

CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG, NÉM XIÊN

A. LÝ THUYẾT

CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG

Chuyển động của một vật bị ném ngang có thể xem là sự kết hợp của hai chuyển động: rơi thẳng đứng và đều theo phương nằm ngang. Hai chuyển động xảy ra độc lập với nhau và tổng hợp hai chuyển động này ta có chuyển động của vật ném ngang.

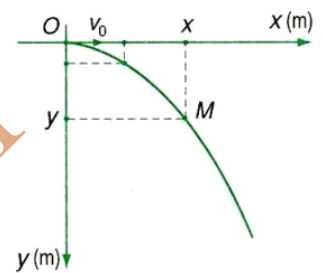
1. Chọn hệ trục tọa độ và gốc thời gian.

- Chọn hệ trục tọa độ xOy, trục Ox hướng theo véc tơ vận tốc \vec{v}_0 , trục Oy hướng theo véc tơ trọng lực \vec{P} .
- Chọn gốc thời gian lúc bắt đầu ném.

2. Phân tích chuyển động

Chuyển động của các hình chiếu M_x và M_y trên các trục Ox và Oy gọi là các chuyển động thành phần của vật M.

- Trên trục Ox ta có : $a_x = 0$; $v_x = v_0$; $\rightarrow x = v_0 t$
- Trên trục Oy ta có : $a_y = g$; $v_y = gt$; $\rightarrow y = \frac{1}{2} gt^2$



Note: Chuyển động này xảy ra độc lập đối với chuyển động kia. Kết hợp lại có chuyển động vật ném.

3. Công thức tính

- Thời gian vật bay trong không khí : Cả 3 thời gian vật bay trong không khí, rơi chạm đất, đi hết quãng đường L đều bằng nhau: $\rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

- Tầm ném xa: $L = x_{\max} = v_0 \cdot t = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$

- Vận tốc của vật:

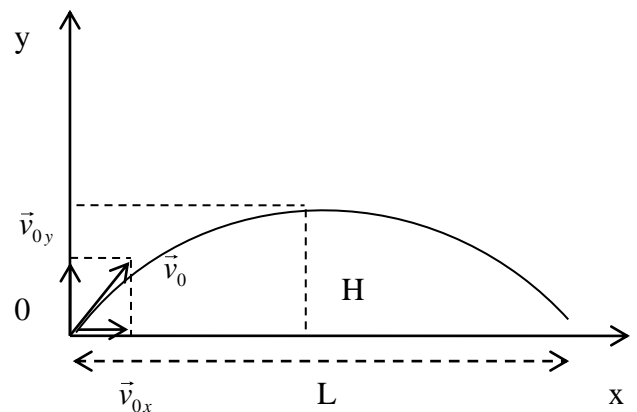
Tại điểm bất kỳ: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ $v^2 = (gt)^2 + v_0^2 \Rightarrow v = \sqrt{(gt)^2 + v_0^2}$

Tại điểm chạm đất : $v^2 = 2gh + v_0^2 \rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$

4. Phương trình quỹ đạo: $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$

CHUYỂN ĐỘNG NÉM XIÊN

Chuyển động của một vật bị ném xiên có thể xem là sự kết hợp của hai chuyển động: thẳng đứng lên trên chậm dần đều với gia tốc có độ lớn bằng g và đều theo phương nằm ngang. Hai chuyển động xảy ra độc lập với nhau và tổng hợp hai chuyển động này ta có chuyển động của vật ném lên xiên góc đối với ngang.



1. Chọn hệ trục tọa độ và gốc thời gian

- Chọn hệ trục tọa độ Đề các xOy, trục Ox hướng cùng chiều ném, trục Oy hướng lên trên ngược hướng véc tơ trọng lực \vec{P}
- Chọn gốc thời gian lúc bắt đầu ném.

2. Phương trình chuyển động

Xét chuyển động của vật được ném lên với vận tốc ban đầu hợp với phương nằm ngang góc α (trọng trường coi là đều và bỏ qua lực cản của không khí).

Chuyển động của các hình chiếu M_x và M_y trên các trục Ox và Oy gọi là các chuyển động thành phần của vật M.

- Trên trục Ox ta có :
$$\begin{cases} a_x = 0 \\ v_x = v_0 \cos \alpha \\ x = v_0 \cos \alpha \cdot t \end{cases}$$

- Trên trục Oy ta có
$$\begin{cases} a_y = -g \\ v_{0y} = v_0 \sin \alpha \\ v_y = v_0 \sin \alpha - gt \\ y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Chuyển động của vật ném là tổng hợp hai chuyển động thành phần:
$$\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha \cdot t(1) \\ y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}(2) \end{cases}$$

3. Phương trình quỹ đạo của vật

Từ (1) rút ra $t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$ thay vào (2) $\rightarrow y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \cdot x$

Từ phương trình quỹ đạo: quỹ đạo chuyển động của vật ném xiên là một parabol

4. Thời gian vật bay trong không khí

Từ (2) cho $y = 0 \rightarrow \begin{cases} t = 0 \\ t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \end{cases}$

Hai nghiệm ứng với thời điểm ném, và thời điểm chạm đất.

Thời gian vật chuyển động có thể tính bằng thời gian vật lên đến đỉnh rồi rơi xuống đất:

Thời gian vật lên đỉnh cao nhất: $t_1 = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{0 - v_0 \sin \alpha}{-g} \rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

5. Tầm bay cao và tầm bay xa

- Tầm bay cao : $v_{yr}^2 - v_{oy}^2 = 2gH \Rightarrow H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

Hoặc : $H = y_{\max} = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2 \rightarrow H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

- Tầm bay xa: $L = x_{\max} = v_{0x} \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

Từ công thức này thấy với cùng vận tốc ném thì góc ném là 45^0 sẽ cho khoảng cách vật bay xa nhất là

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}.$$

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

B1. BÀI TẬP CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG

Bài 1: Một vật được ném ngang với vận tốc $v_0 = 30 \text{ m/s}$, ở độ cao $h = 80 \text{ m}$.

- Xác định tầm bay xa của vật.
- Xác định vận tốc của vật lúc chạm đất.

Bài 2: Từ một điểm A trên sườn một quả đồi, một vật được ném theo phương nằm ngang với vận tốc 10 m/s . Theo tiết diện thẳng đứng chứa phương ném thì sườn đồi là một đường thẳng nghiêng góc $\alpha = 30^0$ so với phương nằm ngang điểm rơi B của vật trên sườn đồi cách A bao nhiêu? Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Bài 3: Một máy bay theo phương thẳng ngang với vận tốc $v_1 = 150 \text{ m/s}$, ở độ cao 2 km (so với mực nước biển) và cất bom tấn công một tàu chiến.

- Tìm khoảng cách giữa máy bay và tàu chiến theo phương ngang để máy bay cất bom rơi trúng đích khi tàu đang chạy với vận tốc $v_2 = 20 \text{ m/s}$? Xét hai trường hợp:
 - Máy bay và tàu chiến chuyển động cùng chiều.
 - Máy bay và tàu chiến chuyển động ngược chiều.
- Cũng ở độ cao đó, vào đúng thời điểm khi máy bay bay ngang qua một khẩu pháo đặt cố định trên mặt đất (cùng độ cao với mặt biển) thì pháo nhả đạn. Tìm vận tốc ban đầu nhỏ nhất của đạn để nó trúng máy bay và xác định góc bắn khi đó.

Cho biết:

Máy bay và tàu chiến chuyển động trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng.

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ và bỏ qua sức cản không khí.

Bài 4: Một vật được ném theo phương ngang ở đỉnh tháp cao 125 m với vận tốc ban đầu là 50 m/s .

Tính:

- Thời gian vật bay trong không khí
- Khoảng cách từ điểm vật chạm đất đến chân tháp
- Vận tốc chạm đất của vật

Bài 5: Từ đỉnh tháp cao 30 m , ném một vật nhỏ theo phương ngang với vận tốc ban đầu $v_0 = 20 \text{ m/s}$.

- Tính khoảng thời gian từ lúc ném đến khi vật chạm đất và khoảng cách từ điểm chạm đất đến chân tháp.
- Gọi M là một điểm trên quỹ đạo tại đó vectơ vận tốc hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 60^0$. Tính khoảng cách từ M tới mặt đất.

Bài 6: Ném vật theo phương ngang ở độ cao 50 m so với mặt đất, lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, vận tốc lúc ném là 18 m/s . Tính thời gian và vận tốc của vật khi chạm đất.

Bài 7: Từ độ cao 20 m ném vật theo phương ngang xuống đất biết rằng sau 1 giây kể từ lúc ném thì véc tơ vận tốc hợp bởi phương ngang góc 45^0 , lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định vận tốc lúc ném và tìm vị trí vật chạm đất theo phương ngang.

Bài 8: Ném vật theo phương ngang với vận tốc 10 m/s từ độ cao 40 m xuống đất, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Xác định tọa độ của vật sau 25 s
- Phương trình quỹ đạo của vật
- Xác định vị trí vật chạm đất theo phương ngang và vận tốc khi chạm đất.

Bài 9: Từ độ cao $h = 80$ m, người ta ném một vật theo phương ngang với vận tốc ban đầu $v_0 = 20$ m/s.

- Viết phương trình chuyển động của vật?
- Hỏi sau khi ném vật 1 s thì vật ở đâu?
- Viết phương trình quỹ đạo của vật, quỹ đạo của vật có hình dạng hình gì?
- Xác định vị trí của vật khi chạm đất và vận tốc của vật khi đó.

Bài 10: Từ độ cao $h = 20$ m, một vật được ném ngang với vận tốc ban đầu $v_0 = 5$ m/s. Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ.

- Hai chuyển động thành phần của vật theo phương Ox và Oy là loại chuyển động gì?
- Viết phương trình những chuyển động đó.
- Viết phương trình quỹ đạo của vật.
- Sau bao lâu thì vật chạm đất? Tính vận tốc của vật lúc chạm đất?
- Tính vận tốc của vật tại vị trí ứng với độ cao $h_0 = 10$ m.

Bài 11: Một vật được ném ngang từ độ cao 20 m, có tầm xa 6 m. Tính:

- Thời gian chuyển động của vật.
- Vận tốc ban đầu.
- Vận tốc của vật khi chạm đất.

Bài 12: Ở một độ cao 0,9 m không đổi, một người thấy một viên bi vào lỗ trên mặt đất. Lần thứ nhất viên bi rời khỏi tay với vận tốc 10 m/s thì vị trí của viên bi thiếu một đoạn Δx , lần thứ hai với vận tốc 20 m/s thì viên bi lại dự một đoạn Δx . Hãy xác định khoảng cách giữa lỗ và người.

Bài 13: Một người ném một viên bi theo phương ngang với vận tốc 20 m/s từ đỉnh một tháp cao 320m. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- Viết phương trình tọa độ của viên bi.
- Xác định vị trí và vận tốc của viên bi khi chạm đất.

Bài 14: Viên bi sắt được ném theo phương ngang từ độ cao 80 m. Sau 3s vận tốc viên bi hợp với phương ngang một góc 45° . Hỏi viên bi chạm đất lúc nào, ở đâu với vận tốc là bao nhiêu?

Bài 15: Từ đỉnh tháp cao $h = 80$ m, người ta ném một quả cầu theo phương nằm ngang với $v_0 = 20$ m/s. Cho rằng sức cản của không khí là không đáng kể, $g = 10\text{m/s}^2$. Hãy xác định

- Vị trí của quả cầu chạm đất đến chân tháp.
- Vận tốc của quả cầu khi chạm đất.
- Phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo của quả cầu.

Bài 16: Từ đỉnh một ngọn tháp cao 80m, một quả cầu được ném theo phương ngang với vận tốc ban đầu 20m/s.

- Viết phương trình tọa độ của quả cầu.
- Xác định tọa độ của nó sau khi ném 2s.
- Viết phương trình quỹ đạo của quả cầu. Quỹ đạo này là đường gì?
- Quả cầu chạm đất ở vị trí nào? Vận tốc của nó khi chạm đất là bao nhiêu?

Bài 17: Một quả bóng được ném theo phương ngang với vận tốc ban đầu $v_0 = 25\text{m/s}$ và rơi xuống đất sau 3s.

- Hỏi quả bóng được ném ở độ cao nào?
- Tầm ném xa của quả bóng là bao nhiêu?
- Tính vận tốc của quả bóng khi chạm đất?

Bài 18: Một hòn đá được ném theo phương ngang với vận tốc ban đầu $v = 10\text{m/s}$ rơi xuống đất cách chỗ ném 10m. Xác định độ cao nơi ném vật và vận tốc của vật lúc chạm đất. Cho $g = 10\text{ m/s}^2$?

Bài 19: Một vật được ném theo phương ngang từ độ cao $h = 20\text{m}$ so với mặt đất. Vật đạt được tầm xa $L = 10\text{ m}$. Tìm vận tốc đầu và vận tốc lúc chạm đất? Cho $g = 10\text{ m/s}^2$.

Bài 20: Từ sân thượng cao 20 m một người đã ném một hòn sỏi theo phương ngang với $v_0 = 4\text{m/s}$, $g = 10\text{ m/s}^2$.

- Viết phương trình chuyển động của hòn sỏi theo trục Ox, Oy.
- Viết phương trình quỹ đạo của hòn sỏi.
- Hòn sỏi đạt tầm xa bằng bao nhiêu? Vận tốc của nó khi vừa chạm đất.

B2 : BÀI TẬP CHUYÊN ĐỘNG NÉM XIÊN

Bài 1: Người ta bắn một viên đạn từ điểm 0 trên mặt đất với vận tốc 400 m/s, nghiêng một góc $\alpha = 30^\circ$, lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Tìm

- Phương trình chuyển động, phương trình quỹ đạo của viên đạn
- Độ cao và tầm xa cực đại của viên đạn
- Vận tốc của viên đạn ở đỉnh cao nhất và vận tốc chạm đất của đạn

Bài 2: Từ đỉnh tháp cao 25m, một hòn đá được ném lên với vận tốc ban đầu 5m/s theo phương hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc $\alpha = 30^\circ$.

- Viết phương trình chuyển động, phương trình quỹ đạo của hòn đá.
- Sau bao lâu kể từ lúc ném, hòn đá sẽ chạm đất? Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$

Bài 3: Một vật được ném lên với vận tốc ban đầu 60m/s lập với mặt đất góc 30° . Hãy xác định:

- Thành phần vận tốc ban đầu của vật theo phương ngang và theo phương thẳng đứng.
- Phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo của vật
- Thời gian vật chuyển động từ khi ném đến khi chạm đất
- Độ cao lớn nhất và tầm xa vật đạt được.
- Vận tốc của vật ở độ cao cực đại và vận tốc chạm đất.

Bài 4: Từ độ cao 15 m so với mặt đất, một vật được ném chệch lên với véc tơ vận tốc đầu 20 m/s hợp với phương nằm ngang góc 30° . Tính

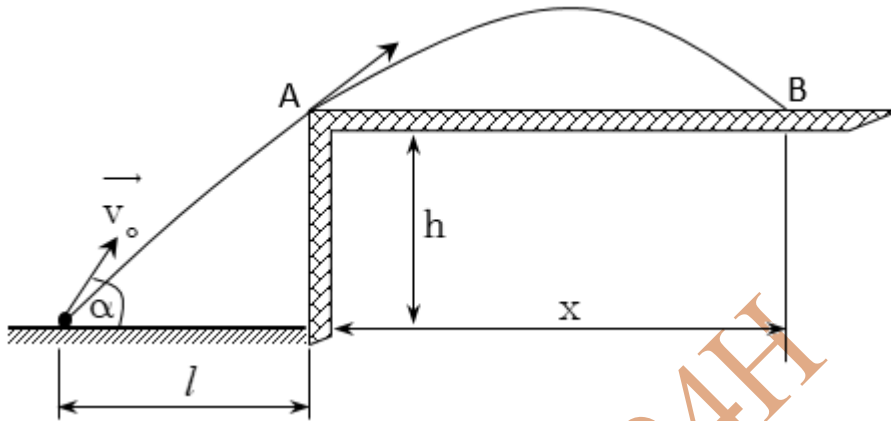
- Thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất
- Độ cao lớn nhất (so với đất) mà vật đạt tới
- Tầm bay xa của vật. Lấy $g=10\text{m/s}^2$.

Bài 5: Từ đỉnh tháp cao 12 m so với mặt đất, người ta ném hòn đá với vận tốc ban đầu 15m/s theo hướng lập với phương ngang 45° . Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$, bỏ qua sức cản của không khí. Hãy xác định:

- Thời gian hòn đá bay trong không khí

- b) Độ cao hòn đá đạt được so với mặt đất.
- c) Khoảng cách theo phương ngang từ điểm hòn đá chạm đất đến chân tháp
- d) Phương chiều, độ lớn vận tốc khi hòn đá chạm đất.

Bài 6: Người ta đặt một súng cối dưới một căn hầm có độ sâu h . Hỏi phải đặt súng cách vách hầm một khoảng L bằng bao nhiêu so với phương ngang để tầm xa x của đạn trên mặt đất là lớn nhất. Tính tầm xa này biết vận tốc đạn khi rời súng là v_0 .



Bài 7: Một viên đạn được bắn từ độ cao 305 m so với mặt đất với vận tốc 600m/s, nghiêng một góc $\alpha = 30^\circ$, lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Tính:

- a) Thời gian để vật chạm đất
- b) Độ cao so với mặt đất và tầm xa cực đại của viên đạn
- c) Vận tốc của viên đạn ở đỉnh cao nhất và vận tốc chạm đất của đạn

Bài 8: Một vật được ném xiên từ mặt đất với vận tốc đầu $v_0 = 50$ (m/s). Khi lên đến đỉnh cao nhất, vận tốc của vật là $v = 40$ (m/s). Lấy $g = 10$ (m/s²).

- a) Tính góc nghiêng khi ném?
- b) Viết phương trình quỹ đạo và vẽ quỹ đạo chuyển động của vật?
- c) Tính tầm bay xa, tầm bay cao của vật?

Bài 9: Một vật được ném lên từ mặt đất theo phương xiên góc tại điểm cao nhất của quỹ đạo vật có vận tốc bằng một nửa vận tốc ban đầu và độ cao $h = 15$ (m). Lấy $g = 10$ (m/s).

- a) Tính ở độ lớn vận tốc ban đầu?
- b) Viết phương trình quỹ đạo của vật?
- c) Tính tầm ném xa?
- d) Ở độ cao nào vận tốc của vật hợp với phương ngang một góc 30° . Tính độ lớn vận tốc lúc ấy?

Bài 10: Em bé ngồi dưới sàn nhà ném 1 viên bi lên bàn cao $h = 1$ (m) với vận tốc $v = 2/10$ (m/s). Để viên bi có thể rơi xuống mặt bàn ở B xa mép bàn A nhất thì vectơ vận tốc có phải nghiêng với phương ngang 1 góc bằng bao nhiêu? Lấy $g = 10$ (m/s²). Tính AB và khoảng cách từ chỗ ném đến chân bàn H?

MÔ PHỎNG CHUYỂN ĐỘNG NÉM XIÊN

Phát triển từ code chương trình “Rơi tự do” mở rộng bài toán thành chuyển động hai chiều của vật trong trường trọng lực đều.

Xét một vật bị ném từ độ cao 20 m, tức vị trí ban đầu: $x = 0$, $y = 20$; với vận tốc đầu 30 m/s chệch 60 độ theo phương ngang. Trạng thái ban đầu ấy được cho như sau:

```
1 %% INPUT DATA
2 x = 0;
3 y = 20;
4
5 v = 30;
6 alpha = 60;
7
8 t = 0;
9 dt = 0.01;
```

Phạm vi quan sát, cài đặt ở tầm xa 100 m và độ cao 70 m:

```
1 %% FIGURE
2 figure('name','Nem xien','color','white','numbertitle','off');
3 hold on
4 fig_quanang = plot(x,y,'ro','MarkerSize',10,'markerfacecolor','r');
5 ht = title(sprintf('t = %0.2f s',t));
6
7 axis equal
8 axis([-1 100 -1 70]);
```

Vòng lặp tính toán gia tốc, vận tốc và toạ độ theo phương pháp chuỗi Taylor:

```
1 %% CALCULATION
2 alpha = alpha/180*pi;
3 vx = v*cos(alpha);
4 vy = v*sin(alpha);
5
6 while y>-0.01
7 t = t+dt;
8 ax = 0;
9 ay = -g;
10 vx = vx+ax*dt;
11 vy = vy+ay*dt;
12 x = x+vx*dt+0.5*ax*dt.^2;
13 y = y+vy*dt+0.5*ay*dt.^2;
14
15 plot(x,y,'o','markersize',0.5,'color','k');
16 set(fig_quanang,'xdata',x,'ydata',y);
17 set(ht,'string',sprintf('t = %0.2f s',t));
18 pause(0.002);
19 end
```

