

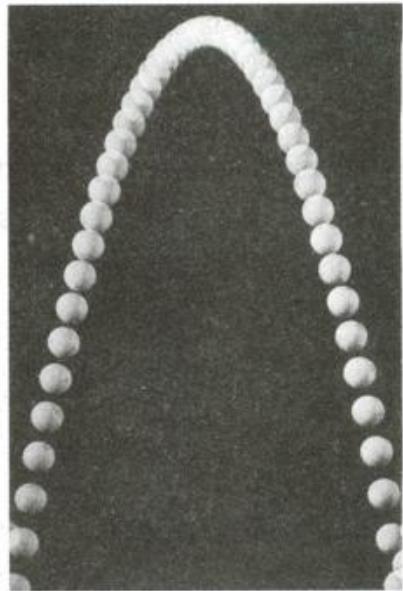
18

CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT BỊ NÉM

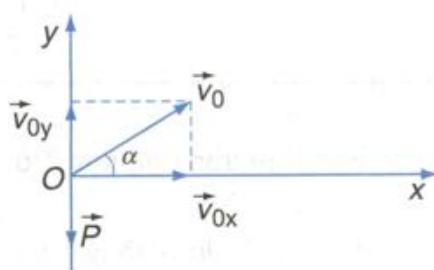
Trong bài này, ta khảo sát chuyển động của một vật được ném lên từ mặt đất với vận tốc ban đầu \vec{v}_0 hợp với phương nằm ngang một góc α (gọi là góc ném). Trọng trường ở gần mặt đất được coi là trọng trường đều.



Các vệt pháo hoa trên bầu trời cho ta hình ảnh quỹ đạo của vật bị ném lên.



Hình ảnh các vị trí liên tiếp của một quả bóng tennit bị ném lên. Quỹ đạo của quả bóng có dạng gì? Những yếu tố nào quyết định tầm bay xa và tầm bay cao của quả bóng?



Hình 18.1 Hệ toạ độ cho vật bị ném xiên

1. Quỹ đạo của vật bị ném xiên

Chọn mặt phẳng toạ độ xOy là mặt phẳng thẳng đứng chứa \vec{v}_0 . Gốc O trùng với điểm xuất phát của vật. Trục Oy hướng lên trên (Hình 18.1). Gốc thời gian là thời điểm ném vật. Ta có :

$$x_0 = 0 \quad ; \quad y_0 = 0 \quad (18.1)$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha ; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (18.2)$$

Trong khi chuyển động, vật luôn chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P} = m\vec{g}$ (bỏ qua lực cản của không khí).

Vận dụng công thức (15.3), ta tìm được hình chiếu của vectơ gia tốc trên hai trục :

- C1** Từ (18.2) và (18.3) hãy cho biết hình chiếu của vật trên các trục Ox , Oy chuyển động như thế nào.

$$a_x = 0; \quad a_y = -g \quad (18.3)$$

Vận dụng (4.5), ta có :

$$v_x = v_0 \cos \alpha \quad (18.4)$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \quad (18.5)$$

Vận dụng (5.3) ta có sự phụ thuộc của x và y vào thời gian.

$$x = (v_0 \cos \alpha)t \quad (18.6)$$

$$y = (v_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2} \quad (18.7)$$

(18.6), (18.7) là *phương trình chuyển động của vật*.

Rút t từ (18.6) thay vào (18.7), ta được :

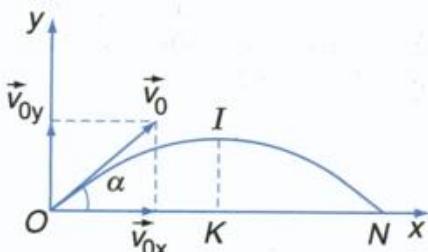
$$y = \frac{-gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + (\tan \alpha)x \quad (18.8)$$

(18.8) là *phương trình của quỹ đạo của vật*. Quỹ đạo này là một parabol (Hình 18.2).

C2 Cho biết ý nghĩa của dấu trừ trong biểu thức của a_y . Phải chăng nó diễn tả chuyển động chậm dần?

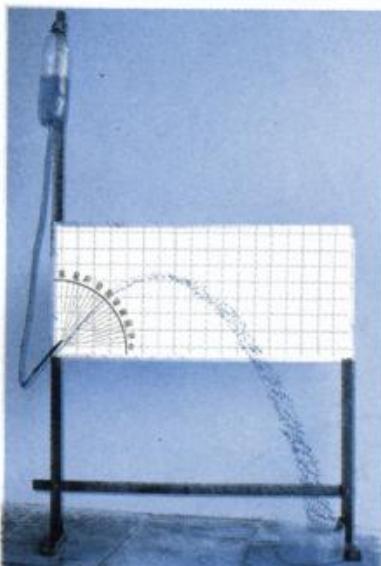
Các phương trình (18.6) và (18.7) cho thấy : Hình chiếu của vật trên Ox chuyển động đều, còn hình chiếu của vật trên Oy chuyển động biến đổi đều.

C3 Làm thế nào để có hệ thức giữa y và x ?



Hình 18.2 $H = KI$ là *tầm bay cao*
 $L = ON = 2OK$ là *tầm bay xa*.

Thí nghiệm kiểm chứng



Vòi phun có thể thay đổi góc nghiêng α so với phương nằm ngang. Vận tốc v_0 của nước được điều chỉnh bằng cách thay đổi độ cao của bình chứa.

2. Tầm bay cao

Ta gọi *độ cao cực đại mà vật đạt tới là tầm bay cao*.

Khi vật lên tới đỉnh I của quỹ đạo, \vec{v} hướng theo phương nằm ngang, $v_y = 0$.

Thay giá trị đó vào (18.5) ta xác định được thời điểm vật tới đỉnh I :

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (18.9)$$

Thay (18.9) vào (18.7) ta có tầm bay cao :

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (18.10)$$

Hãy dùng thiết bị trên để kiểm nghiệm trong các trường hợp sau :

a) Giữ α ở một giá trị nhất định, thay đổi v_0 . Nhận xét xem H và L thay đổi như thế nào, có phù hợp với (18.10), (18.12) không ?

b) Giữ v_0 ở một giá trị nhất định, tăng dần α từ 0° đến 90° . Hãy nhận xét xem :

– H, L thay đổi thế nào, có phù hợp với (18.10), (18.12) không ?

– Với giá trị nào của α thì L lớn nhất ?

– Có thể có hai giá trị khác nhau của α mà cho cùng một giá trị của L không ? Vì sao ?

3. Tâm bay xa

Ta gọi *khoảng cách giữa điểm ném và điểm rơi (cùng trên mặt đất)* là *tâm bay xa*.

Khi vật trở về mặt đất, $y = 0$. Thay giá trị đó vào (18.7) ta tìm được thời điểm vật trở về mặt đất (chỉ lấy nghiệm khác 0).

$$t_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad (18.11)$$

Thay (18.11) vào (18.6) ta có tâm bay xa :

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (18.12)$$

4. Vật ném ngang từ độ cao h

Bài toán

Một vật được ném từ điểm M ở độ cao $h = 45$ m với vận tốc ban đầu $v_0 = 20$ m/s theo phương nằm ngang. Hãy xác định :

- a) Dạng quỹ đạo của vật.
- b) Thời gian vật bay trong không khí.
- c) Tâm bay xa của vật (khoảng cách từ hình chiếu của điểm ném trên mặt đất đến điểm rơi).
- d) Vận tốc của vật khi chạm đất.

Lấy $g = 10$ m/s², bỏ qua lực cản của không khí.

Bài giải

Dùng hệ toạ độ như ở Hình 18.3 (Ox nằm trên mặt đất). Vận dụng (18.4) và (18.5) với $\alpha = 0$, ta có :

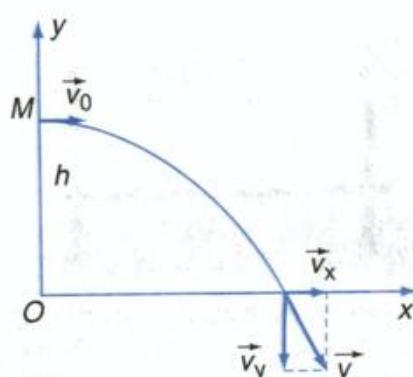
$$v_x = v_0 = 20 \quad (18.13)$$

$$v_y = -gt = -10t \quad (18.14)$$

Từ đó :

$$x = v_0 t = 20t \quad (18.15)$$

$$y = h - \frac{gt^2}{2} = 45 - 5t^2 \quad (18.16)$$



Hình 18.3

a) Rút t từ (18.15) thay vào (18.16), ta có dạng
quỹ đạo : $y = 45 - \frac{x^2}{80}$

Quỹ đạo có dạng parabol, đỉnh là M .

b) Khi tới đất, $y = 0$. Từ (18.16) :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 3\text{ s}$$

(bằng thời gian rơi tự do).

c) Thay t vào (18.15) ta được tâm bay xa $L = 60\text{ m}$.

d) Thay t vào (18.14) ta có :

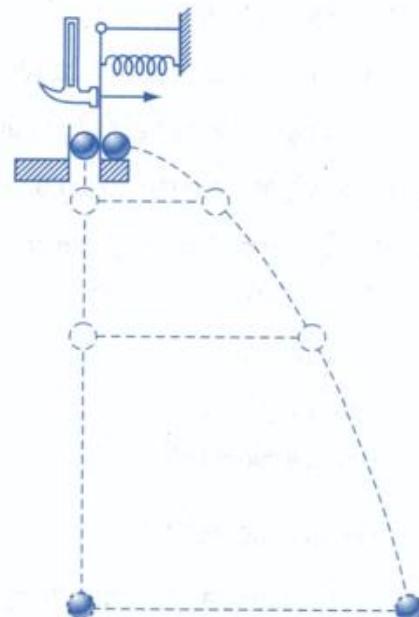
$$v_y = -30\text{ m/s}$$

Vận tốc khi chạm đất :

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \approx 36\text{ m/s}$$

Thí nghiệm kiểm chứng

Theo kết quả câu b của bài toán bên, thời gian chuyển động của một vật bị ném ngang bằng thời gian chuyển động của một vật rơi tự do (từ cùng một độ cao). Thí nghiệm ở Hình 18.4 xác nhận điều đó. Hai vật chạm đất cùng một lúc.



Hình 18.4

CÂU HỎI

- Khi luyện tập các môn như : đẩy tạ, nhảy xa..., em có thể vận dụng những kiến thức gì trong bài này để nâng cao thành tích của mình ?
 - Từ một máy bay chuyển động đều theo phương nằm ngang, người ta thả một vật xuống đất.
 - Người đứng ở mặt đất nhìn thấy vật có quỹ đạo như thế nào ?
 - Người ở trên máy bay nhìn thấy vật có quỹ đạo như thế nào ?
 - Khi vật rơi tới đất thì máy bay ở đâu ?
- Bỏ qua lực cản của không khí.



BÀI TẬP

- Một vật khối lượng m , được ném ngang từ độ cao h với vận tốc ban đầu v_0 . Tầm bay xa của nó phụ thuộc vào những yếu tố nào ?
 - m và v_0 .
 - m và h .
 - v_0 và h .
 - m, v_0 và h .
- Hãy chọn câu đúng.

Trong Hình 18.2, giá tốc của vật tại đỉnh I

 - hướng ngang từ trái sang phải.
 - hướng ngang từ phải sang trái.
 - hướng thẳng đứng xuống dưới.
 - bằng 0.
- Một vật được ném lên từ mặt đất với $v_0 = 10 \text{ m/s}$ và góc ném α . Tính toán và điền kết quả vào bảng sau đây. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

α	0	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Tầm bay xa L (m)							
Tầm bay cao H (m)							

Hãy nhận xét kết quả.

- Vẽ quỹ đạo của vật trong bài tập trên cho trường hợp $\alpha = 45^\circ$.
- Từ độ cao 15 m so với mặt đất, một vật được ném chêch lên với vectơ vận tốc đầu 20 m/s hợp với phương nằm ngang một góc 30° . Hãy tính :
 - Thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất.
 - Độ cao lớn nhất (so với mặt đất) mà vật đạt tới.
 - Tầm bay xa của vật (khoảng cách từ hình chiếu của điểm ném trên mặt đất đến điểm rơi).

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Một vật được ném ngang với vận tốc $v_0 = 30 \text{ m/s}$, ở độ cao $h = 80 \text{ m}$.
 - Vẽ quỹ đạo chuyển động.
 - Xác định tầm bay xa của vật.
 - Xác định vận tốc của vật lúc chạm đất.
- Một máy bay bay theo phương ngang ở độ cao 5 km với vận tốc không đổi 720 km/h . Người trên máy bay muốn thả một vật rơi trúng một đích nào đó trên mặt đất thì phải thả từ cách đích bao xa theo phương nằm ngang ? Bỏ qua lực cản của không khí.
- Một vật được ném ngang ở độ cao 20 m phải có vận tốc đầu là bao nhiêu để trước lúc chạm đất, vận tốc của nó là 25 m/s ?