

# Động học chất điểm

Lê Quang Nguyên

[www4.hcmut.edu.vn/~leqnguyen](http://www4.hcmut.edu.vn/~leqnguyen)

[nguyenquangle59@yahoo.com](mailto:nguyenquangle59@yahoo.com)

## Nội dung: Mô tả chuyển động

Các khái niệm căn bản

- 1. Vị trí và độ dịch chuyển
- 2. Vận tốc
- 3. Gia tốc

Áp dụng

- 4. Chuyển động ném xiên
- 5. Chuyển động tròn đều

Thay đổi hệ quy chiếu → 6. Cộng vận tốc và gia tốc

[cuuduongthancong.com](http://cuuduongthancong.com)

### 1. Vị trí, độ dịch chuyển

- Vector vị trí:

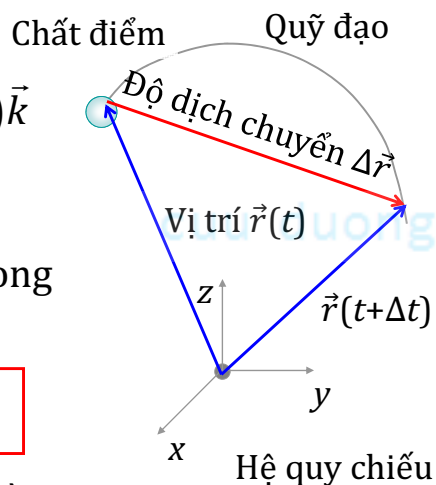
$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

Đơn vị: mét (m)

- Độ dịch chuyển trong khoảng thời gian  $\Delta t$ :

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)$$

- $\Delta \vec{r}$  hướng từ vị trí đầu đến vị trí cuối.



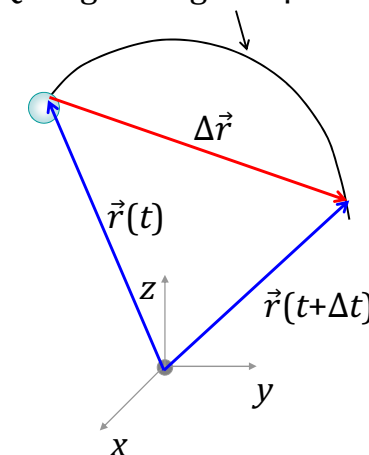
### 1. Vị trí, độ dịch chuyển (tt)

- $\Delta \vec{r} \neq$  quãng đường  $\Delta s$  !! Quãng đường có độ dài  $\Delta s$

Vector      Vô hướng

- Nếu chất điểm đi một vòng kín và trở lại vị trí ban đầu thì:

- $\Delta \vec{r} = 0$ ,
- nhưng  $\Delta s \neq 0$ .



## 2a. Vận tốc trung bình

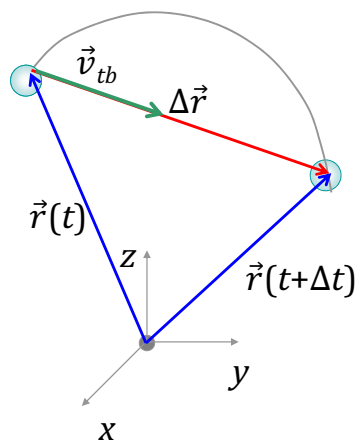
- Vận tốc trung bình trong thời gian  $\Delta t$ :

$$\vec{v}_{tb} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (\text{m/s})$$

- là dịch chuyển trung bình/một đơn vị thời gian.

$$\vec{v}_{tb} \neq \text{tốc độ trung bình} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Quãng đường đi trung bình/một đơn vị thời gian



## 2b. Vận tốc tức thời

- Vận tốc tức thời lúc  $t$ :

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

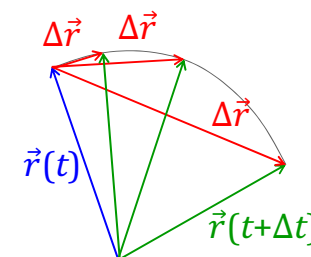
Đạo hàm của  $r$  theo  $t$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)$$

- Trong hệ Descartes:

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

- $\vec{v}$  tiếp tuyến quỹ đạo, hướng theo chiều chuyển động.



## 2b. Vận tốc tức thời (tt)

$$|\vec{v}| = \frac{|d\vec{r}|}{dt} = \frac{ds}{dt} \quad (\text{m/s})$$

Độ lớn của vận tốc tức thời = Tốc độ tức thời

$$v = \frac{ds}{dt}$$

## 3a. Gia tốc

- Gia tốc trung bình:

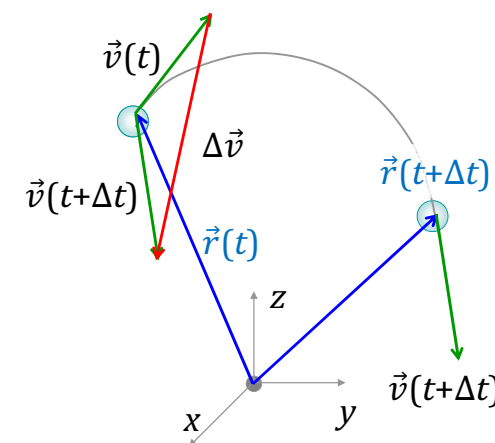
$$\vec{a}_{tb} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

- Gia tốc tức thời:

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

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}, a_y = \frac{dv_y}{dt}, a_z = \frac{dv_z}{dt} \quad \left( \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \text{m/s}^2 \right)$$

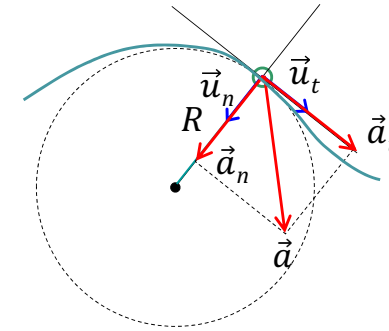
Ý nghĩa: độ biến thiên vận tốc/một đơn vị thời gian



### Câu hỏi 1

- Trong trường hợp nào sau đây vật có gia tốc bằng không?
  - Vật có tốc độ không đổi.
  - Vật có vận tốc không đổi.
  - Vật có quỹ đạo cong.

### 3b. Gia tốc tiếp tuyến và pháp tuyến-1



$R$ : bán kính cong quỹ đạo

$u_t$ : vector đơn vị tiếp tuyến, hướng theo chiều chuyển động

$u_n$ : vector đơn vị pháp tuyến, hướng về phía lõm của quỹ đạo

cuuduongthancong.com

### 3b. Gia tốc tiếp tuyến và pháp tuyến-2

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$$

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \vec{u}_n$$

↓

$\neq 0$  khi  $v$  thay đổi phương

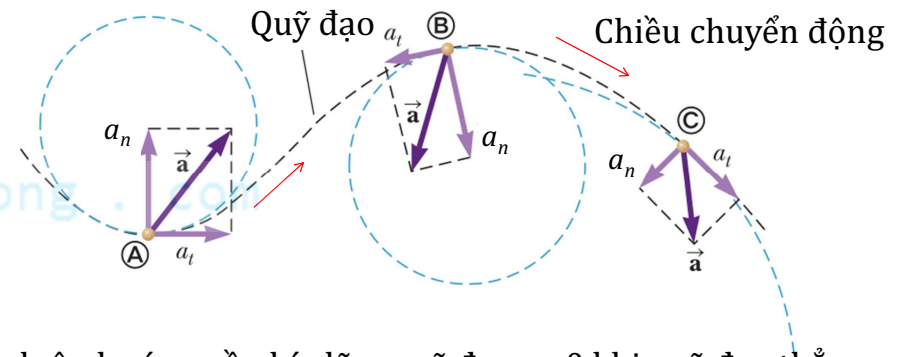
$$\vec{a}_t = \frac{dv}{dt} \vec{u}_t$$

↓

$\neq 0$  khi  $v$  thay đổi độ lớn

**Don't FORGET!**

### 3b. Gia tốc tiếp tuyến và pháp tuyến-3



$a_n$  luôn hướng về phía lõm quỹ đạo,  $= 0$  khi quỹ đạo thẳng

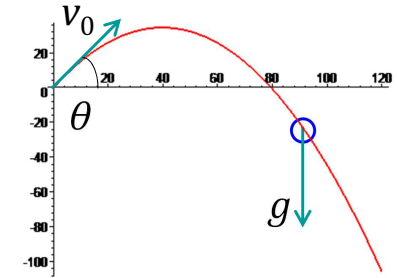
theo chiều chuyển động:  $v$  tăng  
 ngược chiều chuyển động:  $v$  giảm

## Câu hỏi 2

- Một chất điểm chuyển động với tốc độ tăng dần. Trong trường hợp nào sau đây vector vận tốc và gia tốc song song nhau?
  - quỹ đạo tròn
  - quỹ đạo thẳng
  - quỹ đạo parabol
  - tất cả đều sai

## 4. Chuyển động ném xiên - 1

- Ném một trái banh trong trường trọng lực đều.
- Gia tốc trái banh là  $g$ , không đổi và hướng thẳng xuống.
- Nếu bỏ qua lực cản của không khí thì quỹ đạo luôn luôn là một parabol.



$v_0$ : vận tốc ban đầu  
 $\theta$ : góc ném

cuu duong than cong . com

## 4. Chuyển động ném xiên - 2

$$\begin{aligned} \vec{g} &= \frac{d\vec{v}}{dt} \\ 0 &= \frac{dv_x}{dt} & -g &= \frac{dv_y}{dt} \quad \text{Trục y hướng lên} \\ dv_x &= 0 & dv_y &= -gdt \\ v_x &= v_{0x} = \text{const} & \int_{v_{0y}}^{v_y} dv_y &= -g \int_0^t dt \\ & & v_y &= v_{0y} - gt \end{aligned}$$

## 4. Chuyển động ném xiên - 3

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \theta \\ \frac{dx}{dt} &= v_0 \cos \theta \\ dx &= v_0 \cos \theta dt \\ \int_{x_0}^x dx &= \int_0^t v_0 \cos \theta dt \\ x &= x_0 + (v_0 \cos \theta)t \end{aligned}$$

#### 4. Chuyển động ném xiên - 4

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$$\frac{dy}{dt} = v_0 \sin \theta - gt$$

$$dy = (v_0 \sin \theta - gt) dt$$

$$\int_{y_0}^y dy = \int_0^t (v_0 \sin \theta - gt) dt$$

$$y = y_0 + (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

#### 4. Ném xiên – Tóm tắt

Important

$$a_x = 0$$

$$a_y = -g$$

$$v_x = v_0 \cos \theta$$

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$$x = x_0 + (v_0 \cos \theta)t$$

$$y = y_0 + (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Nếu biết:

- gia tốc và
- điều kiện ban đầu

Tích phân để tìm:

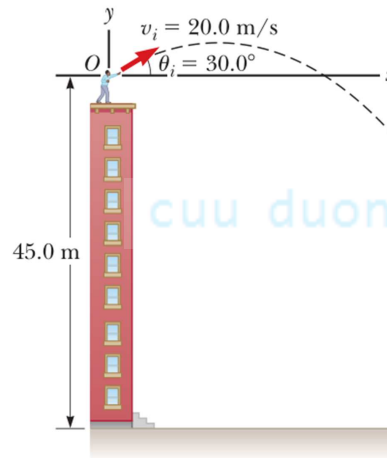
- vận tốc và
- vị trí lúc  $t$  bất kỳ

#### Bài tập 1

Một viên đá được ném từ nóc một tòa nhà với góc  $30^\circ$ , vận tốc 20 m/s. Chiều cao tòa nhà là  $h = 45$  m. Tìm:

(a) Thời gian chuyển động cho tới khi viên đá chạm đất.

(b) Tốc độ của viên đá ngay trước lúc chạm đất.



#### Trả lời BT1(a)

- Lúc  $t = T$ , khi viên đá chạm đất thì  $y = -h$ :

$$y(T) = \underbrace{y_0}_{=0} + (v_0 \sin \theta)T - \frac{1}{2}gT^2 = -h$$

- Suy ra thời gian bay  $T$ :

$$T = \frac{1}{g} \left[ v_0 \sin \theta + \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + 2gh} \right]$$

- Trả lời:  $T = 4,22$  s

### Trả lời BT1(b)

- Vận tốc có các thành phần:

$$v_x = v_0 \cos \theta$$

$$v_y = (v_0 \sin \theta) - gt$$

- Lúc  $t = T = 4,22$  s:

$$v = \sqrt{(v_0 \cos \theta)^2 + (v_0 \sin \theta - gT)^2}$$

- Suy ra:  $v = 35,8$  m/s
- Minh họa.

### 5. Chuyển động tròn đều

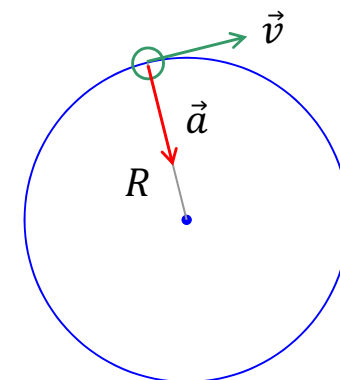
- Chuyển động đều: *tốc độ không đổi.*

- Gia tốc tiếp tuyến bằng không:

$$v = \text{const} \Rightarrow a_t = \frac{dv}{dt} = 0$$

- Gia tốc toàn phần = gia tốc hướng tâm:*

$$\vec{a} = \vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \vec{u}_n$$



cuu duong than cong . com

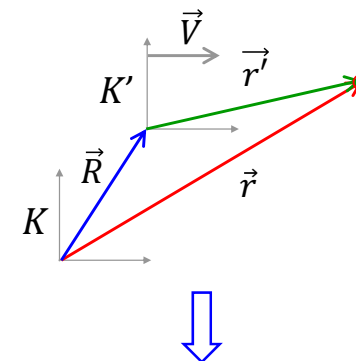
### Câu hỏi 3

- Phát biểu nào sau đây mô tả chính xác gia tốc của một chất điểm chuyển động tròn đều?
  - không đổi và luôn vuông góc vận tốc.
  - không đổi và luôn song song vận tốc.
  - có độ lớn không đổi và luôn vuông góc vận tốc.
  - có độ lớn không đổi và luôn song song vận tốc.

### 6a. Vận tốc tương đối – 1

- Xét hqc  $K'$  *tịnh tiến* (không quay), vận tốc  $\vec{V}$  so với hệ  $K$ .

- Vào lúc  $t$ :
  - $\vec{r}$  và  $\vec{r}'$  là vị trí chất điểm trong  $K$  và  $K'$ .
  - $\vec{R}$  là vị trí của  $K'$  đối với  $K$ .



$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{R}$$

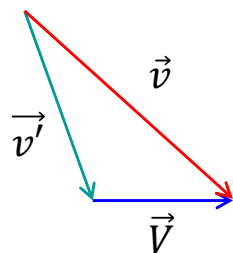
## 6a. Vận tốc tương đối – 2

- Ta có:

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{R}$$

- Lấy đạo hàm theo thời gian:

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}'}{dt} + \frac{d\vec{R}}{dt}$$



$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V} \quad \leftarrow \quad \vec{v}_{M/K} = \vec{v}_{M/K'} + \vec{v}_{K'/K}$$

$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{V} \quad \leftarrow \quad \vec{v}_{M/K'} = \vec{v}_{M/K} + \vec{v}_{K/K'}$$

cuu duong than cong . com

## 6b. Gia tốc tương đối

- Lấy đạo hàm công thức cộng vận tốc theo  $t$ :

$$\vec{a} = \vec{a}' + \vec{A}$$

- Khi  $K'$  có vận tốc không đổi thì  $\vec{A} = 0$ :  
 $\Rightarrow \vec{a} = \vec{a}'$

## Bài tập 2

Một xe ô tô chuyển động về phía đông với tốc độ 50 km/h.

Trời đang mưa, các hạt mưa rơi thẳng đứng so với mặt đất. Vệt nước mưa ở cửa bên của xe hợp một góc  $60^\circ$  so với phương thẳng đứng.

Hãy tìm vận tốc của các hạt mưa so với

(a) xe ô tô,

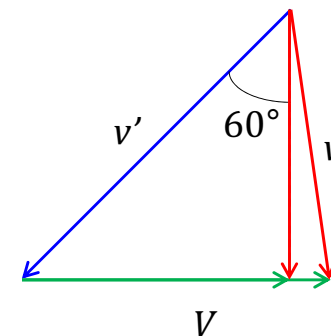
(b) mặt đất.

Xe:  $hqc K'$

Đất:  $hqc K$

## Trả lời BT2

- Trong  $hqc$  gắn với xe vận tốc các hạt mưa hợp một góc  $60^\circ$  so với phương thẳng đứng.
- Vận tốc của xe nằm ngang so với mặt đất.
- Vận tốc của mưa so với mặt đất:  $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$
- $v$  thẳng đứng,
- $\Rightarrow$  Tam giác bên là vuông.

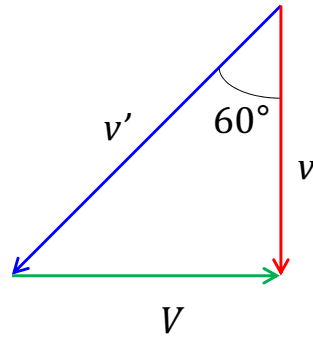


### Trả lời BT2 (tt)

- Từ tam giác vuông:

$$v = \frac{V}{\tan 60^\circ}$$

$$v' = \frac{V}{\sin 60^\circ}$$



- Vậy:
- $v = 28,9 \text{ km/h}; v' = 57,7 \text{ km/h}$

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com