

Tổng hợp kiến thức về Chuyển động ném ngang

Chuyển động ném ngang là một dạng chuyển động cong phức tạp trong mặt phẳng. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng phương pháp phân tích chuyển động, chúng ta có thể nghiên cứu nó một cách dễ dàng. Đây là kiến thức quan trọng trong chương trình Vật lý lớp 10.

1. Khái niệm và đặc điểm

Chuyển động ném ngang là chuyển động của một vật được ném ra theo phương nằm ngang từ một độ cao h nào đó so với mặt đất, với vận tốc ban đầu v_0 .

- Bỏ qua sức cản của không khí.
- Vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực P (lực hút của Trái Đất).
- Quỹ đạo của vật là một đường cong parabol.

Ví dụ thực tế: Một máy bay đang bay ngang thả một kiện hàng, một hòn đá được ném theo phương ngang từ vách đá.

2. Phân tích chuyển động ném ngang

Để khảo sát chuyển động ném ngang, ta chọn hệ trục tọa độ Đề-các Oxy có gốc O tại vị trí ném, trục Ox hướng theo phương vận tốc ban đầu (nằm ngang), trục Oy hướng thẳng đứng xuống dưới.

Chuyển động của vật được phân tích thành hai chuyển động thành phần độc lập với nhau:

- **Chuyển động thành phần theo trục Ox (phương ngang):** Vật không chịu tác dụng của lực nào (vì đã bỏ qua sức cản không khí) nên chuyển động thẳng đều.
- **Chuyển động thành phần theo trục Oy (phương thẳng đứng):** Vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực nên chuyển động rơi tự do (nhận dần đều không vận tốc đầu).

Bảng so sánh hai chuyển động thành phần

Đặc điểm	Chuyển động theo trục Ox (Ngang)	Chuyển động theo trục Oy (Đứng)
Gia tốc	$a_x = 0$	$a_y = g$ (gia tốc rơi tự do)
Vận tốc ban đầu	$v_{0x} = v_0$	$v_{0y} = 0$
Phương trình vận tốc	$v_x = v_0$ (không đổi)	$v_y = g.t$
Phương trình chuyển động	$x = v_0.t$	$y = \frac{1}{2}.g.t^2$
Tính chất	Chuyển động thẳng đều	Chuyển động rơi tự do

3. Phương trình quỹ đạo

Phương trình quỹ đạo mô tả hình dạng đường đi của vật. Ta có thể tìm được phương trình này bằng cách khử biến số thời gian **t** từ hai phương trình chuyển động thành phần.

Từ phương trình theo trục Ox: $x = v_0 \cdot t \Rightarrow t = x / v_0$

Thay t vào phương trình theo trục Oy: $y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

Ta được phương trình quỹ đạo:

$$y = (g / (2v_0^2)) * x^2$$

Giải thích: Đây là phương trình của một đường parabol có đỉnh tại gốc tọa độ O. Điều này khẳng định về mặt lý thuyết rằng quỹ đạo của vật ném ngang là một nhánh parabol.

Ví dụ minh họa:

- Ví dụ 1:** Một hòn bi được lăn theo phương ngang từ đỉnh một mặt bàn cao 1,25 m với vận tốc 5 m/s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Viết phương trình quỹ đạo của hòn bi.

Giải:

Chọn hệ trục tọa độ Oxy với gốc O tại vị trí ném, Ox ngang, Oy thẳng đứng xuống.

Vận tốc ban đầu $v_0 = 5 \text{ m/s}$.

Phương trình quỹ đạo có dạng: $y = (g / (2v_0^2)) * x^2$

Thay số: $y = (10 / (2 * 5^2)) * x^2 = (10 / 50) * x^2 = 0,2x^2$.

Vậy phương trình quỹ đạo của bi là $y = 0,2x^2$ (với x, y tính bằng mét).

- Ví dụ 2:** Một vật được ném ngang từ độ cao h. Phương trình quỹ đạo của nó là $y = 0,05x^2$. Hãy xác định vận tốc ném ban đầu của vật. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải:

Ta có phương trình quỹ đạo tổng quát: $y = (g / (2v_0^2)) * x^2$.

Theo đề bài: $y = 0,05x^2$.

Đồng nhất hai phương trình, ta có: $g / (2v_0^2) = 0,05$

$$\Rightarrow 10 / (2v_0^2) = 0,05$$

$$\Rightarrow 2v_0^2 = 10 / 0,05 = 200$$

$$\Rightarrow v_0^2 = 100 \Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s.}$$

Vậy vận tốc ném ban đầu là **10 m/s**.

4. Các đại lượng đặc trưng

a. Thời gian chuyển động (Thời gian bay)

Thời gian chuyển động là khoảng thời gian từ lúc vật bắt đầu được ném cho đến khi chạm đất.

Khi vật chạm đất, tọa độ y của vật bằng độ cao ban đầu h . Từ phương trình chuyển động theo trục Oy :

$$y = h = \frac{1}{2}.g.t^2$$

Suy ra công thức tính thời gian bay:

$$t = \sqrt{(2h / g)}$$

Giải thích: Thời gian bay của vật chỉ phụ thuộc vào độ cao ban đầu **h** và gia tốc trọng trường **g** , không phụ thuộc vào vận tốc ném ban đầu **v_0** . Điều này có nghĩa là nếu ném ngang các vật khác nhau từ cùng một độ cao với vận tốc khác nhau, chúng sẽ chạm đất cùng một lúc với một vật được thả rơi tự do từ độ cao

đó.

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một quả bóng được ném ngang từ độ cao 20 m. Tính thời gian bay của quả bóng. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Giải:

Áp dụng công thức: $t = \sqrt{2h / g}$

Thay số: $t = \sqrt{2 * 20 / 9,8} \approx 2,02 \text{ s}$.

Vậy thời gian bay của quả bóng là khoảng **2,02 giây**.

2. **Ví dụ 2:** Cùng một lúc, từ cùng một độ cao, vật A được ném ngang với vận tốc 10 m/s, vật B được ném ngang với vận tốc 20 m/s. So sánh thời gian chạm đất của hai vật.

Giải:

Thời gian bay của vật ném ngang chỉ phụ thuộc vào độ cao h . Vì cả hai vật A và B đều được ném từ cùng một độ cao, nên thời gian bay của chúng là như nhau. Chúng sẽ chạm đất cùng một lúc.

b. Tầm bay xa (L)

Tầm bay xa là khoảng cách xa nhất theo phương ngang mà vật đi được, tính từ hình chiếu của điểm ném trên mặt đất đến điểm vật chạm đất.

Tầm bay xa chính là tọa độ x cực đại khi vật bay hết thời gian t .

$$L = x_{\text{max}} = v_0.t$$

Thay biểu thức của t vào, ta có công thức đầy đủ:

$$L = v_0 * \sqrt{(2h / g)}$$

Giải thích: Tầm bay xa phụ thuộc vào cả vận tốc ban đầu v_0 và độ cao h . Nếu ném từ cùng độ cao, vật nào có vận tốc ban đầu lớn hơn sẽ có tầm bay xa lớn hơn.

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Từ một vách đá cao 45 m so với mặt biển, một người ném một hòn đá theo phương ngang với vận tốc 15 m/s. Tính tầm bay xa của hòn đá. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải:

Bước 1: Tính thời gian bay.

$$t = \sqrt{(2h / g)} = \sqrt{(2 * 45 / 10)} = \sqrt{9} = 3 \text{ s.}$$

Bước 2: Tính tầm bay xa.

$$L = v_0 * t = 15 * 3 = 45 \text{ m.}$$

Vậy tầm bay xa của hòn đá là **45 mét**.

2. **Ví dụ 2:** Một máy bay đang bay ở độ cao 500 m với vận tốc không đổi 100 m/s. Để thả một kiện hàng cứu trợ trúng một mục tiêu trên mặt đất, phi công phải thả hàng khi máy bay cách mục tiêu (theo phương ngang) một khoảng bao nhiêu? Bỏ qua sức cản không khí, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải:

Khoảng cách cần tìm chính là tầm bay xa L của kiện hàng.

$$\text{Thời gian rơi của kiện hàng: } t = \sqrt{(2h / g)} = \sqrt{(2 * 500 / 10)} = \sqrt{100} = 10 \text{ s.}$$

$$\text{Tầm bay xa: } L = v_0 * t = 100 * 10 = 1000 \text{ m.}$$

Vậy phi công phải thả hàng khi máy bay cách mục tiêu **1000 mét** (hay 1 km) theo phương ngang.

c. Vận tốc của vật tại một thời điểm t

Vận tốc của vật tại một thời điểm bất kỳ là tổng hợp véc-tơ của hai vận tốc thành phần v_x và v_y .

$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$$

- Thành phần vận tốc theo phương ngang: $\mathbf{v_x = v_0}$ (không đổi)
- Thành phần vận tốc theo phương thẳng đứng: $\mathbf{v_y = g.t}$

Vì v_x và v_y vuông góc với nhau, độ lớn của vận tốc tổng hợp được tính theo định lý Pytago:

$$\mathbf{v = \sqrt{(v_x^2 + v_y^2)} = \sqrt{(v_0^2 + (g.t)^2)}}$$

Véc-tơ vận tốc $\vec{v}$ hợp với phương ngang một góc α , với:

$$\mathbf{\tan(\alpha) = v_y / v_x = (g.t) / v_0}$$

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một vật được ném ngang từ độ cao 80 m với vận tốc đầu 20 m/s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định vận tốc của vật khi chạm đất.

Giải:

Bước 1: Tính thời gian vật chạm đất.

$$t = \sqrt{(2h / g)} = \sqrt{(2 * 80 / 10)} = \sqrt{16} = 4 \text{ s.}$$

Bước 2: Tính các thành phần vận tốc khi chạm đất ($t = 4\text{s}$).

$$v_x = v_0 = 20 \text{ m/s.}$$

$$v_y = g.t = 10 * 4 = 40 \text{ m/s.}$$

Bước 3: Tính độ lớn vận tốc khi chạm đất.

$$v = \sqrt{(v_x^2 + v_y^2)} = \sqrt{(20^2 + 40^2)} = \sqrt{(400 + 1600)} = \sqrt{2000} \approx 44,72 \text{ m/s.}$$

Bước 4: Tính hướng của vận tốc.

$$\tan(\alpha) = v_y / v_x = 40 / 20 = 2 \Rightarrow \alpha \approx 63,4^\circ \text{ (so với phương ngang).}$$

Vậy khi chạm đất, vật có vận tốc khoảng **44,72 m/s**, hợp với phương ngang một góc **63,4°**.

5. Tóm tắt các công thức cần nhớ

Đại lượng	Công thức	Ghi chú
Phương trình chuyển động	$x = v_0.t$ $y = \frac{1}{2}.g.t^2$	Hệ tọa độ O tại vị trí ném, Oy hướng xuống.
Phương trình quỹ đạo	$y = (g / (2v_0^2)) * x^2$	Là một nhánh parabol.
Thời gian bay	$t = \sqrt{(2h / g)}$	h là độ cao ban đầu.
Tầm bay xa	$L = v_0 * \sqrt{(2h / g)}$	Khoảng cách xa nhất theo phương ngang.
Vận tốc tại thời điểm t	$v = \sqrt{(v_0^2 + (g.t)^2)}$	Độ lớn của vận tốc tổng hợp.