

TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG TP.HCM
KHOA CƠ KHÍ

Môn học: CƠ LÝ THUYẾT

Phần 2. ĐỘNG HỌC

Chương 4. ĐỘNG HỌC ĐIỂM

1. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm về phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc của điểm.
- Xác định được các thông số của chuyển động của điểm (phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc) bằng phương pháp giải tích.
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

1.1. Phương trình chuyển động:

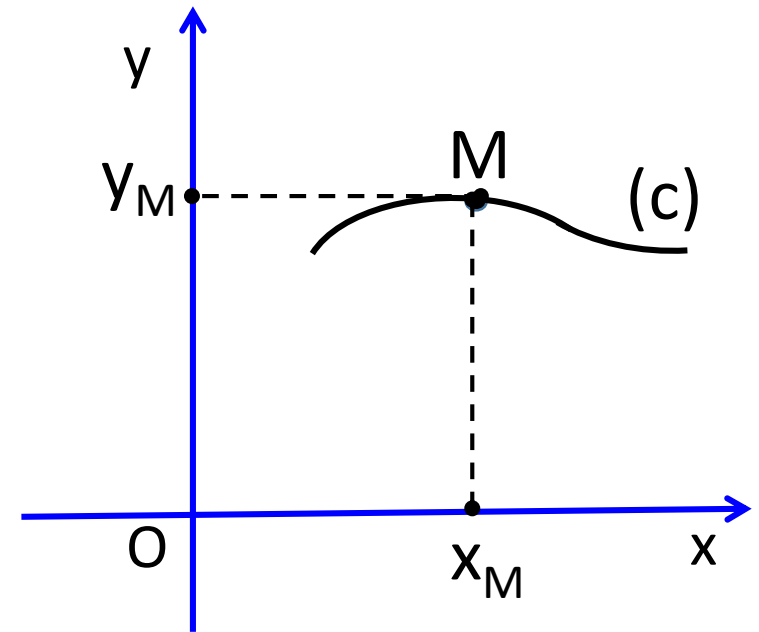
$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}$$

Trong đó: - x, y tính bằng mét (m)
- t tính bằng giây (s)

➤ *Phương trình quỹ đạo:* $y = y(x)$

VD: Cho điểm chuyển động theo phương trình: $\begin{cases} x = 2t^2 + 2 \\ y = 2t^2 - 1 \end{cases} \text{ (m, s)}$

Phương trình quỹ đạo: $y = x - 3 \rightarrow$ Điểm chuyển động theo quỹ đạo thẳng.



1. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

1.2. Vận tốc của điểm:

$$\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = x'(t) \\ v_y = \frac{dy}{dt} = y'(t) \end{cases} \rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (\text{m/s})$$

1.3. Gia tốc của điểm:

$$\begin{cases} a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = x''(t) \\ a_y = \frac{d^2y}{dt^2} = y''(t) \end{cases} \rightarrow a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \quad (\text{m/s}^2)$$

1. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

VD: Cho điểm chuyển động theo phương trình:

$$\begin{cases} x = t^2 + 2 \\ y = 2t^2 - 1 \end{cases} \quad (\text{m, s})$$

- a) Xác định quỹ đạo của điểm.
- b) Xác định vận tốc và gia tốc của điểm tại thời điểm $t = 2\text{s}$.

GIẢI:

a) Xác định quỹ đạo của điểm:
$$\begin{cases} t^2 = x - 2 \\ y = 2(x - 2) - 1 = x - 5 \end{cases}$$

→ Điểm chuyển động theo quỹ đạo thẳng

1. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

GIẢI: b) Xác định vận tốc và gia tốc của điểm tại thời điểm $t = 2\text{s}$.

- Vận tốc:
$$\begin{cases} v_x = x'(t) = (t^2 + 2)' = 2t = 2.2 = 4 \text{ (m/s)} \\ v_y = y'(t) = (2t^2 - 1)' = 4t = 4.2 = 8 \text{ (m/s)} \end{cases}$$

$$\rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{4^2 + 8^2} = 8,94 \text{ (m/s)}$$

- Gia tốc:
$$\begin{cases} a_x = v'(t) = (2t)' = 2 \text{ (m/s}^2\text{)} \\ a_y = v'(t) = (4t)' = 4 \text{ (m/s}^2\text{)} \end{cases}$$

$$\rightarrow a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{2^2 + 4^2} = 4,47 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỰ NHIÊN

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm về phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc của điểm.
- Xác định được các thông số của chuyển động của điểm (phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc) bằng phương pháp tự nhiên.
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỰ NHIÊN

2.1. Phương trình chuyển động:

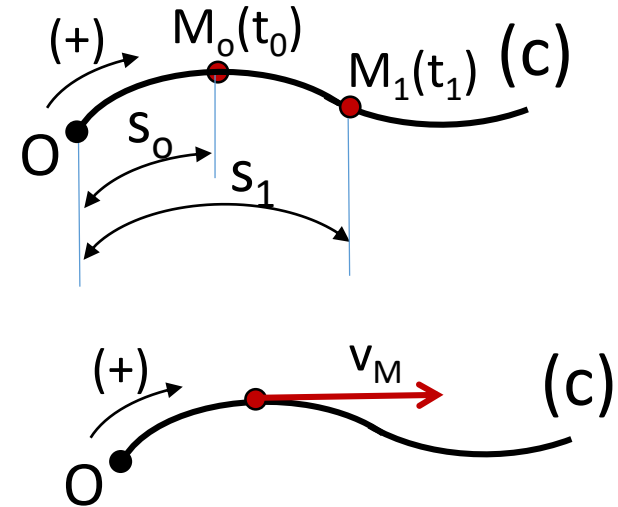
$$s = s(t)$$

(s tính bằng mét, t tính bằng giây)

2.2. Vận tốc của điểm:

$$\bar{v} = \frac{ds}{dt} = s'(t) \text{ (m/s)}$$

- $v > 0$: Điểm chuyển động hướng cùng chiều dương định trước.
- $v < 0$: Điểm chuyển động hướng ngược chiều dương định trước.



2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỰ NHIÊN

2.3. Gia tốc của điểm:

- Gia tốc tiếp tuyến:

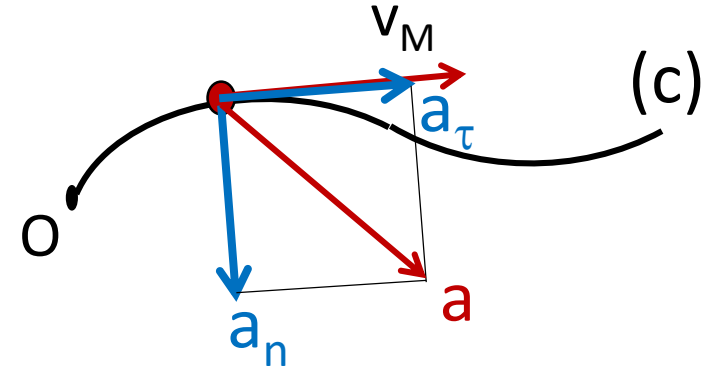
$$a_{\tau} = v'_{\tau}(t) = s''(t) \quad (\text{m/s}^2)$$

- Gia tốc pháp tuyến:

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (R - \text{bán kính cong quỹ đạo})$$

- Gia tốc toàn phần:

$$a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2} \quad (\text{m/s}^2)$$



2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỰ NHIÊN

➤ Nhận xét:

- Gia tốc tiếp tuyến biểu thị cho sự thay đổi về *trị số của vận tốc*.

- Gia tốc pháp tuyến biểu thị cho sự thay đổi về *hướng của vận tốc*.

➤ Dấu hiệu nhận biết điểm chuyển động nhanh hay chậm dần:

$a_t \cdot v > 0$: vật chuyển động nhanh dần

$a_t \cdot v < 0$: vật chuyển động chậm dần

2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỰ NHIÊN

VD: Cho điểm chuyển động theo phương trình: $s = 3t^3 - 2t + 1$ (m, s)

a. Tính vận tốc tại $t = 2s$

$$v = s'(t) = (3t^3 - 2t + 1)'$$

$$v = 9t^2 - 2 = 9.2^2 - 2 = 34 \text{ (m/s)}$$

c. Tại $t = 2s$, điểm chuyển động nhanh hay chậm dần?

Vì tại $t = 2s$: $a_\tau \cdot v > 0 \rightarrow$ vật chuyển động nhanh dần.

b. Tính gia tốc tại $t = 2s$

$$a_\tau = \bar{v}'(t) = (9t^2 - 2)'$$

$$a_\tau = 18t = 18.2 = 36 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = 0$$

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = 36 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

3. MỘT SỐ CHUYỂN ĐỘNG THƯỜNG GẶP

3.1. Chuyển động đều

- $v = \text{const}$
- $a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2}$
+ $a_{\tau} = v'(t) = 0$
+ $a_n = \frac{v^2}{R}$

Nếu chuyển động trên quỹ đạo thẳng $a_n = 0$

- $s = s_0 + v.t$

3.2. Chuyển động biến đổi đều

- $a_{\tau} = \text{const}$ (tại mọi thời điểm t)
+ $a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2}$
+ $a_n = \frac{v^2}{R}$
- $v = v_0 + a_{\tau}.t$
- $s = s_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.a_{\tau}.t^2$

Trong đó:

v_0 : Vận tốc tại thời điểm đầu ($t_0 = 0$)

v : Vận tốc tại thời điểm sau (t)

3. MỘT SỐ CHUYỂN ĐỘNG THƯỜNG GẶP

Ví dụ: Trên đoạn đường 12,5km, tàu hoả giảm tốc từ 54km/h xuống còn 36km/h. Xem như trên đoạn đường đó , tàu hoả chuyển động chậm dần đều. Xác định gia tốc của tàu và thời gian tàu chạy được trên quãng đường đó.

Giải

Tóm tắt:

$$s = 12,5 \text{ km}$$

$$= 12500 \text{ m}$$

$$v_o = 54 \text{ km/h}$$

$$= 15 \text{ m/s}$$

$$v = 36 \text{ km/h}$$

$$= 10 \text{ m/s}$$

$$v = v_o + a_\tau.t \Leftrightarrow 10 = 15 + a_\tau.t$$

$$\Rightarrow a_\tau.t = -5 (*)$$

$$s = s_o + v_o.t + \frac{1}{2}.a_\tau.t^2 = s_o + v_o.t + \frac{1}{2}.(a_\tau.t).t$$

$$\Leftrightarrow 12500 = 0 + 15.t + \frac{1}{2}.(-.t) = 12,5. \Rightarrow t = 1000 \text{ s}$$

$$(*) \Leftrightarrow a_\tau.1000 = -5 \Rightarrow a_\tau = -0,005 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a_n = 0$$

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = 0,005 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM

Phương pháp giải tích

ptcd $\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}$

Vận tốc $\begin{cases} v_x = x'(t) \\ v_y = y'(t) \end{cases}$
 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

Gia tốc $\begin{cases} a_x = x''(t) \\ a_y = y''(t) \end{cases}$
 $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$

Phương pháp tự nhiên

ptcd:
 $s = s(t)$

Vận tốc:
 $v = s'(t)$

Gia tốc:
 $a_\tau = s''(t)$
 $a_n = \frac{v^2}{R}$
 $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

Một số chuẩn động thường gặp

Đều: $v = \text{const}$
- *Thẳng*: $a_\tau = 0$; $a_n = 0$
- *Tròn*: $a_\tau = 0$
 $a_n = v^2 / R$
 $s = s_0 + v \cdot t$

Biến đổi đều:
 $a_\tau = \text{const}$
- *Thẳng*: $a_n = 0$
- *Tròn*: $a_n = v^2 / R$
 $v = v_0 + a_\tau \cdot t$
 $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a_\tau \cdot t^2$

TỔNG KẾT

BÀI TẬP ÁP DỤNG

1. Điểm chuyển động thẳng có phương trình $s = 2t + t^2$
 - a. Sau mấy giây điểm đạt vận tốc 10m/s .
 - b. Tại thời điểm đó, điểm vạch được quãng đường dài bao nhiêu.
 - c. Tìm gia tốc của điểm.
2. Một ô tô chuyển động thẳng, trong giai đoạn khởi động, chạy nhanh dần đều với gia tốc $a = 1\text{m/s}^2$. Tính :
 - a. Vận tốc và quãng đường chạy được sau thời gian khởi động 4 giây.
 - b. Vận tốc của ô tô sau khi đi được 32m.
3. Một ô tô chuyển động thẳng với vận tốc $v = 36\text{km/h}$ thì được hãm lại. Từ khi hãm ô tô chuyển động chậm dần đều và chạy được 25m thì dừng lại. Xác định :
 - a. Khoảng thời gian từ khi bắt đầu hãm đến khi ô tô dừng lại?
 - b. Gia tốc của ô tô?

BÀI TẬP ÁP DỤNG

5. Đầu tàu hoả có vận tốc đầu 15m/s và trong 30 giây đầu chạy được 600m . Biết chuyển động của nó là biến đổi đều, xác định vận tốc và gia tốc của tàu hoả ở cuối giây thứ 30 nếu tàu hoả chuyển động trên cung tròn bán kính $R = 1\text{km}$.
6. Một tàu hoả chuyển động nhanh dần đều, vận tốc của nó tăng từ 18km/h đến 72km/h trong khoảng thời gian 2 phút . Quãng đường nằm trên cung tròn bán kính $R = 1000\text{m}$. Xác định vận tốc và gia tốc của tàu sau 40 giây kể từ lúc bắt đầu chuyển động nhanh dần đều.