

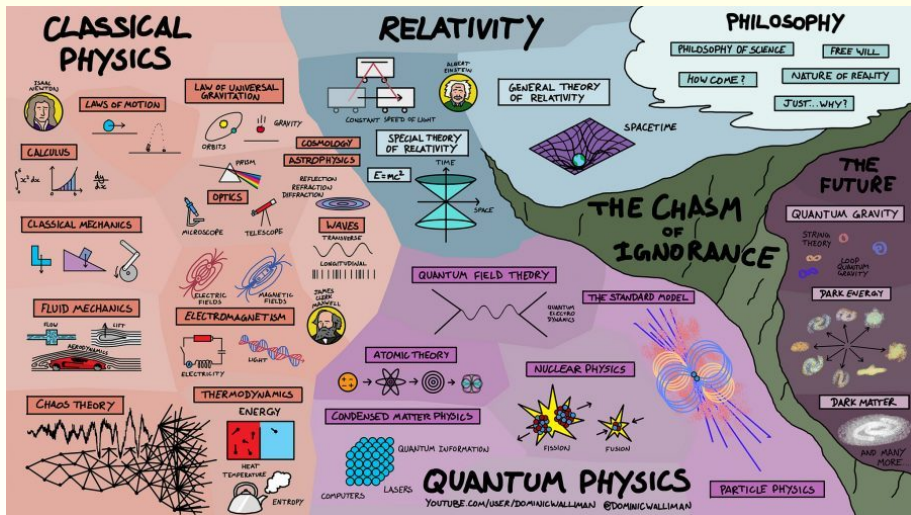


# CHƯƠNG I.1: ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

Bài giảng môn Vật lý 1 và thí nghiệm

Giảng viên: Tô Thị Thảo

Ngày 22 tháng 2 năm 2023



# Đánh giá kết quả:

- Tham gia học tập trên lớp (đi học đầy đủ, tích cực thảo luận): 10 %
  - Nghỉ học: -1 điểm
  - Đến muộn: -1/2 điểm
  - Xin phép: -1/2 điểm
- Thí nghiệm thực hành: 20 %
- Kiểm tra giữa kỳ: 10 % (bài tập)
- Kiểm tra cuối kỳ: 60 %
  - 1 câu lý thuyết: 2 điểm
  - 1 câu bài tập khó: 2 điểm
  - 4 câu bt tb: 1.5 điểm

## Học liệu bắt buộc

- ① Lê Minh Thanh, Hoàng Lan Hương, Vũ Hồng Nga : *Bài giảng Vật lý 1 và thí nghiệm*, 2010, Thư viện HVCNBCVT.
- ② *Các bài thí nghiệm Vật lý của HVCNBCVT*, 2011, Thư viện HV.

## Học liệu tham khảo

- ① Lương duyên Bình, *Vật lý đại cương và Bài tập Vật lý đại cương tập I, II*. NXB Giáo dục, 1995, Thư viện HVCNBCVT.
- ② Nguyễn Xuân Chi, Đặng Quang Khang. *Vật lý đại cương tập I, II*. NXB ĐHBK HN, 2001.
- ③ Halliday, Resnick, Walker, *Cơ sở Vật lý tập I,II,III,IV,V*, NXB Giáo dục, 1998, Thư viện.
- ④ R. A. Serway and J. W. Jewett, Jr., *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics 9th Edition*, Publisher: Cengage Learning
- ⑤ Paul M. Fishbane, S. G. Gasiorowicz and S. T. Thornton, *Physics for Scientist Engineers with Modern Physics*, Pearson-Prentice Hall 2005.

# Đối tượng và phương pháp nghiên cứu Vật lý học

## **Đối tượng nghiên cứu:** Thế giới vật chất

- Các dạng vận động tổng quát nhất
- Những tính chất, bản chất, cấu tạo vật chất, các trường
- KL tổng quát về cấu tạo và bản chất của các đối tượng vật chất.
- Những đặc trưng tổng quát về vận động và cấu tạo của vật chất.

### **Như vậy:**

Do mục đích là nghiên cứu các tính chất tổng quát nhất của thế giới vật chất, Vật lý học đứng về một khía cạnh nào đó có thể coi là cơ sở của nhiều môn khoa học tự nhiên khác.

# Đối tượng và phương pháp nghiên cứu Vật lý học

**Những thành tựu** của ngành Vật lý giúp cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật phát triển trong các lĩnh vực sau:

- Khai thác và sử dụng những nguồn năng lượng mới đặc biệt là năng lượng hạt nhân, năng lượng thủy triều, gió, mặt trời...
- Chế tạo và nghiên cứu tính chất các vật liệu mới (siêu dẫn nhiệt độ cao, vật liệu vô định hình, các vật liệu có kích thước nanô ...).
- Tìm ra những quá trình công nghệ mới (công nghệ mạch tổ hợp ...).
- Cuộc cách mạng về tin học và sự xâm nhập của tin học vào các ngành khoa học kỹ thuật.

# Mục đích việc học môn Vật lý trong các trường đại học:

- Cho sinh viên những kiến thức cơ bản về Vật lý ở trình độ đại học.
- Cho sinh viên những cơ sở để học và nghiên cứu các ngành kỹ thuật.
- Góp phần rèn luyện phương pháp suy luận khoa học, tư duy logic, phương pháp nghiên cứu thực nghiệm, tác phong đối với người cử nhân tương lai.
- Góp phần xây dựng thế giới quan khoa học duy vật biện chứng.

Vật lý đại cương gồm có các phần:

- ① Cơ học cổ điển: Khảo sát chuyển động của vật vĩ mô ( $v \ll c$ )
- ② Thuyết tương đối ( $v \approx c$ )
- ③ Nhiệt học: Nhiệt, công... và xác suất của các đặc tính của hệ nhiều hạt.
- ④ Điện từ: Điện trường, từ trường và trường điện từ.
- ⑤ Quang học và sóng: Khảo sát đặc tính của ánh sáng và tương tác của ánh sáng với môi trường.
- ⑥ Cơ học lượng tử: đặc tính của hệ vi mô.



# Nội dung chi tiết môn học

## ❶ Phần I: CƠ HỌC

- Chương 1. Động lực học chất điểm
- Chương 2. Động lực học hệ chất điểm – vật rắn
- Chương 3. Năng lượng
- Chương 4. Trường hấp dẫn

## ❷ Phần II: NHIỆT HỌC

- *Chương 5. Nguyên lý I của nhiệt động học (tự học)*
- *Chương 6. Nguyên lý II của nhiệt động học (tự học)*

## ❸ Phần III: ĐIỆN - TỪ

- Chương 7. Trường tĩnh điện
- Chương 8. Vật dẫn
- Chương 9. Điện môi
- Chương 10. Từ trường của dòng điện không đổi
- Chương 11. Hiện tượng cảm ứng điện từ
- *Chương 12. Vật liệu từ (tự học)*
- Chương 13. Trường điện từ

## ❹ Phần IV: CÁC BÀI THÍ NGHIỆM VẬT LÝ 1

- Bài 1. Khảo sát điện trường biến thiên theo thời gian
- Bài 2. Khảo sát từ trường trong ống dây thẳng.
- Bài 3. Khảo sát chuyển động của electron trong điện-từ trường.
- Bài 4. Khảo sát mạch dao động điện từ.

# Các đại lượng Vật lý (đơn vị và thứ nguyên)

## Đơn vị Vật lý:

- Đo một đại lượng Vật lý:
  - chọn một đại lượng cùng loại làm chuẩn gọi là đơn vị
  - so sánh đại lượng phải đo với đơn vị đó
  - giá trị đo bằng tỷ số đại lượng phải đo/đại lượng đơn vị.
- Một số đại lượng vật lý được chọn làm các đại lượng cơ bản có đơn vị đo gọi là các đơn vị cơ bản, được quy định trong Bảng đơn vị đo lường hợp pháp của nước Việt nam dựa trên cơ sở của hệ đơn vị quốc tế SI (Système International d'Unités) gồm:

Đơn vị cơ bản	Ký hiệu	Đơn vị
Độ dài	L	<i>m</i>
Khối lượng	M	<i>kg</i>
Thời gian	t	<i>s</i>
Cường độ dòng điện	I	<i>A</i>
Độ sáng	Z	<i>candela Cd</i>
Nhiệt độ tuyệt đối	T	<i>K</i>
Lượng chất	mol	<i>mol</i>

**Đơn vị phụ:** Góc phẳng  $\alpha$  *rad*; góc khối *steradian (sr)*.



# Phần I: CƠ HỌC

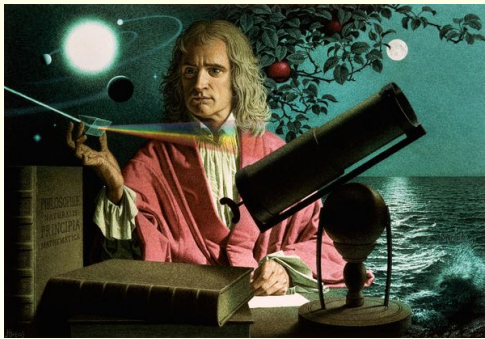
- ① **Động học** nghiên cứu những đặc trưng của chuyển động và những dạng chuyển động khác nhau.
- ② **Động lực học** nghiên cứu mối liên hệ của chuyển động với sự tương tác giữa các vật.  
**Tĩnh học** là một phần của **Động lực học** nghiên cứu trạng thái cân bằng của các vật.

**NỘI DUNG:** cơ học cổ điển của Newton

- Các định luật cơ bản của động lực học.
- Các định luật Newton.
- Nguyên lý tương đối Galile.
- Định luật bảo toàn của cơ học: định luật bảo toàn động lượng, định luật bảo toàn mô men động lượng và định luật bảo toàn năng lượng.
- Hai dạng chuyển động cơ bản của vật rắn: chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay.

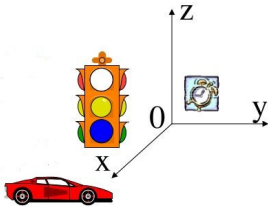
## 1 Động học chất điểm

- 1.1. Những khái niệm mở đầu
  - 1. Chuyển động
  - 2. Chất điểm, hệ chất điểm, vật rắn
  - 3. Phương trình chuyển động của chất điểm
  - 4. Quỹ đạo
  - 5. Hoành độ cong
- 1.2. Vận tốc
  - 1. Vận tốc trung bình và vận tốc tức thời
  - 2. Vectơ vận tốc
- 1.3. Gia tốc
  - 1. Định nghĩa và biểu thức vectơ gia tốc
  - 2. Gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến
- 1.4. Một số dạng chuyển động cơ học đơn giản
  - 1. Chuyển động thẳng biến đổi đều
  - 2. Chuyển động tròn
  - 3. Chuyển động với gia tốc không đổi



**Isaac Newton:**  
**1643-1727**

## 1. Chuyển động

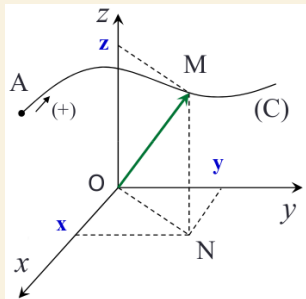


- Thay đổi vị trí so với vật khác.
- Vật coi là đứng yên làm mốc gọi là hệ quy chiếu.
- Do đó, chuyển động của một vật có tính chất tương đối !!!

## 2. Chất điểm, hệ chất điểm, vật rắn

- **Chất điểm:** Vật nhỏ hơn khoảng cách nghiên cứu  $\rightarrow$  khối lượng vật tập trung ở khối tâm.
- **Hệ chất điểm:** Tập hợp nhiều chất = Hệ chất điểm

### 3. Phương trình chuyển động của chất điểm



- Vị trí của vật M trong hệ tọa độ Decartes có tọa độ

$$\vec{r} = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

- Theo thời gian, tọa độ  $x, y, z$  của M:

$$M \begin{cases} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{cases} \quad (1)$$

$$\Rightarrow \vec{r} = \vec{r}(t) \quad (2)$$

- (1) và (2): phương trình chuyển động của chất điểm.



## 4. Quỹ đạo

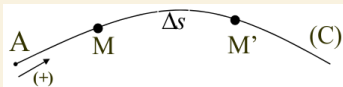
- Đường tạo bởi tập hợp các vị trí của các điểm trong không gian.
- Phương trình quỹ đạo: mô tả dạng quỹ đạo của chất điểm  $\Rightarrow$  khử tham số thời gian  $t$  trong các phương trình (1) và (2).

**Ví dụ:**

$$\begin{cases} x = a \cos(\omega t) \\ y = a \sin(\omega t) \end{cases} \Rightarrow x^2 + y^2 = a^2$$

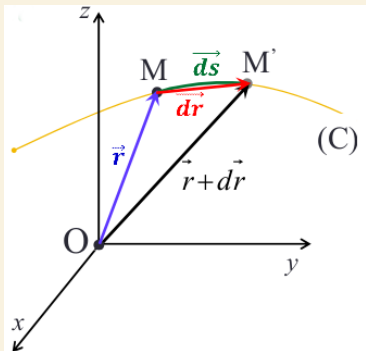
**Quỹ đạo là đường tròn.**

## 5. Hoàn độ cong



- Vị trí chất điểm xác định bởi cung  $\widehat{MM'} = s$
- Quãng đường  $s$  là hàm của thời gian  $s = s(t)$

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



- Tại thời điểm  $t$  và thời điểm  $t' = t + \Delta t$ . Quãng đường đi được là:  
 $MM' = s' - s = \Delta s$
- Vận tốc trung bình:  
 $v_{tb} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
- Vận tốc tức thời:

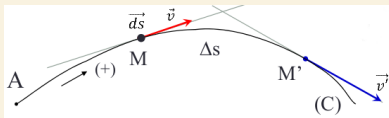
$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad (3)$$

- $\Rightarrow$  Vận tốc của chất điểm chuyển động bằng đạo hàm quãng đường đi được của chất điểm theo thời gian.

## 2. Vectơ vận tốc

Vận tốc là đại lượng đặc trưng cho phương chiều và độ nhanh chậm của chuyển động  $\Rightarrow$  đặc trưng cho trạng thái chuyển động của chất điểm.

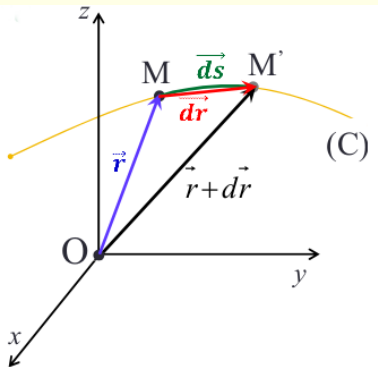
### 2. Vectơ vận tốc



- Vectơ vận tốc tại vị trí M là vectơ có phương nằm trên tiếp tuyến với quỹ đạo tại M, có chiều theo chiều chuyển động và có độ lớn xác định bởi công thức (3).

- Định nghĩa: Vectơ vi phân cung  $ds$  là vectơ nằm trên tiếp tuyến với quỹ đạo tại M.
- Công thức (3) được viết lại

$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} \quad (4)$$



- Tại thời điểm  $t$ , vị trí chuyển động xác định bằng bán kính vectơ  $\overrightarrow{OM} = \vec{r}$
- Tại  $t' = t + dt$ ,  $\overrightarrow{OM'} = \vec{r} + \Delta\vec{r}$
- Khi  $dt \rightarrow 0$ ,  $M' \rightarrow M$ ,  $\Delta r \rightarrow dr$   
 $\Rightarrow \widehat{MM'} = \overline{MM'}$ ,  $d\vec{s} = d\vec{r}$
- $\Rightarrow$  biểu thức (4) trở thành:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (5)$$

- Vectơ vận tốc bằng đạo hàm bán kính vectơ vị trí chuyển động của chất điểm theo thời gian.
- Gọi:

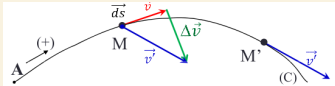
$$v_x = \frac{dx}{dt}, v_y = \frac{dy}{dt}, v_z = \frac{dz}{dt} \quad (6)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2} \quad (7)$$

**Bài 1:** Hai ô tô cùng chạy trên một đoạn đường từ A đến B. Chiếc ô tô thứ nhất chạy nửa đầu đoạn đường với vận tốc  $v_1$  và nửa sau của đoạn đường với vận tốc  $v_2$ . Chiếc ô tô thứ hai chạy nửa thời gian đầu với vận tốc  $v_1$  và nửa thời gian sau với vận tốc  $v_2$ .  
Tìm vận tốc trung bình của mỗi ô tô trên đoạn đường AB. Cho biết  $v_1 = 60\text{km/h}$  và  $v_2 = 40\text{km/h}$ .

Gia tốc là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của véctor vận tốc (phương chiều và độ lớn)  $\Rightarrow$  đặc trưng cho sự biến đổi trạng thái chuyển động của chất điểm.

## 1. Định nghĩa và biểu thức vectơ gia tốc



- Tại M:  $t, \vec{v}$ ; tại M':  $t' = t + \Delta t, \vec{v}'$   
 $\Delta \vec{v} = \vec{v}' - \vec{v} \Rightarrow$

$$\vec{a}_{tb} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (8)$$

- Khi  $\Delta t \rightarrow 0$ , gia tốc tức thời (gia tốc):

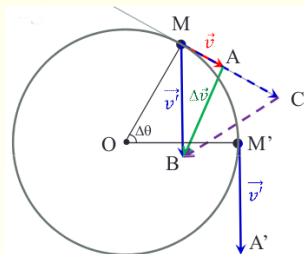
$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (9)$$

- Vectơ gia tốc của chất điểm chuyển động bằng đạo hàm vectơ vận tốc theo thời gian.**

- Khi đó,  $a_x = \frac{dv_x}{dt}, a_y = \frac{dv_y}{dt}, a_z = \frac{dv_z}{dt}$

- Độ lớn:  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = \sqrt{\left(\frac{dv_x}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dv_y}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dv_z}{dt}\right)^2}$

## Gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến



Xét chuyển động của chất điểm trên quỹ đạo tròn tâm O.  $M : t, \overrightarrow{MA} = \vec{v}$ ;  $M' : t', \overrightarrow{M'A'} = \vec{v}' = \vec{v} + \Delta\vec{v}$

$$\rightarrow \vec{a} = \lim_{t' \rightarrow t} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

• Do  $\overrightarrow{MB} = \overrightarrow{M'A'} \rightarrow \Delta\vec{v} = \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CB}$

$$\Rightarrow \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{AC}}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{CB}}{\Delta t} \quad (10)$$



$$\Rightarrow \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{AC}}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{CB}}{\Delta t} \quad (10)$$

## Gia tốc tiếp tuyến

- Có phương tiếp tuyến với quỹ đạo.
- Cho thấy sự thay đổi giá trị của vận tốc.

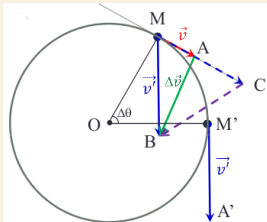
$$\vec{a}_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{AC}}{\Delta t} \quad (11)$$

- Có chiều trùng với chiều chuyển động khi vận tốc tăng và ngược chiều chuyển động khi vận tốc giảm.
- Độ lớn:

$$a_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\overrightarrow{AC}|}{\Delta t} \approx \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v' - v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \equiv \frac{dv}{dt} \quad (12)$$

# Gia tốc pháp tuyến

Theo (10):



$$\vec{a}_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{CB}}{\Delta t} \quad (13)$$

- Trong  $\Delta\text{MCB}$ :  $\widehat{\text{MCB}} = \frac{\pi - \widehat{\text{CMB}}}{2} = \frac{\pi - \Delta\theta}{2}$
- $\Delta t \rightarrow 0, M' \rightarrow M, \Delta\theta \rightarrow 0, \widehat{\text{MCB}} \rightarrow \pi/2$   
 $\Rightarrow \overrightarrow{\text{CB}} \perp \overrightarrow{\text{AC}} \Rightarrow \vec{a_n} \perp \overrightarrow{\text{AC}}$

- Khi  $\Delta t \rightarrow 0, M' \rightarrow M, \vec{v}' \rightarrow \vec{v} \Rightarrow$  cung  $\Delta s = \widehat{MM'} = R\Delta\theta$

$$\overline{\text{CB}} = 2MC \sin \frac{\widehat{\text{CMB}}}{2} = 2v' \cdot \sin \frac{\Delta\theta}{2} \approx v' \Delta\theta = v' \frac{\Delta s}{R}$$

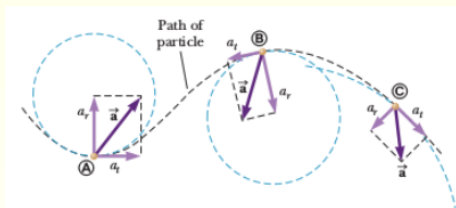
$$a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overline{\text{CB}}}{\Delta t} = \frac{1}{R} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v' \Delta s}{\Delta t} = \frac{1}{R} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v' \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}. \quad (14)$$

$$a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overline{CB}}{\Delta t} = \frac{1}{R} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v' \Delta s}{\Delta t} = \frac{1}{R} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v' \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}. \quad (14)$$

Do  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} v' = v$  và

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

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (15)$$

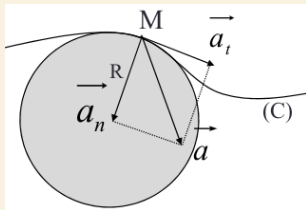


## Gia tốc pháp tuyến

- Mức độ thay đổi phương của vận tốc.
- Phương: trùng với phương pháp tuyến của quỹ đạo.
- Chiều; luôn hướng về phía lõm của quỹ đạo.
- Có độ lớn theo công thức (15)

# Kết luận

## Vectơ gia tốc



- $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$
- Gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự biến đổi về độ lớn của vectơ vận tốc.
- Gia tốc pháp tuyến đặc trưng cho sự biến đổi về phương của vectơ vận tốc.

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} \quad (16)$$

- $a_n = 0 \rightarrow$  chuyển động thẳng.
- $a_t = 0 \rightarrow$  chuyển động cong đều.
- $a = 0 \rightarrow$  chuyển động thẳng đều.

# 1. Chuyển động thẳng biến đổi đều

- $a_n = 0, a_t = \text{const} \Rightarrow a = a_t = \frac{dv}{dt} = \text{const}$

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow \int_{v_0}^v dv = \int_0^t a dt \quad \Rightarrow v = v_0 + at \quad (17)$$

- Đường đi  $\int_0^s ds = \int_{v_0}^v v dt = \int_{v_0}^v (v_0 + at) dt$   
$$\Rightarrow s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (18)$$

- Từ (17) và (18)

$$2as = v^2 - v_0^2 \quad (19)$$

- Nếu  $a = 0 \Rightarrow v = \text{const}, s = vt$ : chuyển động thẳng đều.
- Nếu  $v_0 = 0, a = g$ : chuyển động của vật rơi tự do.

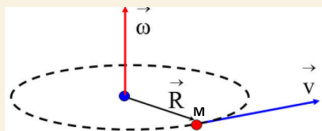
## Bài 2:

Một xe lửa bắt đầu chuyển động giữa hai điểm (nằm trên một đường thẳng) cách nhau 1,5km. Trong nửa đoạn đường đầu xe lửa chuyển động nhanh dần đều, còn nửa đoạn đường sau xe lửa chuyển động chậm dần đều. Vận tốc lớn nhất của xe lửa giữa hai điểm đó bằng 50km/h. Biết rằng trị số tuyệt đối của các gia tốc trên hai đoạn đường bằng nhau. Tính:

1. Gia tốc của xe lửa.
2. Thời gian để xe lửa đi hết quãng đường giữa hai điểm đó.

## 2. Chuyển động tròn

Vận tốc góc (Bán kính góc  $R = \text{const} = OM$ )



- Tại M :  $t$
- Tại M' :  $t' = t + \Delta t \iff \Delta s = \widehat{MM'}$   
và  $\Delta\theta = \widehat{MOM'}$
- khi đó,

$$\omega_{tb} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (20)$$

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} \quad (21)$$

- Vận tốc góc bằng đạo hàm góc quay theo thời gian.
- Đơn vị: rad/s

## Chuyển động tròn đều ( $R = \text{const}, \omega = \text{const}, v = \text{const}$ )

### Chu kì

- Thời gian cần thiết để chất điểm đi được một vòng tròn:  $\Delta\theta = \omega\Delta t$
- Trong một chu kỳ  $\Delta t = T, \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\Delta\theta}{\omega} = \frac{2\pi}{\omega}$
- Do đó  $T = \frac{2\pi}{\omega}$

### Tần số

- Số vòng quay được của chất điểm trong một đơn vị thời gian.

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{T}$$

- Đơn vị của chu kì là giây (s), của tần số là 1/s hay Hertz (Hz).
- Biểu diễn vận tốc góc bằng véc tơ  $\vec{\omega}$ , nằm trên trục của vòng tròn quỹ đạo, thuận chiều đối với chiều quay của chuyển động và có giá trị bằng  $\omega$ .



## Liên hệ giữa các vectơ $\vec{v}$ và $\vec{\omega}$

- Giữa  $R$ ,  $\widehat{MM'}$  và  $\Delta\theta$ :  $\widehat{MM'} = \Delta s = R\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta s}{\Delta t} = R\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$
- Khi  $\Delta t \rightarrow 0$

$$\Rightarrow v = \omega R \quad (22)$$

- $\widehat{OM} = R \rightarrow$  các vectơ  $\vec{\omega}$ ,  $\vec{R}$ ,  $\vec{v}$  theo thứ tự đó tạo thành một tam diện thuận ba mặt vuông.

$$\vec{v} = \vec{\omega} \wedge \vec{R} \quad (23)$$

## Liên hệ giữa $a_n$ và $\omega$

- $a_n = \frac{v^2}{R}, v = \omega R$

$$\Rightarrow a_n = \omega^2 R \quad (24)$$

**Bài 3:** Phương trình chuyển động của chất điểm có dạng:

$$x = a \cos \omega t; y = b \sin \omega t$$

Cho biết  $a = b = 20\text{cm}$ ;  $\omega = 31,4 \text{ rad/s}$  . Tìm:

1. Quỹ đạo chuyển động của chất điểm.
2. Vận tốc và chu kỳ của chuyển động.
3. Gia tốc của chuyển động.

# Gia tốc góc

- $\Delta t = t' - t, \Delta\omega = \omega' - \omega \Rightarrow$  biến thiên trung bình của vận tốc góc trong một đơn vị thời gian:  $\beta_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ .

Và

$$\beta = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

- Gia tốc góc bằng đạo hàm vận tốc góc theo thời gian và bằng đạo hàm bậc hai của góc quay theo thời gian.
- Đơn vị: Radian trên giây bình phương ( $rad/s^2$ ).
  - Khi  $\beta > 0, \omega$  tăng, chuyển động tròn nhanh dần.
  - Khi  $\beta < 0, \omega$  giảm, chuyển động tròn chậm dần.
  - Khi  $\beta = 0, \omega$  không đổi, chuyển động tròn đều.
  - Khi  $\beta = const$  chuyển động tròn biến đổi đều (nhanh dần đều hoặc chậm dần đều).

- Tương tự như trong chuyển động thẳng:

$$\omega = \omega_0 + \beta t \quad (25)$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\beta t^2 \quad (26)$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta \quad (27)$$

- Biểu diễn gia tốc góc: véc tơ gia tốc góc:

- Phương nằm trên trục của quỹ đạo tròn.
- Cùng chiều với  $\vec{\omega}$  khi  $\beta > 0$  và ngược chiều với  $\vec{\omega}$  khi  $\beta < 0$
- Có giá trị bằng  $\beta$

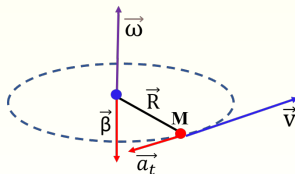
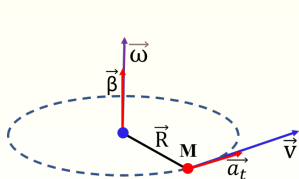
$$\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \quad (28)$$

## Liên hệ giữa $a_t$ và $\beta$

- Thay  $v = \omega R \rightarrow a_t = \frac{dv}{dt}$

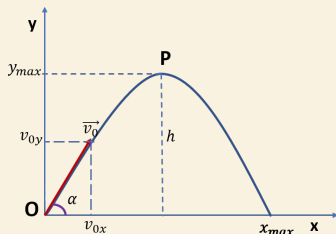
$$a_t = \frac{d(R\omega)}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\beta \quad (29)$$

$$\vec{a}_t = \vec{\beta} \wedge \vec{R} \quad (30)$$



### 3. Chuyển động với gia tốc không đổi

#### Phương trình chuyển động



• Tại O:  $t = 0, (\vec{v}_0, \vec{ox}) = \alpha$

• Tại M:

$$\vec{v}_0 = \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin \alpha \end{cases} \quad (31)$$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

Do:

$$\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0, \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = -g. \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

### 3. Chuyển động với gia tốc không đổi

Từ:

$$\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 \cos \alpha, \\ v_y = \frac{dy}{dt} = -gt + v_0 \sin \alpha. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Phương trình quỹ đạo

$$y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \operatorname{tg} \alpha$$

Thời gian rơi

$$y = 0 \Rightarrow (v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2})t = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 : \text{thời điểm ban đầu} \\ t_2 = \Delta t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \end{cases}$$

### 3. Chuyển động với gia tốc không đổi

Độ cao cực đại

$$\begin{cases} v_y = v_{0y} - gt = 0 \\ t(y_{max}) = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \end{cases} \Rightarrow y_{max} = (v_0 \sin \alpha) \cdot t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Tầm bay xa của chất điểm

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



## Bài 4:

Thả vật rơi tự do từ độ cao  $h = 20\text{m}$ . Tính:

1. Quãng đường mà vật rơi được trong 0,1s đầu và 0,1s cuối.
1. Thời gian cần thiết để vật đi được 1m đầu và 1m cuối của độ cao  $h$ .

Cho  $g = 10\text{m/s}^2$ .

*Đáp số:* 1.  $h_1 = 0,05 \text{ (m)}$  ;  $h' = 1,95 \text{ (m)}$

2.  $t_1 = 0,45 \text{ (s)}$  ;  $t' = 0,05 \text{ (s)}$