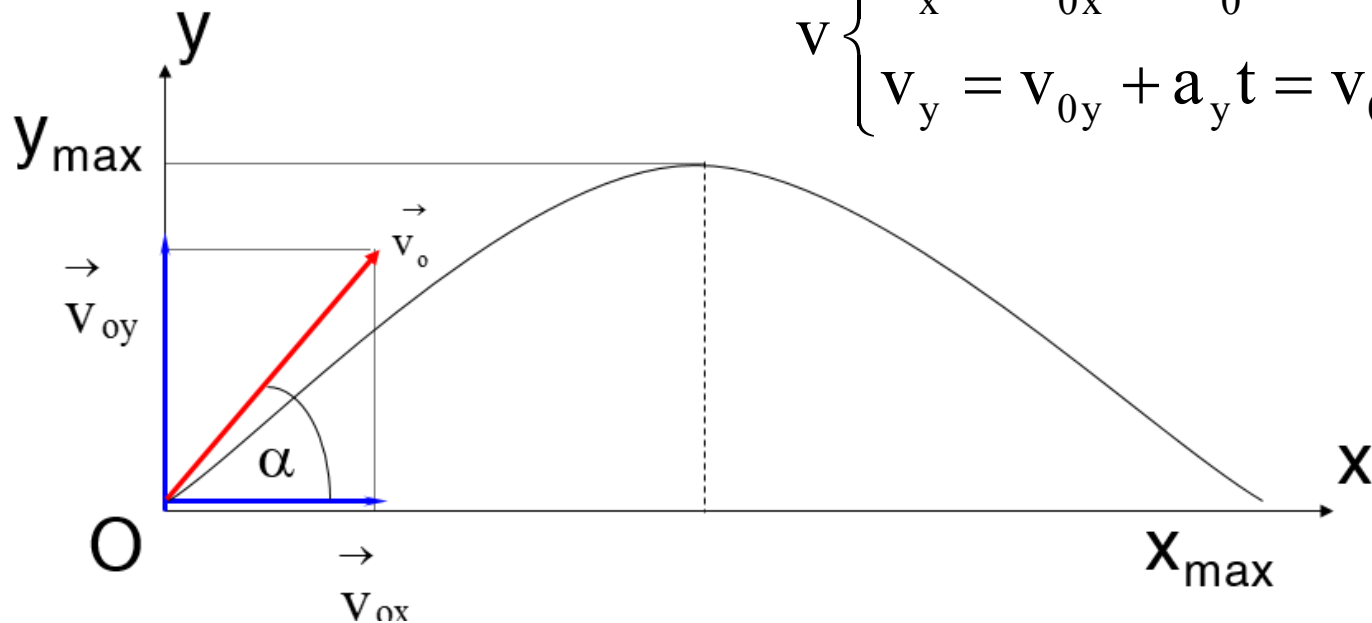
## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.5. Chuyển động ném xiên

**Gia tốc:**  $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$

**Vận tốc:**

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y = v_{0y} + a_y t = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$$





## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.5. Chuyển động ném xiên

Phương trình chuyển động:

$$\begin{cases} x = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

Phương trình quỹ đạo:

$$y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 \Rightarrow \text{Parabol}$$

Độ cao cực đại (khi  $v_y = 0$ ):

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Tầm xa (khi  $y = 0$ ): 
$$L = x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$





## 4. CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

### 4.5. Chuyển động ném xiên

Nhận xét:

- Tầm xa lớn nhất khi góc ném  $\alpha = 45^\circ$ .
- Có 2 góc ném:  $\alpha$  và  $(90^\circ - \alpha)$  cho cùng một tầm xa.
- Khi  $\alpha = 0$ , ta có chuyển động ném ngang.
- Khi  $\alpha = 90^\circ$ , ta có chuyển động ném đứng.



## **CÁC BÀI TẬP CẦN LÀM (SÁCH BÀI TẬP VLĐC - LƯƠNG DUYÊN BÌNH, TẬP 1**

**1.4, 1.5, 1.6, 1.8, 1.11, 1.13, 1.14, 1.15, 1.20, 1.21, 1.22,  
1.25, 1.26**



# HẾT