<u>PHẦN I</u>

CƠ HỌC

MỞ ĐẦU

- Vật lý học là một môn khoa học cơ bản nhất trong các môn học của khoa học tự nhiên. Từ các kiến thức của vật lý có thể suy ra những tính chất đơn giản cũng như tổng quát nhất của thế giới vật chất, suy ra các kết luận về bản chất của các đối tượng vật chất. Môn vật lý là cơ sở để nghiên cứu các môn học khác của khoa học tự nhiên như : Cơ lý thuyết, Sức bền vật liệu, Hoá học, Sinh học, Điện kỹ thuật, Kỹ thuật điện từ, Nhiệt kỹ thuật....Đồng thời Vật lý có mối quan hệ với các ngành khoa học khác như Toán học, Thiên văn học, Triết học...

Đối tượng nghiên cứu của vật lý học gồm các dạng vận động: Vận động cơ, vận động nhiệt, vận động điện từ, vận động nguyên tử, vận động hạt nhân. Trong phần I, chúng ta nghiên cứu dạng vận động cơ. Môn học nghiên cứu dạng vận động này là Cơ học.

- Mục đích của cơ học: Nghiên cứu các dạng vận động đơn giản nhất của vật chất, cụ thể là nghiên cứu sự dịch chuyển của vật này so với vật khác hay các phần của cùng một vật với nhau.

Sau đây là một số khái niệm mở đầu của phần cơ học:

- Chuyển động cơ của một vật: Là sự thay đổi vị trí của vật đó đối với vật khác trong không gian và theo thời gian.

- Hệ quy chiếu: Gồm một hệ trục tọa độ và một đồng hồ đo thời gian. Hệ trục tọa độ có gốc được gắn với vật được chọn làm mốc và các trục tọa độ để xác định vị trí của các vật đang khảo sát.

Chú ý: Chuyển động chỉ có tính tương đối vì tùy thuộc vào việc chọn hệ quy chiếu mà vật đang khảo sát có thể đứng yên hay chuyển động.

- Chất điểm: Một vật có kích thước rất nhỏ, không đáng kể so với kích thước khoảng không gian trong đó nó chuyển động (khái niệm chất điểm chỉ có tính tương đối).

- Vật rắn (tuyệt đối): Là hệ chất điểm mà khoảng cách giữa hai chất điểm bất kỳ trên nó là không đổi.

Chú ý: Trong thực tế không tồn tại vật rắn như vậy. Tuy nhiên, nếu biến dạng của vật là nhỏ so với chuyển động của vật thì có thể coi nó là vật rắn.

Cơ học gồm hai phần chính:

- Động học: Nghiên cứu các đặc trưng của chuyển động cơ (phương trình chuyển động, phương trình quĩ đạo, đường đi, vận tốc, gia tốc)

- Động lực học: Nghiên cứu quan hệ giữa sự biến đổi trạng thái chuyển động của vật với tương tác giữa các vật đó. Cơ sở của động lực học gồm ba định luật Newton và nguyên lý tương đối Galiléo.

Cơ học Newton còn gọi là cơ học cổ điển. Giới hạn của cơ học cổ điển là tất cả các vật có khối lượng lớn (so với khối lượng nguyên tử) và chuyển động với vận tốc nhỏ so với vận tốc ánh sáng.

CHƯƠNG 1
ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

Động học nghiên cứu các dạng đặc trưng của chuyển động cơ (phương trình chuyển động, phương trình quỹ đạo, đường đi, vận tốc, gia tốc), nhưng không xét tới nguyên nhân gây ra sự thay đổi trạng thái chuyển động.

1.1- PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG VÀ PHƯƠNG TRÌNH QUỸ ĐẠO

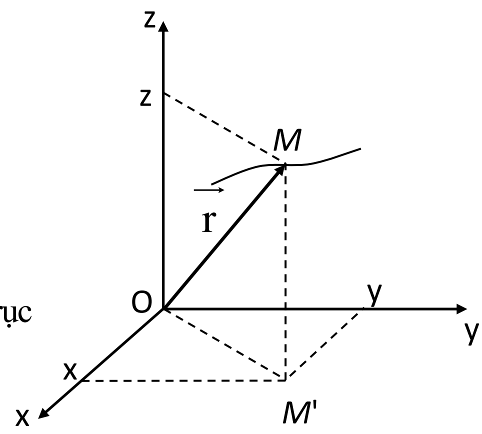
1.1.1. Phương trình chuyển động

Xét một chất điểm M chuyển động trong không gian. Trong hệ tọa độ Đề các Oxyz thì vị trí của M được xác định bởi véctơ vị trí $\overrightarrow{OM} = \vec{r}$.

Trong hệ tọa độ Đề các, $\vec{r}$ được biểu diễn: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$

Trong đó: x, y, z là các thành phần của $\vec{r}$ trên các trục hay là tọa độ của chất điểm ;

$\vec{i}$, $\vec{J}$; $\vec{k}$ là các véctơ đơn vị trên các trục.



Hình 1-1

Khi M chuyển động thì $\vec{r}$ thay đổi theo thời gian:

$$\vec{r} = \vec{r}(t) \qquad (1\text{-}1)$$

hay: $$x = x(t);\ \ y = y(t);\ \ z = z(t) \qquad (1\text{-}2)$$

(1-1) hay (1-2) được gọi là phương trình chuyển động của chất điểm.

Vậy: Hàm số biểu diễn sự phụ thuộc của $\vec{r}$ (hay các tọa độ của chất điểm) theo thời gian gọi là phương trình chuyển động.

Ví dụ: Phương trình chuyển động của chất điểm ném theo phương ngang Ox có dạng: $x = v_0.t;$ $y = \dfrac{g.t^2}{2}$. Trong đó, v_0 và g là các hằng số.

1.1.2. Phương trình quỹ đạo

Quỹ đạo là đường liên tục tạo bởi tất cả các vị trí của chất điểm đi qua.

Phương trình quỹ đạo là phương trình mô tả dạng quỹ đạo của chất điểm chuyển động trong không gian, nó biểu diễn mối liên hệ giữa các tọa độ không gian x,y,z của chất điểm : $f(x,y,z) = \text{const}$

Thí dụ: Khử t trong phương trình chuyển động ở ví dụ trên ta được phương trình quỹ đạo của chất điểm: $y = \dfrac{g}{2.v_0^2}.x^2$

Phương trình này mô tả quỹ đạo là nửa đường parabôn ứng với các giá trị $x > 0$.

1. 2. VÉC TƠ VẬN TỐC

Véc tơ vận tốc là đại lượng vật lý đặc trưng cho phương chiều và độ nhanh, chậm của chuyển động, tức là đặc trưng cho trạng thái chuyển động của chất điểm.

1.2.1. Vận tốc trung bình

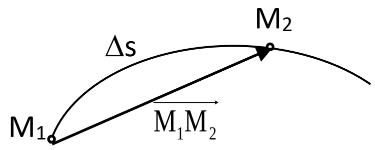
Xét một chất điểm M chuyển động.

Tại thời điểm t chất điểm ở vị trí M_1. Tại thời điểm $t+\Delta t$ chất điểm ở vị trí M_2 và quãng đường chất điểm đi được là Δs.

- *Tốc độ trung bình*: Tốc độ trung bình trong một khoảng thời gian nào đó là tỷ số giữa quãng đường chất điểm đi được và khoảng thời gian để chất điểm đi hết quãng đường đó.

$$|v_{TB}| = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1\text{-}3)$$

Tốc độ trung bình chỉ cho biết độ nhanh, chậm của chuyển động trên một quãng đường nào đó hay trong một khoảng thời gian nào đó.



Hình 1-2

- *Vận tốc trung bình*:

Trong khoảng thời gian Δt chất điểm đã dời vị trí từ M_1 đến M_2. Véc tơ $\overrightarrow{M_1M_2}$ gọi là véc tơ độ dời của chất điểm trong khoảng thời gian nói trên.

Vận tốc trung bình là một véc tơ được xác định bằng véc tơ độ dời chia cho khoảng thời gian chuyển động tương ứng.

$$\vec{v}_{TB} = \frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{\Delta t} \quad (1\text{-}4)$$

Trong chuyển động thẳng của chất điểm, véc tơ độ dời nằm trên đường thẳng quỹ đạo. Nếu chọn hệ trục tọa độ Ox trùng với đường thẳng quỹ đạo thì véc tơ độ dời có phương trùng trục Ox. Thay cho véc tơ độ dời $\overrightarrow{M_1M_2}$, ta xét giá trị đại số Δx của véc tơ độ dời và gọi tắt là độ dời. Giá trị đại số của véc tơ độ dời $\overrightarrow{M_1M_2}$ bằng $\Delta x = x_2 - x_1$ trong đó x_1 và x_2 lần lượt là tọa độ của các điểm M_1 và M_2 trên trục Ox.

Vận tốc trung bình của chuyển động thẳng: $v_{TB-x} = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ (1-5)

Vận tốc trung bình của chuyển động thẳng có dấu đại số. Nếu vật chuyển động theo một hướng và trùng hướng dương của trục Ox thì vận tốc trung bình có dấu dương. Nếu vật chuyển động theo một hướng và ngược hướng dương của trục Ox thì vận tốc trung bình có dấu âm. Nếu vật chuyển động sau đó quay trở về vị trí cũ, vận tốc trung bình bằng không.

Chú ý: Cần phân biệt độ dời và quãng đường vật đi được.

1.2.2. Vận tốc tức thời

Vận tốc trung bình trong một khoảng thời gian không thể cho chúng ta biết chất điểm chuyển động nhanh như thế nào, hoặc theo hướng nào tại bất kỳ một thời điểm nào đã cho trong khoảng đó. Để mô tả chuyển động một cách chi tiết hơn, chúng ta cần xác định vận tốc tức tại bất kỳ thời điểm nào, hoặc bất kỳ một điểm đặc biệt nào dọc theo đường đi. Một vận tốc như vậy được gọi là **vận tốc tức thời**.

Xét một chuyển động thẳng, khi Δt đủ nhỏ thì Δx cũng rất nhỏ, theo định nghĩa về giới hạn ta có vận tốc tức thời tại thời điểm t là:

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (1\text{-}6)$$

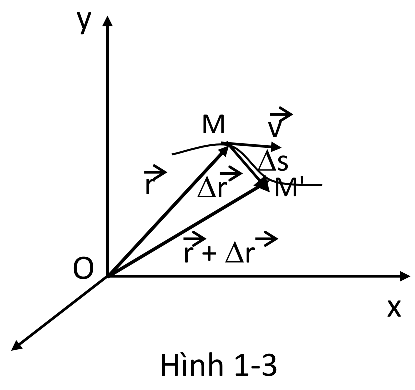
Định nghĩa: Vận tốc tức thời là giới hạn của vận tốc trung bình khi khoảng thời gian dần tới không.

Do Δt dương nên v_x có cùng dấu đại số như Δx. Nếu chất điểm chuyển động theo chiều dương của trục Ox thì x tăng nên v_x có giá trị dương. Nếu chất điểm chuyển động theo chiều âm của trục Ox thì x giảm nên v_x có giá trị âm. Một vật thể có thể có x dương và v_x âm hoặc ngược lại. x cho chúng ta biết vật thể đang nằm ở đâu, trong khi v_x cho chúng ta biết nó đang chuyển động như thế nào.

Đơn vị của vận tốc: mét/giây (m / s)

1.2.3. Véctơ vận tốc

Để mô tả chuyển động của chất điểm trong không gian, người ta dùng véc tơ vị trí $\vec{r}$. Đó là véc tơ kéo dài từ một điểm mốc nào đó (thường là gốc tọa độ) đến chất điểm. Khi chất điểm chuyển động trong không gian, quỹ đạo tổng quát của nó là một đường cong (Hình 1-3). Trong khoảng thời gian Δt chất điểm



Hình 1-3

chuyển động từ điểm M, có véc tơ vị trí là $\vec{r}$ đến vị trí M$^{/}$ có véc tơ vị trí là $\vec{r}^{\,/} = \vec{r} + \Delta\vec{r}$

Véc tơ vận tốc trung bình được định nghĩa :

$$\vec{v}_{TB} = \frac{\vec{r}^{\,/} - \vec{r}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \qquad (1\text{-}7)$$

Véc tơ vận tốc tức thời được định nghĩa: $\overrightarrow{v} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta\overrightarrow{r}}{\Delta t} = \dfrac{d\overrightarrow{r}}{dt}$ (1-8)

Vậy: Véc tơ vận tốc bằng đạo hàm theo thời gian của véc tơ vị trí.

Khi $\Delta t \to 0$, các điểm M và M$^{/}$ càng gần nhau, trong giới hạn này véc tơ $\Delta\vec{r}$ trở thành đường tiếp tuyến với đường cong. Hướng của véc tơ $\Delta\vec{r}$ trong giới hạn cũng là hướng của véc tơ vận tốc tức thời $\vec{v}$.

Đặc điểm của $\overrightarrow{v}$: *Phương*: Tiếp tuyến với quỹ đạo tại từng điểm.

Chiều: Thuận theo chiều chuyển động.

Độ lớn: là tốc độ v của chất điểm ở thời điểm ta xét.

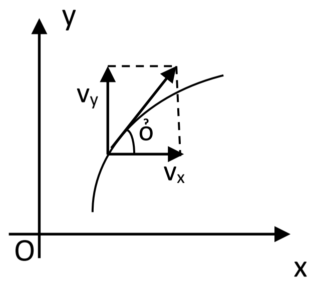
Trong hệ tọa độ Đề các, $\overrightarrow{v}$ được biểu diễn: $\overrightarrow{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$ (1-9)

Với: $v_x = \dfrac{dx}{dt}$; $v_y = \dfrac{dy}{dt}$; $v_z = \dfrac{dz}{dt}$ (1-10)

Suy ra độ lớn của vận tốc tức thời:

$$v = |\overrightarrow{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \qquad (1\text{-}11)$$

Khi vật chuyển động trong mặt phẳng xy, tốc độ (độ lớn của $\vec{v}$) là: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ và hướng của vận tốc tức thời $\vec{v}$ cho bởi góc α trong hình vẽ. Ta thấy: $\tan\alpha = \dfrac{v_y}{v_x}$



Hình 1-4

1. 3 - GIA TỐC

Là đại lượng vật lý đặc trưng cho sự thay đổi về hướng và độ lớn của véctơ vận tốc.

1.3.1. Véc tơ gia tốc

Véc tơ gia tốc trung bình: $\vec{a}_{TB} = \dfrac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

Véc tơ gia tốc tức thời: $\overrightarrow{a} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta\overrightarrow{v}}{\Delta t} = \dfrac{d\overrightarrow{v}}{dt}$ (1-12)

Định nghĩa: Véc tơ gia tốc tức thời bằng đạo hàm theo thời gian của véc tơ vận tốc.

Đơn vị: mét/(giây)^2 (m/s^2)

Trong hệ tọa độ Đề các: $\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$

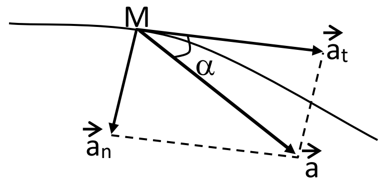
Với: $a_x = \dfrac{d^2x}{dt^2} = \dfrac{dv_x}{dt}$; $a_y = \dfrac{d^2y}{dt^2} = \dfrac{dv_y}{dt}$; $a_z = \dfrac{d^2z}{dt^2} = \dfrac{dv_z}{dt}$

Độ lớn: $a = |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ (1-13)

1.3.2. Gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến

Khi chất điểm chuyển động trên quỹ đạo bất kỳ, véc tơ gia tốc có thể phân tích thành gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến:

$$\vec{a} = \vec{a_t} + \vec{a_n} \qquad (1\text{-}14)$$



Hình 1-5

a. Véctơ gia tốc tiếp tuyến: $\overrightarrow{\mathrm{a}_t}$

Phương: Tiếp tuyến với quỹ đạo tại điểm đang xét.

Chiều: Chuyển động nhanh dần (v tăng): $\overrightarrow{\mathrm{a}_t}$ cùng chiều chuyển động;

Chuyển động chậm dần (v giảm): $\overrightarrow{\mathrm{a}_t}$ ngược chiều chuyển động.

Độ lớn: $a_t = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{dv}{dt}$ (1-15)

í nghĩa: Khi a_t càng lớn thì $\dfrac{dv}{dt}$ càng lớn, nghĩa là trị số của vận tốc biến thiên càng nhanh, do đó véc tơ gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của véc tơ vận tốc.

Như vậy, trong chuyển động (thẳng hoặc tròn) đều: v = const nên a_t =0 còn trong chuyển động thẳng biến đổi đều: $\dfrac{dv}{dt} = const$ nên $a_t = const$

b. Véctơ gia tốc pháp tuyến: $\overrightarrow{\mathrm{a}_n}$

Phương: Là phương pháp tuyến của quỹ đạo tại điểm đang xét (vuông góc với tiếp tuyến tại đó).

Chiều: Quay về phía lõm của quỹ đạo tại *M*, nên $\vec{a_n}$ còn được gọi là gia tốc hướng tâm.

Độ lớn: $a_n = \dfrac{v^2}{R}$ (1-16)

(với R là bán kính cong của quỹ đạo tại điểm đang xét).

í nghĩa: Cùng một giá trị vận tốc, nếu *R* càng bé (tức là phương của véc tơ vận tốc thay đổi càng nhiều) thì a_n càng lớn. Vậy gia tốc pháp tuyến đặc trưng cho sự thay đổi về phương của véc tơ vận tốc.

Trong chuyển động thẳng biến đổi đều, véc tơ vận tốc có phương không đổi, nhưng có trị số thay đổi đều, suy ra: $a_n = 0$; $a_t = const.$

còn trong chuyển động tròn đều, véc tơ vận tốc có độ lớn không đổi, nhưng có phương biến đổi đều, suy ra: $a_t = 0$; $a_n = const.$

Tóm lại véc tơ gia tốc trong chuyển động cong có biểu thức : $\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a_t} + \overrightarrow{a_n}$

Độ lớn: $$|\vec{a}| = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \quad (1\text{-}17)$$

Giữa a_t và a_n có liên hệ: $$tan\alpha = \frac{a_n}{a_t}$$

1.4 - HAI DẠNG CHUYỂN ĐỘNG CƠ ĐẶC BIỆT

1.4.1. Chuyển động thẳng biến đổi đều

Chuyển động thẳng biến đổi đều là chuyển động dọc theo một trục nào đó (ví dụ: trục Ox) với gia tốc không đổi.

Vì $a_n = 0$ và $a_t = const$ nên suy ra:

- Gia tốc : $a = a_t = \dfrac{dv}{dt} = const$

- Vận tốc: $\int_{v_0}^{v} dv = \int_0^t a.dt$ nên: $v = at + v_0$ (1-18)

- Đường đi: $\int_0^s ds = \int_0^t (v_0 + at)dt$ nên: $s = v_0t + \dfrac{at^2}{2}$ (1-19)

Khử thời gian trong (1-18) và (1-19) ta tìm được hệ thức :

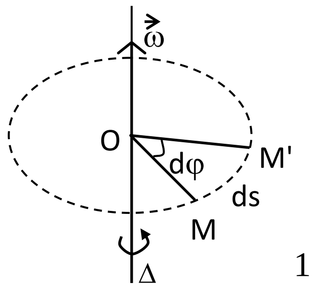
$$v^2 - v_0^2 = 2as \quad (1\text{-}20)$$

1.4.2. Chuyển động tròn

Là chuyển động có quỹ đạo là đường tròn, bán kính *R*.

Để đặc trưng cho chuyển động tròn, ngoài véc tơ vận tốc dài $\vec{v}$, gia tốc tiếp tuyến $\vec{a}_t$ và gia tốc pháp tuyến $\vec{a}_n$, người ta còn dùng các đại lượng góc như véc tơ vận tốc góc $\vec{\omega}$ và véc tơ gia tốc góc $\vec{\beta}$.

a. Véc tơ vận tốc góc



Hình 1-6

Để đặc trưng cho độ nhanh chậm và chiều quay của chất điểm, tức là đặc trưng cho trạng thái chuyển động quay của chất điểm trên quĩ đạo tròn, người ta đưa ra véc tơ vận tốc góc $\vec{\omega}$

Giả sử xét chất điểm chuyển động trên quĩ đạo tròn tâm *O*, bán kính *R*. Tại thời điểm *t* chất điểm ở vị trí *M*, tại thời điểm $t+dt$ chất điểm ở *M'*. Trong khoảng thời gian $dt = t_2 - t_1$ quay được một góc là $d\varphi$.

- *Định nghĩa:* Véc tơ vận tốc góc là đại lượng có giá trị bằng đạo hàm của góc quay theo thời gian.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \qquad (1\text{-}21)$$

- *Đặc điểm của* $\vec{\omega}$:

Phương $\vec{\omega}$: Nằm trên trục Δ

Chiều $\vec{\omega}$: Thuận với chiều quay của chất điểm (quy tắc cái đinh vít).

Trong chuyển động tròn đều: $\omega = const$; $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi n$

Với: T là chu kỳ quay (s); n là tần số quay (vòng/giây)

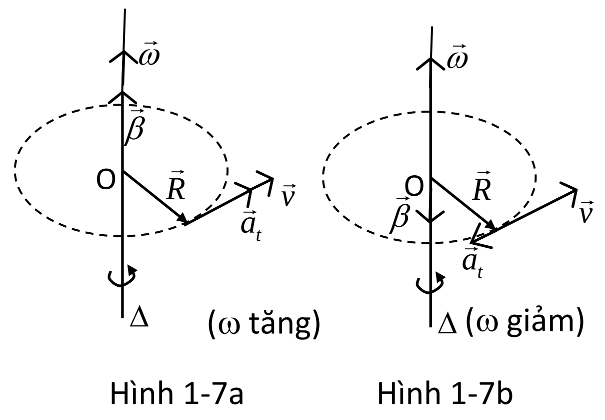
- *Đơn vị vận tốc góc :* rađian/giây (rad/s)

b. Véc tơ gia tốc góc

Giả sử trong khoảng thời gian $\Delta t = t' - t$, véc tơ vận tốc góc của chất điểm chuyển động tròn biến thiên một lượng $\overrightarrow{\Delta\omega} = \vec{\omega}' - \vec{\omega}$

Định nghĩa: Véc tơ gia tốc góc có giá trị bằng đạo hàm theo thời gian của véc tơ vận tốc góc.

$$\vec{\beta} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\overrightarrow{\Delta\omega}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \qquad (1\text{-}22)$$



Hình 1-7a Hình 1-7b

Đặc điểm:

Phương $\vec{\beta}$: Trùng với trục quay

Chiều của $\vec{\beta}$: Nếu ω tăng thì $\vec{\beta}$ cùng chiều $\vec{\omega}$ (hình 1-7a)

Nếu ω giảm thì $\vec{\beta}$ ngược chiều $\vec{\omega}$ (hình 1-7b)

Độ lớn: $\beta = \dfrac{d\omega}{dt}$ (1-23)

Đơn vị: rađian/giây^2 (rad/s^2)

í nghĩa vật lý: Véc tơ gia tốc góc $\vec{\beta}$ đặc trưng cho sự thay đổi của véc tơ vận tốc góc $\vec{\omega}$, tức là đặc trưng cho sự biến đổi trạng thái chuyển động quay của chất điểm trên quỹ đạo tròn.

c. Các công thức liên hệ

- Liên hệ giữa vận tốc dài và vận tốc góc:

Từ v = $\dfrac{ds}{dt}$ mà $ds = Rd\varphi$; $\dfrac{d\varphi}{dt}$ = ω

Nên được: $v = \omega.R$ (1-24)

Dạng véc tơ: $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{R}$ (1-25)

- Liên hệ giữa gia tốc tiếp tuyến và gia tốc góc:

Từ $a_t = \dfrac{dv}{dt}$ mà $v = \omega.R$; $\dfrac{d\omega}{dt} = \beta$

Nên được: $a_t = \beta.R$ (1-26)

Dạng véc tơ: $\vec{a_t} = \vec{\beta} \times \vec{R}$ (1-27)

- Liên hệ giữa gia tốc pháp tuyến và vận tốc góc:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2.R \qquad (1\text{-}28)$$

Dạng véctơ: $\vec{a_n} = -\omega^2.\vec{R}$

- Các phương trình của chuyển động tròn biến đổi đều:

Từ các công thức (1-21), (1-23) thực hiện phép tính tích phân ta được:

$$\omega_t = \omega_0 + \beta t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\beta t^2}{2} \qquad (1\text{-}29)$$

$$\omega_t^2 - \omega_0^2 = 2\beta(\varphi - \varphi_0)$$

Trong đó: $\beta = const$; ω_0, φ_0 là vận tốc góc và góc quay được ở thời điểm $t = 0$

ÔN TẬP CHƯƠNG 1

A- Mục đích, yêu cầu

1. Nắm được các khái niệm và đặc trưng cơ bản của chuyển động như: Hệ qui chiếu, vận tốc, gia tốc trong chuyển động thẳng và chuyển động cong.

2. Lập được phương trõnh chuyển động và phương trõnh quỹ đạo của chất điểm. Vận dụng được các công thức trong chuyển động thẳng và chuyển động cong.

B - Hướng dẫn nội dung trọng tõm lý thuyết

1. Khái niệm hệ qui chiếu, chất điểm, chuyển động.

2. Phân biệt sự khác nhau giữa phương trõnh chuyển động và phương trõnh quỹ đạo.

3. Nờu biểu thức, ý nghĩa của vận tốc tức thời và vận tốc trung bõnh. Biểu thức vận tốc trong hệ tọa độ đề-các

4. Nờu biểu thức và ý nghĩa của gia tốc tức thời.

5. Thế nào là chuyển động thẳng biến đổi đều. Các công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều.

6. Viết biểu thức của vận tốc góc, gia tốc góc, gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến trong chuyển động trũn.

7. Viết biểu thức liên hệ giữa các đại lượng trong chuyển động trũn (Liờn hệ giữa vận tốc dài và vận tốc gúc, giữa gia tốc tiếp tuyến và gia tốc gúc, giữa vận tốc góc và gia tốc hướng tâm)

BÀI TẬP CHƯƠNG 1

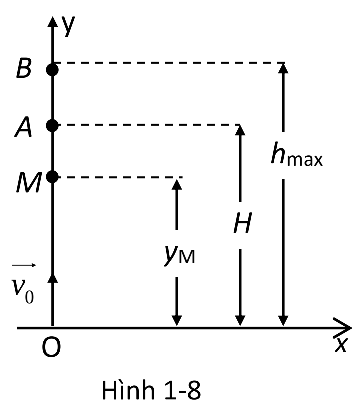
A. BÀI TẬP THÍ DỤ

Bài tập 1: Một hòn đá được thả rơi tự do từ điểm *A* ở độ cao H = 15m so với mặt đất. Đồng thời một viên đạn được bắn từ mặt đất lên cao với vận tốc ban đầu v_0=20m/s theo phương thẳng đứng đi qua điểm *A*. Bỏ qua lực cản của không khí. Lấy g=10m/s^2. Hãy tính:

a. Khoảng cách giữa viên đạn và hòn đá tại thời điểm t = 0,5s.

b. Thời điểm và vị trí mà viên đạn và hòn đá gặp nhau.

c. Độ bay cao nhất của viên đạn nếu không có hòn đá.



Hình 1-8

Hướng dẫn giải: Cho: H = 15m;

v_0 = 20m/s; $g \approx 10$m/s^2

Hỏi: Δy? t = 0,5s ; t_M? y_M? h_{max}?

a. Chọn gốc toạ độ O tại mặt đất, trục Oy hướng lên trên theo phương thẳng đứng. Gốc thời gian là thời điểm khi các vật bắt đầu chuyển động.

Phương trình chuyển động rơi của hòn đá từ độ cao $\overline{OA}=H$:

$$y_1 = H - \frac{gt^2}{2} \qquad (1)$$

Phương trình chuyển động của viên đạn bắn từ điểm O lên cao:

$$y_2 = v_0\,\mathrm{t} - \frac{gt^2}{2} \qquad (2)$$

Suy ra khoảng cách giữa viên đạn và hòn đá tại thời điểm t = 0,5s là:

$$\Delta y = y_1 - y_2 = H - v_0 t \qquad (3)$$

Thay số ta tìm được: Δy = 15 - 20 .0,5 = 5m

b. Viên đạn chạm hòn đá tại thời điểm t_M ứng với khoảng cách $\Delta y = 0$, từ (3) ta có:

$$0 = H - v_0 t_M \;\rightarrow\; t_M = \frac{H}{v_0} = \frac{15}{20} = 0,75\ \mathrm{s}$$

Thay t = 0,75s vào (1) hoặc (2) ta tìm được vị trí viên đạn chạm hòn đá.:

$$y_M = H - \frac{gt^2}{2} = 15 - \frac{10.(0,75)^2}{2} \approx 12,2\,\mathrm{m}$$

c. Nếu không có hòn đá rơi thì độ bay cao nhất h_{max} của viên đạn sẽ ứng với vị trí B tại đó vận tốc của viên đạn giảm tới $v_B = 0$, vì $a = -g$ nên ta có:

$$v_B^2 - v_0^2 = -2gh \rightarrow h_{max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(20)^2}{2.10} = 20\,\mathrm{m}$$

<u>Bài tập 2</u>: Một viên đạn được bắn từ mặt đất lên cao với vận tốc v_0 =800m/s hợp với mặt phẳng ngang một góc nghiêng $\alpha = 30^0$. Bỏ qua lực của không khí. Lấy g = 9,8m/s^2. Hãy xác định:

a. Phương trình chuyển động và dạng quỹ đạo của hòn đá.

b. Thời gian bay và vận tốc của viên đạn khi chạm đất.

c. Độ bay xa nhất và độ bay cao nhất của viên đạn.

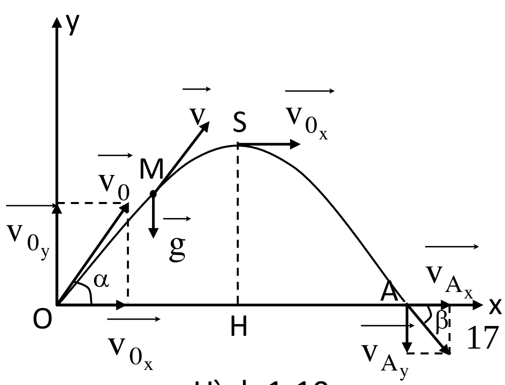
d. Gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến, gia tốc toàn phần và bán kính cong của quỹ đạo viên đạn tại điểm rơi chạm đất.

Hướng dẫn giải:

Cho: v_0 = 800m/s; g = 9,8m/s^2 ; $\alpha = 30^0$

Hỏi: $x = x_{(t)}$? $y = y_{(t)}$?; $f_{(x,y)}$?

t_A? v_A?



Hình 1-10

x_{max}? y_{max} ?

a_t? a_n? a? R?

a. Viên đạn sẽ chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng Oxy chứa viên đạn vận tốc $\overrightarrow{v_0}$ và gia tốc trọng trường $\overrightarrow{g}$.

Chọn gốc toạ độ O là điểm viên đạn bay ra khỏi nòng súng, trục Ox nằm ngang, Oy thẳng đứng hướng lên trên. Có thể phân tích chuyển động của viên đạn thành hai chuyển động thành phần:

- Chuyển động thẳng đều theo hướng Ox với gia tốc $a_x = 0$ và vận tốc ban đầu $v_{0x} = v_o\cos\alpha$.

Phương trình chuyển động của viên đạn theo phương Ox:

$$x = v_{0x}.\, t = (v_0\cos\alpha)\, t = 400\sqrt{3}\ t \qquad (1)$$

- Chuyển động thẳng biến đổi đều theo hướng Oy với gia tốc $a_y = -g$ và vận tốc ban đầu: $v_{0y} = v_0 \sin\alpha$.

Phương trình chuyển động của viên đạn theo phương Oy:

$$y = v_{0y}\, t - \frac{gt^2}{2} = (v_0 \sin\alpha)t - \frac{gt^2}{2} = -4{,}9t^2 + 400t \qquad (2)$$

Khử thời gian t trong các phương trình chuyển động (1) và (2) ta tìm được phương trình quỹ đạo của viên đạn:

$$y = -\frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2 + (tg\alpha)x \approx -1{,}02.10^{-5}x^2 + 0{,}58x \qquad (3)$$

Phương trình (3) chứng tỏ quỹ đạo của viên đạn là một đường cong parabol (đỉnh tại S, trục đối xứng là SH).

b. Viên đạn chạm đất tại điểm A có tung độ $y_A = 0$. Do đó thời gian bay của viên đạn từ O đến A phải thoả mãn phương trình:

$$y_A = (v_0\sin\alpha)t_A - \frac{gt_A^2}{2} = 0$$

Suy ra: $$t_A = \frac{2v_0\sin\alpha}{g} = \frac{2.800.0{,}5}{9{,}8} = 81\ s \qquad (4)$$

Vận tốc của viên đạn khi rơi chạm đất tại điểm A có độ lớn bằng:

$$v_A = \sqrt{v_{A_x}^2 + v_{Ay}^2} \qquad (5)$$

Trong đó: $v_{Ax} = v_{0x} = v_0\cos\alpha = 400.\sqrt{3}$ (m/s)

$v_{Ay} = v_{0y} - gt_A = v_o\sin\alpha - gt_A = -400$ (m/s)

Thay vào (5) ta được: $v_A = \sqrt{(400\sqrt{3})^2 + (-400)^2} = 800 m/s = v_0$

Vận tốc $\overrightarrow{v_A}$ lập với phương ngang Ox một góc nghiêng β được xác định bởi:

$$tg\beta = \frac{v_{Ay}}{v_{Ax}} = \frac{-400}{400\sqrt{3}} = -\frac{1}{\sqrt{3}} = tg(-30^0) \rightarrow \beta = -30^0 = -\alpha$$

c. Độ bay xa của viên đạn đúng bằng hoành độ $x_A = \overline{OA}$ (ứng với $t = t_A$).

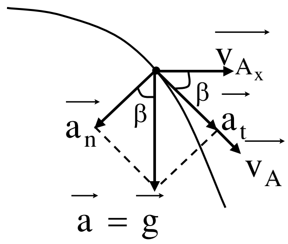
Từ (1) suy ra: $x_A = v_{ox}.t_A = (v_o \cos\alpha).\dfrac{2v_0 \sin\alpha}{g}$

Hay: $x_A = \dfrac{v_0^2.\sin 2\alpha}{g} = \dfrac{(800)^2}{9,8}.\dfrac{\sqrt{3}}{2} \approx 56,6.10^3 (m) = 56,6 km$

Nhận xét thấy x_A đạt cực đại khi sin 2α = 1 ứng với α = 45^0.

- Độ bay cao của viên đạn ứng với tung độ $y_S = \overline{SH}$ của đỉnh quỹ đạo Parabol (ứng với thời điểm $t = t_S$), lúc đó vận tốc theo phương Oy giảm tới không ($v_y = 0$). Nghĩa là:

$$v_y = v_{0y} - gt_S = 0 \rightarrow t_S = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} = \frac{t_A}{2}$$



Hình 1-11

Thay trị số t vào (2) ta tìm được:

$$y_{\max} = y_S = (v_o \sin\alpha)t_S - \frac{gt_S^2}{2} = \frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{2g} = \frac{(800.0,5)^2}{2.9,8} = 8,16.10^3 (m)$$

d) Tại vị trí A (viên đạn rơi chạm đất) gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến có độ lớn là:

$$a_t = a\sin\beta = g\sin30^0 = 9,8.0,5 = 4,9\ m/s^2$$

$$a_n = a\cos\beta = g\cos30^0 = 9,8.\sqrt{3}/2 = 8,49\ m/s^2$$

Gia tốc toàn phần có độ lớn là:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{4,9^2 + 8,49^2} = 9,8\ \text{m/s}^2$$

Bán kính cong của quỹ đạo tại A được xác định bởi:

$$R_A = \frac{v_A^2}{a_n} = \frac{(800)^2}{8,49} = 75,4.10^3\ m = 75,4\ km$$

<u>Bài tập 3</u>: Một bánh xe bán kính 10cm, lúc đầu đứng yên, sau đó quay quanh trục của nó với gia tốc góc bằng 1,57rad/s^2. Hãy xác định:

a. Vận tốc góc và vận tốc dài của một điểm trên vành bánh xe sau 1 phút.

b. Gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến và gia tốc toàn phần của một điểm trên vành bánh xe sau 1 phút.

c. Số vòng mà bánh xe đã quay được trong 1 phút.

Hướng dẫn giải: Cho: $R = 10\text{cm}$; $\omega_0 = 0$; $\beta = 1{,}57\text{rad/s}^2$

Hỏi: ω_t ? v ? $t = 1$ phút

a_t? a_n? a? N?

a. Vận tốc góc ω và vận tốc dài v ở thời điểm t = 1phút = 60s.

$$\omega = \beta.t = 1{,}57\ .60 = 94{,}2\ \text{rad/s}$$

$$v = \omega.\ R = 94{,}2.\ 0{,}1 = 9{,}42\text{m/s}$$

b. Gia tốc tiếp tuyến a_t, gia tốc pháp tuyến a_n bằng:

$$a_t = \beta.R = 1{,}57\ .\ 0{,}1 = 0{,}157\ \text{m/s}^2$$

$$a_n = \omega^2\ .R = (94{,}2)^2.\ 0{,}1 \approx 887{,}36\ \text{m/s}^2$$

Do đó gia tốc toàn phần a bằng:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{(0{,}157)^2 + (887{,}36)^2} \approx 887{,}36\, m/s^2$$

c) Góc quay φ và số vòng quay N sau 1 phút là:

$$\varphi = \frac{\beta t^2}{2} = \frac{1{,}57\,.(60)^2}{2} = 2826\ (rad)$$

$$N = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{2826}{2.3{,}14} = 450\ \text{vòng}$$