

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM
----------

ThS. Trương Thành

Giáo trình VẬT LÝ 1

(Dùng cho sinh viên Cao đẳng kỹ thuật)



Mở đầu

Việc đào tạo đại học, cao đẳng theo chế độ Tin chỉ nhằm kích thích tính độc lập, sáng tạo và tự học của sinh viên, nâng cao trình độ của người học trong thời kỳ hội nhập. Tuy nhiên để thực hiện được mục đích trên người dạy và người học phải có đủ các trang bị cần thiết mà trước hết là giáo trình, tài liệu tham khảo. Để góp thêm một giáo trình sát với chương trình của trường Cao đẳng Công nghệ, Đại Học Đà Nẵng chúng tôi quyết định viết giáo trình này.

Giáo trình "Vật Lý 1" dùng cho các lớp cao đẳng kỹ thuật và cao đẳng công nghệ thông tin gồm các kiến thức cơ bản về Vật Lý đại cương nhằm trang bị cho sinh viên những kiến thức cần thiết có liên quan đến ngành học của mình. Nội dung gồm có 9 chương được phân bố đều từ Cơ học đến vật dẫn. Giáo trình được viết trên cơ sở chương trình "Vật Lý 1" của trường Cao Đẳng Công nghệ, Đại Học Đà Nẵng.

Trong quá trình viết giáo trình này chúng tôi được Đại học Đà Nẵng, trường Đại học Sư phạm tạo điều kiện thuận lợi, trường Cao đẳng Công nghệ khuyến khích, sự góp ý bổ ích của các cán bộ giảng dạy trong khoa Vật Lý. Xin chân thành cảm ơn những sự giúp đỡ quý báu đó.

Tuy đã có cố gắng và đã có nhiều chỉnh lý bổ sung nhưng vẫn không thể tránh khỏi thiếu sót. Rất mong được sự góp ý phê bình của bạn đọc.

Tác giả

Chương I.**ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM****1.1. ĐỘNG HỌC VÀ CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA ĐỘNG HỌC****1.1.1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM MỞ ĐẦU****1.1.1.1. Cơ học**

Cơ học là một phần của Vật Lý học nghiên cứu trạng thái của vật thể (chuyển động, đứng yên, biến dạng ...)

1.1.1.2. Chuyển động

Chuyển động là sự thay đổi vị trí trong không gian theo thời gian của vật thể này so với vật thể khác.

Khi chúng ta nói một chiếc máy bay đang bay trên bầu trời thì có nghĩa là chúng ta đã tạm quy ước bầu trời đứng yên và chiếc máy bay đang chuyển động đối với bầu trời. Như vậy khái niệm chuyển động là một khái niệm có tính tương đối, thể hiện ở chỗ:

- Một vật chuyển động là phải chuyển động so với vật nào, chứ không có khái niệm chuyển động chung chung.
- Vật này được quy ước là đứng yên thì vật kia chuyển động và ngược lại.

1.1.1.3. Động học

Động học là phần cơ học nghiên cứu chuyển động mà chưa xét đến nguyên nhân đã gây ra chuyển động đó.

Các đại lượng đặc trưng cho động học là:

- Quãng đường (s).
- Vận tốc ($\vec{v}$).
- Gia tốc ($\vec{a}$).
- Thời gian (t).

Động học chất điểm là phần động học nghiên cứu chất điểm.

1.1.1.4. Chất điểm

Đối với những vật mà quãng đường mà nó chuyển động lớn hơn rất nhiều so với kích thước của nó thì có thể bỏ qua kích thước của nó trong quá trình nghiên cứu, hay nói là xem nó như là một chất điểm. Như vậy khái niệm chất điểm là một khái niệm có tính tương đối. Trong trường hợp này thì vật là chất điểm, nhưng trường hợp khác thì không, và thậm chí có thể là rất lớn. Có thể lấy ví dụ: đối với mỗi chúng ta thì Trái Đất vô cùng lớn, nhưng đối với Mặt Trời hay Vũ trụ thì Trái Đất lại vô cùng nhỏ bé (Mặt Trời lớn hơn Trái Đất hơn một triệu lần).

Trong thực tế ta không thể ngay lập tức từ đầu nghiên cứu một vật có kích thước nhất định mà phải nghiên cứu một chất điểm đơn lẻ và tìm ra một hệ

thống lý thuyết hoàn chỉnh cho nó. Và như vậy một vật thể chính là một tập hợp điểm nào đó (chẳng hạn như vật rắn). Cũng như trước khi nghiên cứu dao động tắt dần ta phải xét dao động điều hoà; trước khi nghiên cứu chất lỏng thực ta phải xét chất lỏng lý tưởng trước...v.v...

1.1.1.5. Hệ quy chiếu

Khi chúng ta nói: một chiếc xe đang chuyển động trên đường thì thực tế chúng ta đã ngầm quy ước với nhau rằng chiếc xe đó chuyển động so với đường hay cây cối, nhà cửa ở bên đường. Nên nói đầy đủ hơn phải là: chiếc xe đang chuyển động so với con đường.

Như vậy không thể nói một chuyển động mà không chỉ ra được một vật mà đối với nó thì vật này chuyển động.

Vật được coi là đứng yên để xét chuyển động của vật khác được gọi là vật làm “mốc” hay “hệ quy chiếu”.

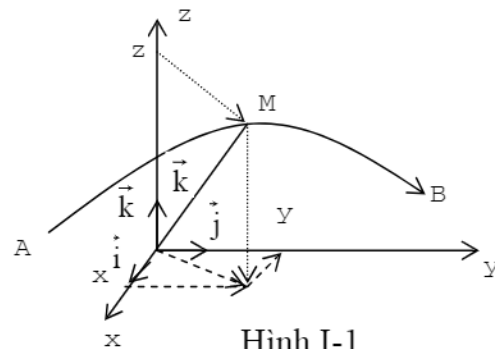
Để thuận lợi cho việc nghiên cứu chuyển động người ta gắn vào hệ quy chiếu một hệ toạ độ, chẳng hạn hệ toạ độ Descartes O, x, y, z (Renè Descartes 1596 - 1650 người Pháp) .

1.1.2. PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT ĐIỂM

Xét một chất điểm chuyển động theo đường cong bất kỳ AB trong hệ quy chiếu O, x, y, z (Hình I-1).

Giả sử rằng tại thời điểm t vị trí của chất điểm là M trên đường cong AB, M là một điểm nên hoàn toàn được xác định bởi ba toạ độ x, y và z (ta hay nói là ba toạ độ của điểm M). Nhưng vì chất điểm chuyển động nên x, y, z thay đổi theo thời gian. Nghĩa là ba toạ độ là hàm của thời gian:

$$\begin{aligned} x &= x(t) \\ y &= y(t) \\ z &= z(t) \end{aligned} \quad (\text{I-1}).$$



Hình I-1

(Trong trường hợp chuyển động thẳng nếu ta chọn hệ toạ độ sao cho chuyển động dọc theo trục Ox thì: $x = x(t)$; $y = 0$; $z = 0$).

Việc xác định chuyển động của chất điểm bằng hệ phương trình (I-1) gọi là phương pháp toạ độ và phương trình đó gọi là phương trình chuyển động dạng toạ độ Descartes.

Điểm M cũng hoàn toàn được xác định nếu biết vector $\vec{r}$ và các cosin chỉ phương của nó, vì $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$. Nhưng do M chuyển động nên $\vec{r}$ thay đổi cả phương, chiều và độ lớn theo thời gian:

$$\vec{r} = \vec{r}(t) \quad (\text{I-2}).$$

Đây là phương trình chuyển động dạng vector trong đó $\vec{r}$ được gọi là bán kính vector hay vector định vị. Chúng ta cũng không quên rằng để xác định vector này còn cần ba cosin chỉ phương nữa.

Ta cũng có thể biểu diễn chuyển động bằng một cách khác là: chọn trên quỹ đạo một gốc tọa độ, chẳng hạn A và như vậy đoạn đường mà chất điểm đi được, được xác định so với A bằng cung s, và cũng như trên s là một hàm của thời gian:

$$s = s(t). \quad (I-3).$$

Phương trình này là phương trình chuyển động dạng quỹ đạo. Phương pháp này gặp khó khăn ở chỗ là phải biết trước dạng quỹ đạo của chuyển động. s được gọi là hoành độ cong.

1.1.3. QUỸ ĐẠO VÀ PHƯƠNG TRÌNH QUỸ ĐẠO

Quỹ đạo của một chất điểm là quỹ tích của tất cả những điểm trong không gian mà chất điểm đã đi qua trong suốt quá trình chuyển động của nó.

Như vậy quỹ đạo của một chất điểm thực tế chính là đường đi của nó trong không gian.

Phương trình quỹ đạo của một chất là phương trình biểu diễn mối liên hệ giữa các tọa độ chuyển động của chất điểm trong không gian.

Nghĩa là phương trình quỹ đạo có dạng:

$$f_{(x,y,z)} = 0.$$

Và nếu biết phương trình quỹ đạo thì biết được dạng quỹ đạo của chất điểm đó.

Ví dụ

Một chuyển động có phương trình:

$$\begin{cases} x = A \sin(\omega t + \varphi) \\ y = B \cos(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

Hãy tìm phương trình quỹ đạo và từ đó suy ra dạng quỹ đạo của chuyển động trên.

Để tìm phương trình quỹ đạo ta khử t trong hai phương trình trên bằng

cách sau:

$$\begin{cases} \left(\frac{x}{A}\right)^2 = \sin^2(\omega t + \varphi) \\ \left(\frac{y}{B}\right)^2 = \cos^2(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

Cộng từng vế hai phương trình ta có:

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1,$$

chuyển động này có quỹ đạo dạng ellipse một bán trục A và một bán trục B.

1.2. VẬN TỐC VÀ GIA TỐC CỦA CHUYỂN ĐỘNG

1.2.1. VẬN TỐC

1.2.1.1. Khái niệm và định nghĩa

Để chứng tỏ sự cần thiết của việc đưa ra khái niệm vận tốc ta lấy ví dụ sau đây: hai xe cùng xuất phát từ một nơi, cùng một lúc và cùng đến đích vào một thời điểm. Nhưng chúng ta không thể nói được xe nào đã chuyển động nhanh hay chậm hơn xe nào nếu không biết được xe nào đã tiêu tốn ít hay nhiều thời gian hơn cho chuyển động. Như vậy để so sánh các chuyển động với nhau thì phải so sánh quãng đường mà chúng đi được trong cùng một thời gian, hay tốt nhất là cùng một đơn vị thời gian, quãng đường đó gọi là vận tốc. Như vậy có thể định nghĩa vận tốc như sau:

Vận tốc của một chuyển động là đại lượng đặc trưng cho sự nhanh hay chậm của một chuyển động, có trị số bằng quãng đường mà chất điểm đi được trong một đơn vị thời gian.

Để đặc trưng cho cả phương, chiều của chuyển động, điểm đặt của vận tốc, thì vận tốc là một đại lượng vector.

Vận tốc trung bình của một chuyển động trên một đoạn đường nào đó nói chung khác với vận tốc tại một thời điểm bất kỳ trên quỹ đạo. Bởi vậy ta thường gặp hai loại vận tốc.

1.2.1.2. Vận tốc trung bình

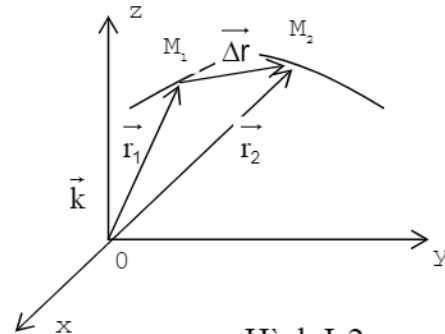
Vận tốc trung bình của một chuyển động là quãng đường trung bình mà chuyển động đi được trong một đơn vị thời gian.

Trong hệ đơn vị SI đơn vị thời gian là một giây ngoài ra nếu không sử dụng hệ đơn vị SI thì ta có thể lấy các đơn vị khác như: giờ, phút, ngày, tuần .v.v..

- Giả sử tại thời điểm t chất điểm ở vị trí M_1 được xác định bởi bán kính vector $\vec{r} = \vec{r}_1$.
- Đến thời điểm $t + \Delta t$ vị trí của động điểm là M_2 : $\vec{r}_2 = \vec{r} + \Delta \vec{r}$.

Như vậy trong thời gian Δt chất điểm đi được một đoạn đường Δs , nên theo định nghĩa của chúng ta thì vận tốc trung bình chính là

$$v_{tb} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (I-4a).$$



Hình I-2

Nói chung quãng đường và thời gian chất điểm đi được thường là một tổng nên:

$$\begin{cases} \Delta r = \sum_{k=1}^n \Delta s_k \\ \Delta t = \sum_{k=1}^n \Delta t_k \end{cases} \text{ và do đó } v_{tb} = \frac{\sum_{k=1}^n \Delta s_k}{\sum_{k=1}^n \Delta t_k} \quad (\text{I-4b}).$$

1.2.1.3. Vận tốc tức thời

Vận tốc tức thời của của một chuyển động là vận tốc của nó tại một thời điểm nào đó trên quỹ đạo của chuyển động của nó.

Việc xác định vận tốc của chất điểm tại một thời điểm bất kỳ trên quỹ đạo lại có ý nghĩa hơn vận tốc trung bình, vì đó mới là vận tốc thực của chuyển động.

Để có biểu thức tính vận tốc tức thời ta có nhận xét như sau: nếu $\Delta t \rightarrow 0$ thì $M_2 \rightarrow M_1$ và do đó $v_{tb} \rightarrow v_t$. Nghĩa là vận tốc trung bình trên đoạn đường ngắn M_1M_2 được xem là vận tốc tại điểm M_1 hay v_t . Nói như vậy có nghĩa là:

$$v_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_{tb} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \approx \frac{dr}{dt} \rightarrow \vec{v}_t = \frac{d\vec{r}}{dt}. \quad (1-5).$$

Vận tốc tức thời của một chất điểm tại một thời điểm nào đó trên quỹ đạo bằng đạo hàm bậc nhất của bán kính vector tại điểm đó.

Vector vận tốc có độ lớn bằng độ lớn của vận tốc, có phương là phương của tiếp tuyến tại điểm đang xét, có chiều là chiều của chuyển động. Ngoài ra do:

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

Nên

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = \vec{v}_t.$$

Hay:

$$\vec{v}_t = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}. \text{ Với: } \begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} \\ v_y = \frac{dy}{dt} \\ v_z = \frac{dz}{dt} \end{cases}$$

1.2.2. GIA TỐC

1.2.2.1. Khái niệm và định nghĩa

Đối với những chuyển động không đều thì vận tốc liên tục thay đổi, để đặc trưng cho sự thay đổi nhanh hay chậm của vận tốc người ta đưa ra khái niệm gia tốc với ý nghĩa tương tự như vận tốc.



Hình I-3

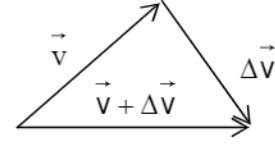
Gia tốc của một chuyển động là đại lượng đặc trưng cho sự thay đổi nhanh hay chậm của vận tốc, có trị số bằng lượng vận tốc thay đổi trong một đơn vị thời gian.

1.2.1.2. Gia tốc trung bình

Tương tự như vận tốc ta cũng xét hai thời điểm điểm trên quỹ đạo:

- Tại thời điểm t (M_1) vị trí và vận tốc của chất điểm được xác định bằng $\vec{r}$ và $\vec{v}$.

- Đến thời điểm $t + \Delta t$ (M_2) vị trí và vận tốc của chất điểm được xác định bằng: $\vec{r} + \Delta\vec{r}$ và $\vec{v} + \Delta\vec{v}$.



Hình 1-4

Vận độ tăng trung bình của vận tốc trong một đơn vị thời gian là:

$$a_{tb} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1-6a).$$

(a_{tb} là gia tốc trung bình của chuyển động của chất điểm đang xét ở trên đoạn đường M_1M_2)

1.2.1.3. Gia tốc tức thời

Hoàn toàn lập luận tương tự như đối với vận tốc, gia tốc tức thời của một chất điểm tại một thời điểm nào đó chính là kết quả của giới hạn sau đây:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Tóm lại: $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad (1-6b).$

Dạng thành phần của $\vec{a}$ là:

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}. \quad \text{Trong đó: } \begin{cases} a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv_x}{dt} \\ a_y = \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dv_y}{dt} \\ a_z = \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{dv_z}{dt} \end{cases}$$

Và do đó: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$

1.2.3. GIA TỐC TIẾP TUYẾN VÀ GIA TỐC PHÁP TUYẾN

1.2.3.1. Khái niệm

Nguyên nhân của chuyển động cong về một phía nào đó của chất điểm là do trên đoạn đường đó vector gia tốc lệch về phía đó của quỹ đạo.

Vector gia tốc cũng như mọi vector khác đều có thể phân tích trên hai hay ba phương bất kỳ tuy nhiên để thuận lợi cho việc tính toán người ta phân tích nó lên hai phương đặc biệt là pháp tuyến và tiếp tuyến với quỹ đạo

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau \quad (1-7).$$

Dạng vector của gia tốc pháp tuyến:

$$\vec{a}_n = \frac{d\vec{v}_n}{dt} = \frac{v^2}{R} \vec{n}$$

($\vec{n}$ là vector đơn vị có phương pháp tuyến với quỹ đạo, có chiều ngược với vector bán kính tại đó).

Dạng vector của gia tốc tiếp tuyến:

$$\vec{a}_t = \frac{d\vec{v}_t}{dt} = R\beta \vec{\tau}$$

có phương, chiều là phương và chiều của vector đơn vị $\vec{\tau}$. $\vec{\tau}$ là vector đơn vị trên phương tiếp tuyến có phương tiếp tuyến với quỹ đạo, có chiều theo chiều chuyển động của điểm. Tóm lại:

$$\vec{a} = \frac{v^2}{R} \vec{n} + R\beta \vec{\tau}$$

(Trong đó R là bán kính chính khúc của đường tròn mật tiếp tại điểm đang xét (đã được minh họa trên hình))

1.2.3.2. Nhận xét

- Nếu chuyển động thẳng thì:

$$R = \infty \rightarrow \frac{1}{R} = 0,$$

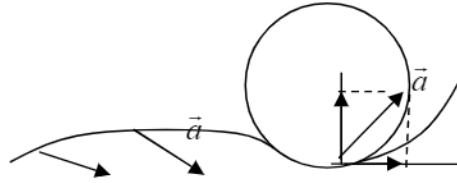
dẫn đến:

$$a_n = 0, \quad a = a_\tau$$

- Nếu chuyển động tròn đều:

$$v_\tau = \text{const}, \text{ dẫn đến:}$$

$$a_\tau = 0, \quad a = a_n$$



Hình 1-5

1.3. MỘT SỐ DẠNG CHUYỂN ĐỘNG ĐƠN GIẢN

1.3.1. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

1.3.1.1. Định nghĩa

Chuyển động thẳng đều là chuyển động thẳng có vận tốc không đổi theo thời gian

1.3.1.2. Phương trình

Trong trường hợp này để đơn giản ta cho trục ox hướng theo phương chuyển động của chất điểm. Khi đó phương trình đường đi chỉ còn là biến x .

Theo định nghĩa thì: $\vec{v} = \overrightarrow{const}$

nên: $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$

Mặt khác từ $\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}$, dẫn đến $\frac{dx}{dt} = v$

$$\int_{x_0}^{\bar{x}} dx = \int_0^t v dt \rightarrow x = x_0 + vt$$

$$y = 0, z = 0$$

Tóm lại ta có hệ của chuyển động thẳng đều:

$$\vec{v} = \overrightarrow{const}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$$

$$x = x_0 + vt$$

$$y = 0, z = 0$$

1.3.2. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

1.3.2.1. Định nghĩa

Chuyển động thẳng biến đổi đều là chuyển động thẳng có gia tốc không đổi theo thời gian

1.3.2.2. Phương trình

Trong trường hợp này để đơn giản ta cũng cho trục ox hướng theo phương chuyển động của chất điểm. Khi đó phương trình đường đi chỉ còn là biến x .

Theo định nghĩa thì:

$$\vec{a} = \overrightarrow{const}$$

