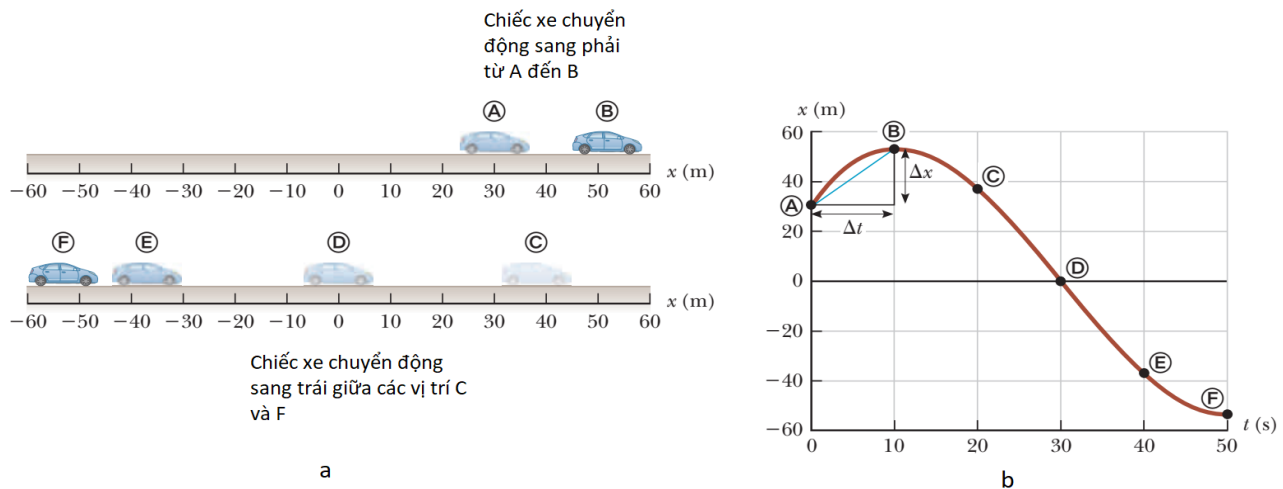


# Chương 2: Chuyển động thẳng

Như là bước khởi đầu trong nghiên cứu cơ học cổ điển, ta mô tả chuyển động của một vật mà bỏ qua tương tác giữa nó với các tác nhân bên ngoài có thể ảnh hưởng hoặc làm thay đổi chuyển động này. Nội dung này được gọi là động học. Trong chương này ta chỉ khảo sát chuyển động theo một phương, tức chuyển động theo một đường thẳng. Trong đời sống hằng ngày thì ta có thể phân loại chuyển động thành ba dạng: chuyển động tịnh tiến, chuyển động quay và dao động. Một chiếc xe chuyển động thẳng trên đường cao tốc là ví dụ cho chuyển động tịnh tiến. Trái đất quay quanh trục của nó là ví dụ cho chuyển động quay và chuyển động qua lại của một con lắc là ví dụ cho dao động. Trong chương này và vài chương tiếp theo, ta chỉ sẽ nghiên cứu chuyển động tịnh tiến. Ta sẽ xem các vật chuyển động tịnh tiến như là một hạt mà không quan tâm đến kích thước của chúng. Như vậy, ta sẽ dùng **mô hình hạt** để khảo sát chuyển động của các vật. Một cách tổng quát, hạt là một vật gần giống như một điểm, tức là có khối lượng nhưng có kích thước vô cùng bé.

## 2.1 Vị trí, vận tốc và tốc độ

**Vị trí:** Vị trí của một vật là sự định vị của nó theo một điểm qui chiếu. Ta xem điểm đó là gốc của một hệ trục tọa độ. Xét ví dụ một chiếc xe chuyển động tịnh tiến (hình 2.1a), ta xem nó là một chất điểm. Ban đầu, xe chuyển động sang phải (từ vị trí A đến vị trí B) rồi sau đó lùi sang trái (qua các vị trí C, D, E và F)



Hình 2.1: Một chiếc xe chuyển động tịnh tiến và lùi dọc theo một đường thẳng

Để mô tả chuyển động của xe, có thể dùng:

- Hình ảnh: Ví dụ như hình 2.1a. Ta vẽ hoặc chụp ảnh vị trí của xe vào các thời điểm khác nhau
- Đồ thị: Ví dụ như Hình 2.1b.

- Bảng số
- Toán học: là mục tiêu của nhiều bài toán

Dùng các cách mô tả khác nhau thường là một chiến lược tuyệt vời để hiểu tình huống của một bài toán đã cho.

**Đồ thị vị trí – thời gian:** là một đồ thị biểu diễn chuyển động của hạt. Đường cong của đồ thị là một dự đoán về những gì xảy ra giữa các điểm dữ liệu. Đồ thị vị trí của chiếc xe nói trên được cho trong hình 2.1b.

**Bảng số:** Bảng dưới đây biểu diễn các dữ liệu thu được trong chuyển động của một vật (chiếc xe). Chiều dương được định nghĩa là chiều hướng về bên phải.

Bảng 0.1: Vị trí của xe tại các thời điểm khác nhau

Vị trí	$t$ (s)	$x$ (m)
(A)	0	30
(B)	10	52
(C)	20	38
(D)	30	0
(E)	40	-37
(F)	50	-53

### 2.1.1 Độ dời:

Từ HìnhBảng 2.1, có thể xác định được sự thay đổi vị trí của xe trong các khoảng thời gian khác nhau. Độ dịch chuyển (hay độ dời)  $\Delta x$  của một hạt được định nghĩa là sự thay đổi vị trí trong một khoảng thời gian, nếu hạt đi từ vị trí  $x_i$  đến vị trí  $x_f$ <sup>1</sup> thì

$$\Delta x \equiv x_f - x_i \tag{2.1}$$

Đơn vị của độ dời trong SI là mét.  $\Delta x$  có thể lấy giá trị dương hoặc âm.

### 2.1.2 Quãng đường:

Quãng đường mà hạt đi được khác với độ dời. Quãng đường đi được của hạt là độ dài của quỹ đạo mà hạt đi qua. Giả sử một vận động viên chuyển động từ đầu này sân bóng đến cuối sân bóng rồi lại quay về vị trí cũ, khi đó:

- Quãng đường mà anh ta đi được bằng 2 lần chiều dài sân bóng. Quãng đường luôn là một giá trị dương.
- Độ dời của vận động viên này bằng 0,  $\Delta x \equiv x_f - x_i = 0$ ; do  $x_f = x_i$ .

**Đại lượng vec-tơ và đại lượng vô hướng:** Để mô tả các đại lượng vec-tơ, cần phải có độ lớn (là một giá trị bằng số) và hướng của nó. Với đại lượng vô hướng thì chỉ cần độ lớn. Trong phần này, ta dùng dấu cộng (+) và dấu trừ (-) để chỉ chiều của đại lượng vec-tơ. Ví dụ như khi xét một chuyển động ngang thì ta thường chọn chiều từ trái sang phải là chiều dương. Một độ dời  $\Delta x > 0$  mô tả chuyển động từ trái sang phải. Độ dời  $\Delta x < 0$  mô tả chuyển động từ phải sang trái.

<sup>1</sup> i: viết tắt của *initial* – đầu; và f: viết tắt của *final* – cuối

### Bài tập mẫu 2.1:

Hãy tìm độ dời, vận tốc trung bình và tốc độ trung bình của chiếc xe trong hình 2.1a giữa hai vị trí A và F.

#### 2.1.3 Vận tốc trung bình:

Vận tốc trung bình  $v_{x,avg}$  của một hạt được định nghĩa bằng tỉ số giữa độ dời  $\Delta x$  và thời gian  $\Delta t$  mà nó thực hiện độ dời đó:

$$v_{x,avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.2)$$

Chỉ số  $x$  cho biết chuyển động là dọc theo trục  $x$ . Từ định nghĩa này, ta thấy thứ nguyên của vận tốc trung bình là  $L/T$  (hay  $m/s$  trong SI). Giá trị của vận tốc trung bình chính là *độ dốc* (hệ số góc) của đường thẳng nối hai vị trí đầu và cuối (trong khoảng thời gian  $\Delta t$ ) trên đồ thị vị trí – thời gian.

Vận tốc trung bình của một hạt chuyển động dọc theo trục  $x$  có thể dương hoặc âm. Do  $\Delta t$  là dương, còn  $\Delta x$  có thể dương hoặc âm.

Trong đời sống, ta thường dùng lẫn lộn *vận tốc* và *tốc độ*. Trong vật lý, có một sự khác biệt rõ ràng giữa hai đại lượng này. Tốc độ không cho ta biết hướng chuyển động của hạt.

#### 2.1.4 Tốc độ trung bình

Tốc độ trung bình của một hạt được định nghĩa bằng tỉ số giữa quãng đường mà hạt đi được và khoảng thời gian mà hạt đi hết quãng đường đó:

$$v_{avg} \equiv \frac{d}{\Delta t} \quad (2.3)$$

Tốc độ trung bình có thứ nguyên và đơn vị giống như vận tốc trung bình. Tuy nhiên, vận tốc trung bình và tốc độ trung bình không cho ta biết được chi tiết hơn về hành trình của hạt. Ví dụ như nếu bạn đi thẳng một mạch 100,0 m mất 45,0 s rồi quay lại 25,0 m mất 10,0 s. Vận tốc trung bình của bạn sẽ là  $+75,0 \text{ m} / 55,0 \text{ s} = +1,36 \text{ m/s}$ . Tốc độ trung bình của bạn sẽ là  $125,0 \text{ m} / 55,0 \text{ s} = 2,27 \text{ m/s}$ . Tuy nhiên, bạn có thể đi với tốc độ khác nhau trong suốt quãng thời gian đó mà từ hai giá trị này không thể biết được điều này.

---

**Câu hỏi 0.1:** Với điều kiện nào dưới đây thì độ lớn của vận tốc trung bình của một hạt chuyển động theo một đường thẳng sẽ nhỏ hơn tốc độ trung bình của nó trong cùng một khoảng thời gian. (a) Hạt chuyển động theo chiều dương của trục  $x$  và không đổi chiều. (b) Hạt chuyển động theo chiều âm của trục  $x$  và không đổi chiều (c) Hạt chuyển động theo chiều dương của trục  $x$  và sau đó đổi chiều (d) Không có điều kiện nào nêu trên là đúng.

---

Nói chung, *tốc độ trung bình không phải là độ lớn của vận tốc trung bình*: Ví dụ như nếu một người chạy về đúng điểm xuất phát thì độ dời là 0 nên vận tốc trung bình là 0, trong khi quãng đường đi được là khác không nên tốc độ trung bình khác không. Tuy nhiên, nếu người này chỉ chạy theo một hướng thì tốc độ trung bình bằng độ lớn của vận tốc trung bình.

## 2.2 Vận tốc tức thời và tốc độ tức thời

Thường thì ta cần phải biết vận tốc của hạt tại một thời điểm  $t$  cụ thể hơn là vận tốc trung bình trong một khoảng thời gian  $\Delta t$ . Vào cuối những năm 1960s, với sự phát triển của toán học thì các nhà khoa học đã bắt đầu biết cách mô tả chuyển động của một vật vào một thời điểm bất kỳ.

### 2.2.1 Vận tốc tức thời

Vận tốc tức thời được định nghĩa bằng giới hạn của vận tốc trung bình khi khoảng thời gian rất bé hoặc nói cách khác là  $\Delta t$  tiến đến 0. Vận tốc tức thời cho biết điều gì xảy ra tại mọi thời điểm trong quá trình chuyển động của vật.

Trên đồ thị vị trí – thời gian (cũng là đồ thị tọa độ – thời gian), vận tốc tức thời chính là độ dốc của đồ thị<sup>2</sup> tại điểm xét. Các đường màu xanh (nối điểm A và điểm B) sẽ tiến đến đường màu lục (tiếp tuyến) khi điểm B tiến đến điểm A.

Độ dốc của đồ thị biểu diễn dữ liệu vật lý đại diện cho tỉ số của độ biến thiên của đại lượng biểu diễn trên trục tung với độ biến thiên của đại lượng biểu diễn trên trục hoành. Hệ số góc của đồ thị cũng có đơn vị, trừ khi giá trị trên hai trục số có cùng đơn vị.

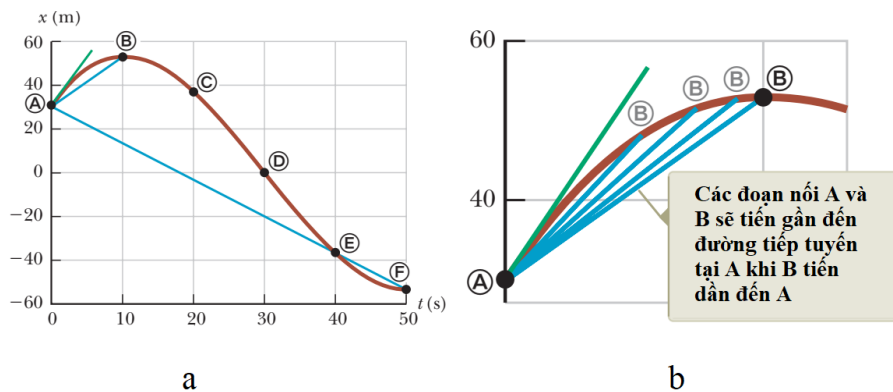
Phương trình tổng quát để xác định vận tốc tức thời là:

$$v_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \tag{2.5}$$

Vận tốc tức thời có thể dương, âm hoặc bằng không.

**Câu hỏi 2.2:** Khi bạn lái xe trên đường cao tốc, cảnh sát giao thông trên đường cao tốc quan

Hình 2.2: Đồ thị (a) biểu diễn chuyển động của xe trong hình 2.1.  
Đồ thị (b) phóng to góc trên trái của đồ thị (a)



tâm đến cái gì nhất?

- (a) Tốc độ trung bình của bạn
- (b) Tốc độ tức thời của bạn.

<sup>2</sup> Cũng là hệ số góc của tiếp tuyến của đồ thị tại điểm xét.

### 2.2.2 Tốc độ tức thời:

Tốc độ tức thời là độ lớn của vận tốc tức thời. Tốc độ tức thời không có hướng.

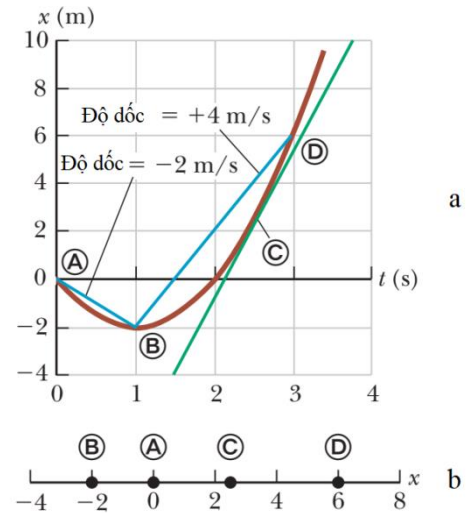
*Lưu ý về dùng từ:* khi nói “vận tốc” hoặc “tốc độ” thì ta nói về các giá trị tức thời. Nếu có thêm chữ “trung bình” thì nói về vận tốc trung bình và tốc độ trung bình.

#### Bài tập mẫu 2.2:

Một hạt chuyển động dọc theo trục  $x$ . Vị trí của nó thay đổi theo thời gian dưới dạng hàm số  $x = -4t + 2t^2$ , với  $x$  tính bằng mét và  $t$  tính bằng giây. Đồ thị vị trí – thời gian của chuyển động được cho trong hình 2.3a. Do vị trí của hạt được cho bằng một hàm số nên ta hoàn toàn biết được chuyển động của hạt, không giống với trường hợp của chiếc xe trong hình 2.1. Lưu ý rằng hạt chuyển động theo chiều âm của trục  $x$  trong giây đầu tiên, tạm đứng yên tại thời điểm  $t = 1$  s rồi lại chuyển động theo chiều dương lúc  $t > 1$  s.

(A) Hãy tìm độ dời của hạt trong khoảng thời gian từ  $t = 0$  s đến  $t = 1$  s và từ  $t = 1$  s đến  $t = 3$  s.

(B) Hãy tính tốc độ trung bình của hạt trong hai khoảng thời gian nói trên.



Hình 2.3

### 2.3 Mô hình phân tích: Hạt chuyển động với vận tốc không đổi

Mô hình phân tích là kỹ thuật quan trọng để giải bài tập. Trong quá trình giải bài tập thì ta thường gặp mô hình phân tích.

Khi xác định một mô hình phân tích cho một bài toán mới thì lời giải của bài toán này có thể được mô hình hóa dựa theo lời giải của bài toán đã giải trước đó. Mô hình phân tích giúp ta nhận ra các tình huống tương tự và dẫn ta đến lời giải của bài toán.

Một mô hình phân tích là một bản mô tả về:

- Hành vi của một vài thực thể vật lý, hoặc
- Tương tác giữa thực thể này với môi trường.

Khi gặp một bài toán mới, cần phải xác định các chi tiết cơ bản của bài toán và cố gắng nhận ra những tình huống nào trong các tình huống đã gặp có thể dùng như là một mô hình cho bài toán mới. Ví dụ, với bài toán về một chiếc xe đang chuyển động theo một đường cao tốc thẳng với tốc độ không đổi. Những chi tiết: chiếc xe, đường cao tốc là không quan trọng, chỉ cần quan tâm đến chi tiết “thẳng” và “tốc độ không đổi”. Từ đó ta dựng mô hình về chuyển động của xe là *một hạt chuyển động với vận tốc không đổi* (là nội dung của phần này). Khi đã mô hình hóa được bài toán thì không còn liên quan đến chiếc xe nữa. Bây giờ chỉ còn một hạt tham gia một dạng chuyển động cụ thể mà chuyển động này đã được nghiên cứu trước đây.

Mô hình phân tích dựa trên 4 mô hình giản ước sau:

- Mô hình hạt
- Mô hình hệ vật
- Vật rắn
- Sóng

Cách tiếp cận bài toán:

- Xác định mô hình phân tích phù hợp với bài toán
- Mô hình sẽ cho biết cần dùng (những) phương trình nào để biểu diễn bài toán về mặt toán học

Hãy sử dụng phương trình (2.2) để xây dựng mô hình phân tích đầu tiên để giải toán. Có thể áp dụng mô hình về **một hạt chuyển động với vận tốc không đổi** trong bất kỳ tình huống nào mà một thực thể có thể được mô hình hóa thành một hạt chuyển động với vận tốc không đổi.

Nếu vận tốc của một hạt là không đổi thì vận tốc tức thời của hạt tại mọi thời điểm trong một khoảng thời gian sẽ bằng vận tốc trung bình của nó khoảng thời gian này. Tức là  $v_x = v_{avg}$ . Từ phương trình (2.2) ta thu được:

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{\Delta t} \text{ hay } x_f = x_i + v_x \Delta t \quad (2.6)$$

Trong thực tế, ta thường chọn thời điểm ban đầu  $t_i = 0$  nên ta có phương trình:

$$x_f = x_i + v_x t \quad (\text{với } v_x \text{ là hằng số}) \quad (2.7)$$

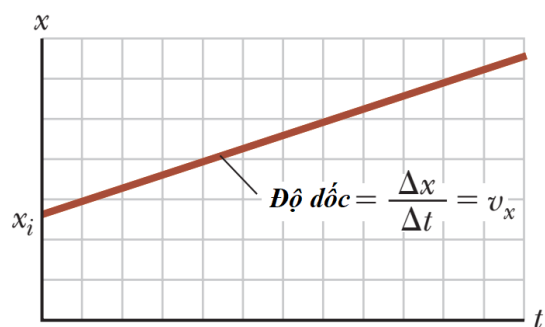
Đồ thị biểu diễn chuyển động với vận tốc không đổi như hình 2.4. Độ dốc của đồ thị chính là giá trị của vận tốc không đổi này.

Giao điểm của đồ thị với trục tung là  $x_i$ .

**Bài tập mẫu 2.3:**

Một nhà sinh lý học vận động đang nghiên cứu chuyển động của cơ thể người. Cô ta đo vận tốc của một đối tượng nghiên cứu khi anh ta chạy theo một đường thẳng với tốc độ không đổi. Người nghiên cứu khởi động đồng hồ bấm giây lúc người được nghiên cứu chạy ngang qua mình và bấm cho đồng hồ dừng lúc anh ta chạy đến một vị trí khác cách đó 20 m. Số chỉ trên đồng hồ bấm giây là 4,00 s.

(A) Vận tốc của người chạy là bao nhiêu?



Hình 2.4

**Giải:**



Ta mô hình hóa người chạy như là một hạt vì kích thước của người này cũng như chuyển động của tay và chân anh ta là những chi tiết không cần thiết. Vì bài toán phát biểu rằng đối tượng chạy với tốc độ không đổi nên ta có thể mô hình hóa anh ta như là một hạt chuyển động với vận tốc không đổi.

Như vậy ta có thể sử dụng phương trình 2.6 để tìm vận tốc của người này:

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{\Delta t} = \frac{20,0\text{ m} - 0}{4,00\text{ s}} = 5\text{ m/s}$$

(B) Nếu anh ta tiếp tục chạy thì sau 10,0 s anh ta chạy thêm được bao xa?

**Giải:**

Sử dụng phương trình 2.7 với giá trị vận tốc vừa tìm được, ta xác định được vị trí của đối tượng sau 10 s anh ta chạy đến vị trí xác định bởi (chọn gốc tọa độ tại vị trí lúc người nghiên cứu dừng đồng hồ bấm giây):

$$x_f = x_i + v_x t = 0 + (5,0\text{ m/s}) \times 10,0\text{ s} = 50\text{ m}$$

Lưu ý: Một hạt có thể chuyển động với **tốc độ không đổi** theo một quỹ đạo bất kỳ. Nếu trong khoảng thời gian  $\Delta t$  hạt đi được quãng đường  $d$  thì tốc độ của hạt được tính bởi:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad (2.8)$$

## 2.4 Gia tốc

### 2.4.1 Gia tốc trung bình:

Gia tốc trung bình là tỉ số giữa độ biến thiên vận tốc và quãng thời gian diễn ra sự biến thiên ấy:

$$a_{x,\text{avg}} \equiv \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i} \quad (2.9)$$

Thứ nguyên của gia tốc trung bình là  $L/T^2$ , đơn vị của nó là  $m/s^2$ .

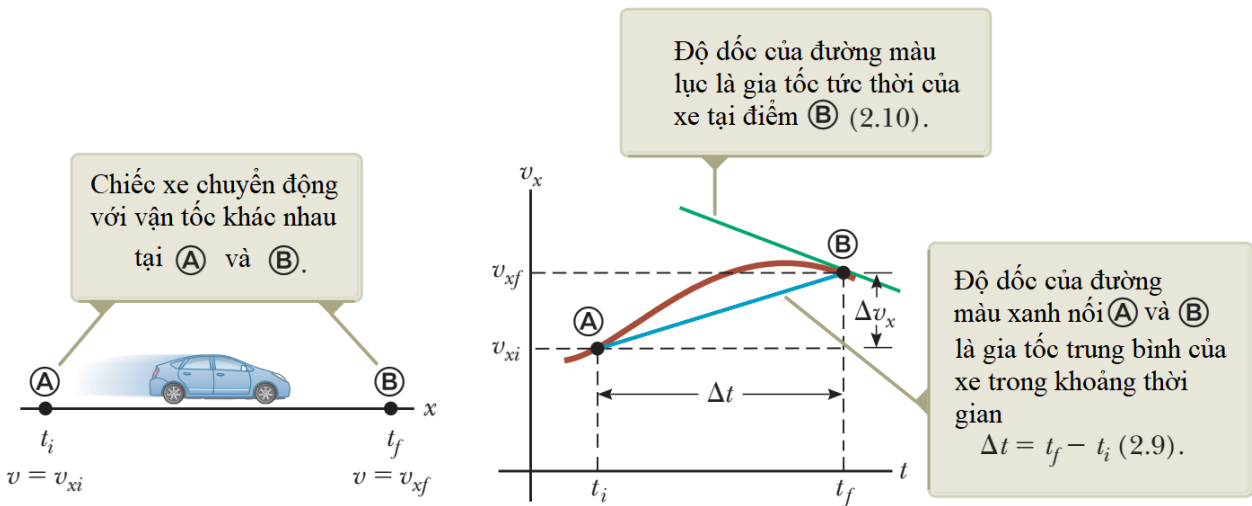
Trong chuyển động thẳng, có thể dùng dấu âm và dương để chỉ chiều của gia tốc trung bình.

### 2.4.2 Gia tốc tức thời:

Gia tốc tức thời là giới hạn của gia tốc trung bình khi  $\Delta t$  tiến đến 0.

$$a_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} \quad (2.10)$$

Khi nói gia tốc thì ta ngầm hiểu là nói đến gia tốc tức thời. Nếu muốn nói đến gia tốc trung bình thì phải kèm theo cụm từ “trung bình”.



Hình 2.5:(a) Một chiếc xe, được xem là một hạt, chuyển động theo trục  $x$  từ A đến B.  
 (b) Đồ thị vận tốc – thời gian của hạt chuyển động theo một đường thẳng

Gia tốc cũng là một đại lượng vec-tơ. Gia tốc tức thời trong đồ thị vận tốc – thời gian: Trong hình 2.5 trên, giả sử xe chạy từ A đến B (hình a). Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc theo thời gian được cho trong hình b. Gia tốc trung bình trong khoảng thời gian từ  $t_i$  đến  $t_f$  là độ dốc của đoạn thẳng nối A và B trên đồ thị. Còn gia tốc tức thời tại thời điểm  $t_f$  là độ dốc của đường màu lục (tiếp tuyến với đồ thị tại điểm B).

**Câu hỏi 2.3:** Hãy vẽ đồ thị vận tốc – thời gian cho chiếc xe trong hình 2.1a. Giả sử giới hạn tốc độ trên đường mà xe đang chạy là 30,0 km/h thì phát biểu dưới đây là đúng hay sai? “Chiếc xe vượt quá giới hạn tốc độ vào một thời điểm nào đó trong khoảng thời gian từ 0 đến 50 s”.

### 2.4.3 Gia tốc và lực

Gia tốc của một vật có quan hệ với lực tổng hợp tác dụng lên vật.

- Lực tỉ lệ với gia tốc:  $F_x \propto a_x$  (2.11)
- Nếu vận tốc và gia tốc là cùng hướng thì lực cùng hướng với vận tốc và vật được tăng tốc (chuyển động nhanh dần).
- Nếu vận tốc và gia tốc ngược hướng thì lực ngược hướng với vận tốc và vật bị giảm tốc (chuyển động chậm dần).

$$a_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (2.12)$$

So sánh các đồ thị: Cho đồ thị vị trí – thời gian (4a); vận tốc tức thời của hạt được xác định từ độ dốc của đồ thị vị trí – thời gian. Còn gia tốc tức thời lại được xác định từ độ dốc của đồ thị vận tốc – thời gian.



Chiều của gia tốc và vận tốc:

- Nếu vận tốc và gia tốc của hạt cùng chiều, ta nói hạt chuyển động nhanh dần.
- Nếu vận tốc và gia tốc của hạt ngược chiều, ta nói hạt chuyển động chậm dần.

**Câu hỏi 2.4:** Nếu một chiếc xe chuyển động chậm dần theo hướng đông thì hướng của lực tác dụng lên xe và làm cho nó chuyển động chậm dần sẽ theo hướng nào?

(a) Đông (b) Tây (c) Không theo cả hai hướng Đông và Tây.

Lưu ý về gia tốc:

- Gia tốc âm không nhất thiết phải có nghĩa là vật chuyển động chậm dần. Nếu gia tốc và vận tốc đều âm thì vật cũng được tăng tốc.
- Cụm từ “giảm tốc” đồng nghĩa với “chậm dần” nhưng ít được sử dụng.

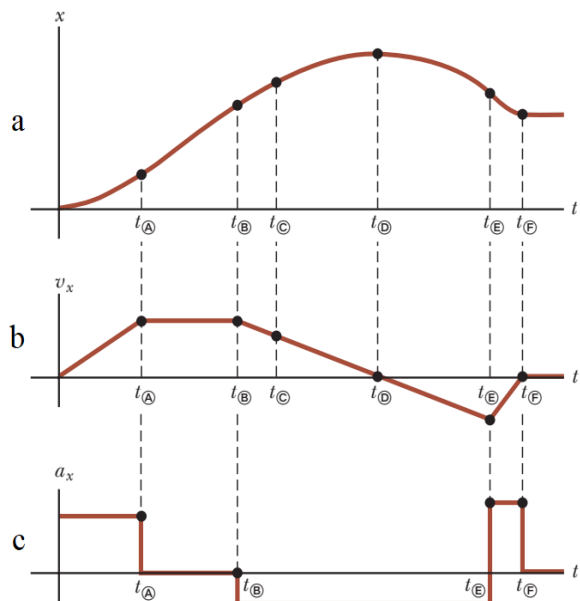
**Bài tập mẫu 2.4:**

Vị trí của một vật chuyển động dọc theo trục  $x$  biến thiên theo thời gian theo đồ thị trong hình 2.6a. Hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc và gia tốc theo thời gian.

**Giải:**

Vận tốc của vật tại thời điểm bất kỳ là độ dốc của đồ đường tiếp tuyến của đồ thị  $x - t$ . Giữa hai thời điểm  $t = 0$  và  $t = t_A$ , độ dốc của đồ thị  $x - t$  tăng đều, do đó vận tốc của vật tăng tuyến tính (hình 2.6b). Từ  $t = t_A$  đến  $t = t_B$ , độ dốc của đồ thị  $x - t$  không đổi nên vận tốc của vật không đổi. Từ  $t = t_B$  đến  $t = t_D$ , độ dốc của đồ thị  $x - t$  giảm dần đều vận tốc của vật giảm tuyến tính. Tại  $t = t_D$ , độ dốc của đồ thị  $x - t$  bằng 0 nên vận tốc tại đó bằng 0. Từ  $t = t_D$  đến  $t = t_E$ , độ dốc của đồ thị  $x - t$  là số âm và giảm dần đều vận tốc của vật giảm tuyến tính và có giá trị âm. Từ  $t = t_E$  đến  $t = t_F$ , độ dốc của đồ thị  $x - t$  vẫn là số âm và bằng 0 tại  $t_F$ . Sau thời điểm  $t_F$ , độ dốc của đồ thị  $x - t$  bằng 0 nên vật dừng lại tại đó.

Lập luận tương tự với đồ thị  $v - t$ , ta sẽ thu được đồ thị  $a - t$ .



Hình 2.6: Các đồ thị trong chuyển động

**Bài tập mẫu 2.6:**

Vận tốc của một hạt chuyển động trên trục  $x$  biến thiên theo thời gian theo qui luật  $v_x = 4 - 5t^2$ , với  $v_x$  tính bằng m/s và  $t$  tính bằng s.

(A) Tìm gia tốc trung bình trong khoảng thời gian từ  $t = 0$  đến  $t = 2,0$  s.

(B) Tìm gia tốc của hạt lúc  $t = 2,0$  s.

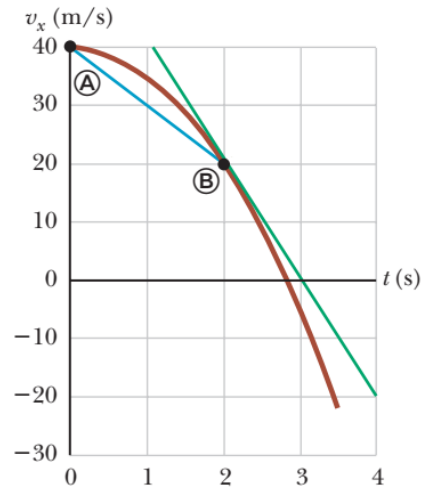
**Giải:**

$$v_{x,A} = 4 - 5t_A^2 = 4 - 5(0)^2 = +40 \text{ m/s}$$

$$v_{x,B} = 4 - 5t_B^2 = 4 - 5(2,0)^2 = +20 \text{ m/s}$$

$$a_{x, \text{avg}} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i} = \frac{v_{x,A} - v_{x,B}}{t_A - t_B}$$

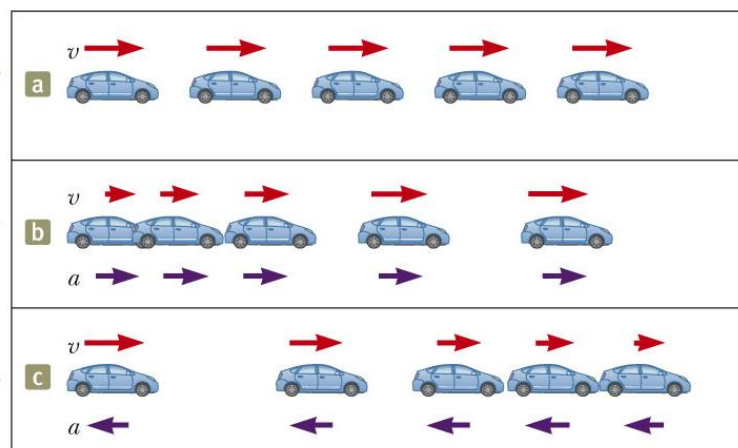
$$= \frac{20 \text{ m/s} - 40 \text{ m/s}}{2,0 \text{ s} - 0 \text{ s}} = -10 \text{ m/s}^2$$



Hình 2.7

**2.5 Sơ đồ chuyển động**

Để dễ hình dung bài toán, ta sẽ tưởng tượng một sơ đồ chuyển động theo kiểu chụp ảnh hoạt nghiệm một vật chuyển động. Hình ảnh của vật sẽ xuất hiện trên sơ đồ sau những khoảng thời gian bằng nhau. Trong hình 2.8 là sơ đồ chuyển động của xe trong các trường hợp (a) chuyển động thẳng đều, (b) chuyển động nhanh dần và (c) chuyển động chậm dần. Mũi tên đỏ biểu diễn vận tốc, mũi tên tím biểu diễn gia tốc.



Hình 2.8: Sơ đồ chuyển động của một chiếc xe

Trong hình 2.8a, các ảnh chụp của xe cách đều nhau, chứng tỏ xe chuyển động với vận tốc không đổi, và theo chiều dương (các mũi tên màu đỏ dài bằng nhau). Gia tốc của xe bằng 0

Trong hình 2.8b, các ảnh chụp của xe ngày càng xa nhau hơn, vận tốc và gia tốc cùng chiều. Gia tốc là không đổi (các mũi tên màu tím bằng nhau). Vận tốc của xe tăng dần (các mũi tên màu đỏ càng ngày càng dài). Hình này cho thấy gia tốc và vận tốc của xe đều dương.

Trong hình 2.8Hìnhc, các ảnh chụp của xe ngày càng gần nhau hơn. Gia tốc và vận tốc ngược chiều nhau. Gia tốc là không đổi. Vận tốc của xe giảm dần (các mũi tên màu đỏ ngắn lại dần). Trong trường hợp này, vận tốc là dương và gia tốc là âm.

Trong cả ba trường hợp nói trên thì gia tốc đều là hằng số (trường hợp a là trường hợp đặc biệt, gia tốc bằng 0). Các sơ đồ biểu diễn chuyển động của một hạt với gia tốc không đổi. **Hạt chuyển động với gia tốc không đổi** là một mô hình hữu ích khác.

**Câu hỏi 2.5:** Phát biểu nào dưới đây là đúng?

- (a) Nếu một chiếc xe đang chuyển động theo hướng Tây thì gia tốc của nó cũng theo hướng Tây.
- (b) Nếu một chiếc xe chuyển động chậm dần thì gia tốc của nó phải âm.
- (c) Một hạt chuyển động với gia tốc không đổi thì không thể dừng lại rồi đứng yên.

### 2.6 Mô hình phân tích: Vật chuyển động với gia tốc không đổi

Nếu gia tốc của một hạt biến thiên theo thời gian thì chuyển động của nó có thể phức tạp và khó phân tích. Tuy nhiên, một dạng rất thường gặp và đơn giản của chuyển động thẳng là chuyển động với gia tốc không đổi. Khi đó, gia tốc trung bình  $a_{x,avg}$  của hạt trong một khoảng thời gian bất kỳ bằng gia tốc tức thời  $a_x$ . Tức là từ phương trình (2.9) với  $t_i=0$  và  $t_f$  là một thời điểm  $t$  bất kỳ nào sau đó thì:

$$a_x = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t - 0}$$

hay

$$v_{xf} = v_{xi} + a_x t \quad (\text{với } a_x \text{ là hằng số}) \tag{2.13}$$

(2.13) là một phương trình động học, nó cho phép xác định vận tốc của một vật tại thời điểm  $t$  bất kỳ theo vận tốc ban đầu và gia tốc của nó. Nhưng phương trình này không cho thông tin nào về độ dời.

Vận tốc trung bình của vật được xác định bởi công thức:

$$v_{x,avg} = \frac{v_{xi} + v_{xf}}{2} \quad (\text{với } a_x \text{ là hằng số}) \tag{2.14}$$

Tức là vận tốc trung bình trong một khoảng thời gian bằng trung bình cộng của vận tốc đầu và vận tốc cuối của khoảng thời gian đó. Điều này chỉ đúng trong trường hợp gia tốc là hằng số.

Dùng các phương trình (2.1), (2.2) và (2.14) ta thu được vị trí của một vật như là hàm của thời gian:

$$x_f - x_i = v_{x,avg} t = \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xf})t$$

$$x_f = x_i + \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xf})t \quad (\text{với } a_x \text{ là hằng số}) \quad (2.15)$$

Thay vận tốc từ (2.13) vào (2.15) ta được:

$$x_f = x_i + v_{xi}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \quad (\text{với } a_x \text{ là hằng số}) \quad (2.16)$$

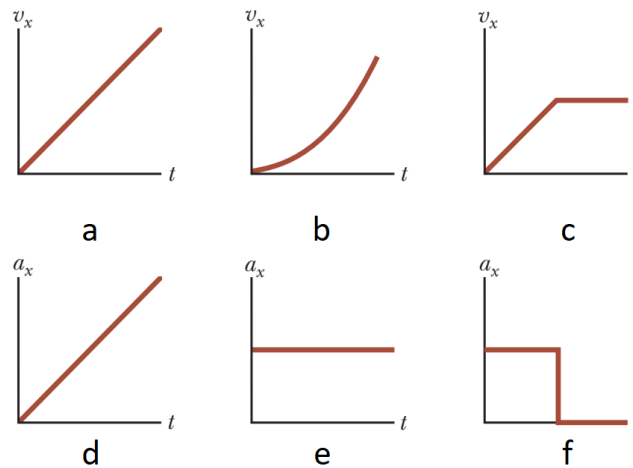
(2.16) là một phương trình chuyển động cho phép xác định vị trí theo vận tốc đầu và gia tốc của vật. Nó không cho biết về vận tốc cuối của vật.

Để tìm vận tốc cuối của vật theo vận tốc đầu, gia tốc và vị trí của vật, ta có thể biến đổi các công thức (2.13) và (2.15) ta được:

$$v_{xf}^2 = v_{xi}^2 + 2a_x(x_f - x_i) \quad (\text{với } a_x \text{ là hằng số}) \quad (2.17)$$

Để giải các bài toán về chuyển động thẳng với gia tốc không đổi, ta sử dụng các phương trình từ (2.13) đến (2.17).

**Câu hỏi 2.6:** Hãy ghép đồ thị  $v_x - t$  và  $a_x - t$  trong hình vẽ 2.9 cho phù hợp.



Hình 2.9: Dùng cho câu hỏi 2.6

**Bài tập mẫu 2.7:**

Một máy bay phản lực đáp xuống tàu sân bay với tốc độ 140 mi/h ( $\approx 63 \text{ m/s}$ ).

(A) Gia tốc của máy bay (xem là hằng số) là bao nhiêu nếu nó dừng lại sau 2 s nhờ một sợi cáp hãm gắn vào máy bay.

**Giải:**

Phương trình 2.13 là phương trình duy nhất dành cho mô hình hạt chuyển động với gia tốc không đổi mà không chứa vị trí, vì vậy ta sẽ dùng nó để tìm gia tốc của máy bay.

$$v_{xf} = v_{xi} + a_x t \approx \frac{0 - 63 \text{ m/s}}{2,0 \text{ s}} = -32 \text{ m/s}^2$$

(B) Nếu máy bay chạm vào sân tại vị trí  $x_i = 0 \text{ m}$  thì vị trí của nó lúc dừng lại là ở đâu?

**Giải:**

Sử dụng phương trình 2.15 để tìm vị trí cuối của máy bay

$$x_f = x_i + \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xf})t = 0 + \frac{1}{2}(63 + 0)2 = 63 \text{ m}$$

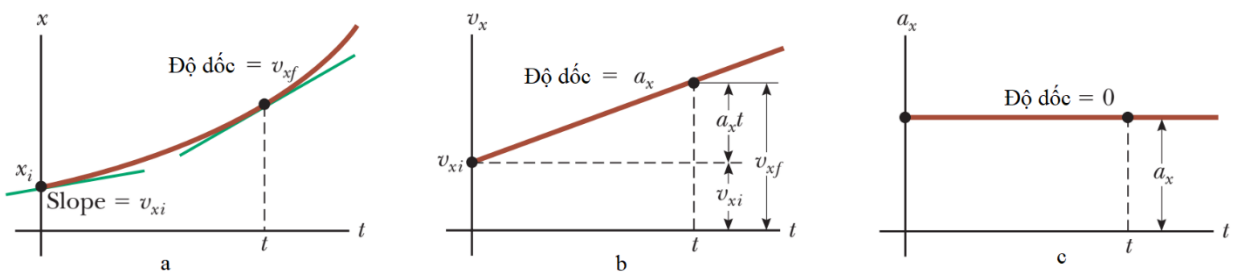
Đối với kích thước của tàu sân bay thì quãng đường 63 m để máy bay dừng lại là hợp lý. Ý tưởng sử dụng dây cáp để hãm máy bay lại được đưa ra từ thời chiến tranh thế giới thứ nhất.

Xem xét chuyển động với gia tốc không đổi về mặt đồ thị:

Xét đồ thị vị trí – thời gian (hình 2.10Hìnha): Độ dốc của đồ thị tăng dần, tức là vận tốc của vật tăng dần. Vật chuyển động có gia tốc.

Ở hình b, đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc theo thời gian. Độ dốc của đồ thị không đổi tức là gia tốc của vật không đổi.

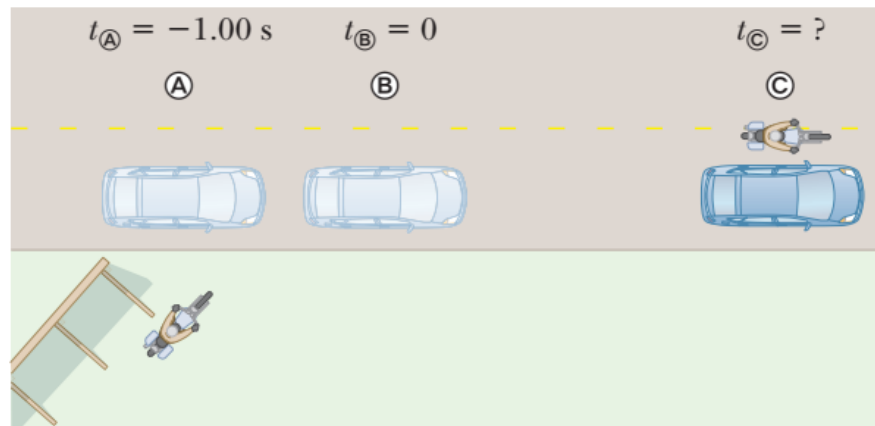
Hình c cho thấy độ dốc của đồ thị bằng 0, gia tốc của vật không đổi.



Hình 2.10: Các đồ thị của chuyển động thẳng với gia tốc không đổi

**Bài tập mẫu 2.8:**

Một chiếc xe đang chạy với tốc độ không đổi 45,0 m/s ngang qua một cảnh sát giao thông đang ngồi trên xe mô tô đằng sau một bảng hiệu. Một giây sau khi chiếc xe chạy ngang qua thì người cảnh sát bắt đầu đuổi theo với gia tốc không đổi 3,00 m/s<sup>2</sup>. Sau bao lâu thì người cảnh sát bắt kịp chiếc xe.



Hình 2.11: Hình ảnh về chuyển động của xe và người cảnh sát

**Giải:**

Biểu diễn bằng hình ảnh (hình 2.7) sẽ giúp ta làm rõ diễn biến của các sự kiện. Chiếc xe được mô hình hóa như là *một hạt chuyển động với vận tốc không đổi* còn người cảnh sát được mô hình hóa như là *một hạt chuyển động với gia tốc không đổi*.

Trước tiên, ta viết các biểu thức vị trí cho mỗi vật như là hàm của thời gian. Để tiện cho tính toán, hãy chọn vị trí của bảng hiệu làm gốc tọa độ và thời điểm người cảnh sát bắt đầu đuổi theo làm gốc thời gian  $t_B = 0$ . Lúc đó, xe đã ở đi được 45 m và đang ở vị trí B (vì xe chạy với vận tốc không đổi là  $v_x = 45$  m/s). Vì vậy, vị trí ban đầu của xe (lúc  $t = 0$ ) là  $x_B = 45$  m.

Vị trí của xe được cho bởi phương trình 2.7:

$$x_{\text{car}} = x_B + v_{\text{car}}t$$

Xe mô-tô của người cảnh sát bắt đầu chạy từ trạng thái đứng yên với gia tốc không đổi  $a_{\text{moto}}$  nên sử dụng phương trình 2.16 ta có:

$$x_{\text{moto}} = 0 + 0t + \frac{1}{2}a_x t^2$$

Nếu mô-tô đuổi kịp xe thì  $x_{\text{moto}} = x_{\text{car}}$ . Từ đó ta có



$$0 + 0t + \frac{1}{2}a_x t^2 = x_B + v_{\text{car}} t$$

$$\frac{1}{2}a_x t^2 - v_{\text{car}} t - x_B = 0$$

$$t = \frac{x_B \pm \sqrt{v_{\text{car}}^2 - 2a_x x_B}}{a_x}$$

Trong tình huống của bài thì thời điểm hai xe gặp nhau phải là  $t > 0$  nên ta chọn dấu dương của căn số. Thay các giá trị bằng số, ta thu được  $t = 31,0$  s.

**Câu hỏi 2.7:** Cho các lựa chọn (a) tăng, (b) giảm, (c) tăng rồi giảm và (d) giảm rồi tăng. Hãy chọn lựa chọn sẽ xảy ra cho (i) gia tốc và (ii) tốc độ của một quả bóng được ném thẳng đứng lên trong không khí

## 2.7 Vật rơi tự do

**Khái niệm:** Vật rơi tự do là vật chuyển động chỉ chịu tác dụng của lực hút của Trái đất.

Chuyển động ban đầu của vật ảnh hưởng đến sự rơi tự do. Ban đầu, vật có thể:

- Được thả rơi tự trạng thái nghỉ
- Bị ném xuống dưới
- Bị ném lên trên

Gia tốc của vật trong sự rơi tự do là  $g$ , luôn hướng xuống dưới và không phụ thuộc vào chuyển động ban đầu của vật.

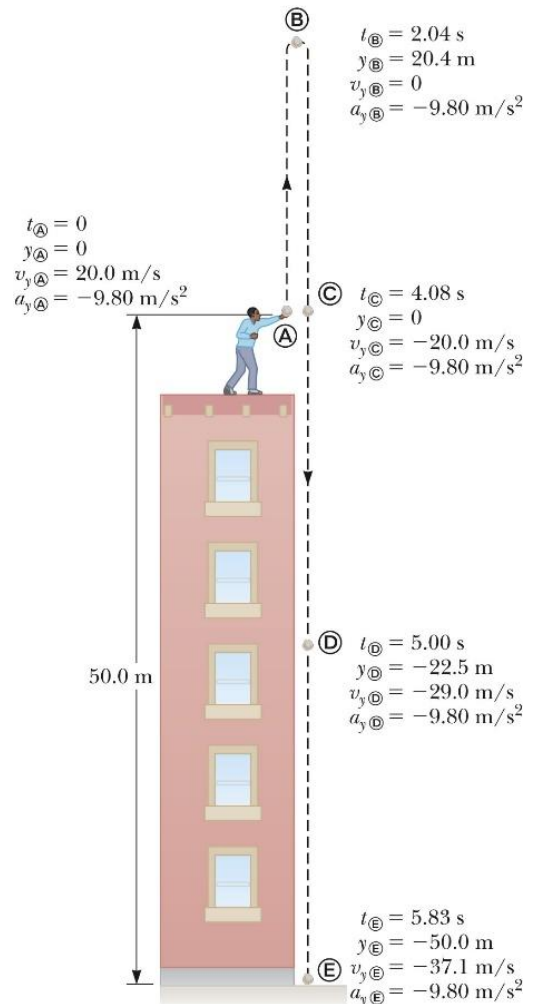
Độ lớn của gia tốc rơi tự do là  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ . Cần lưu ý:

- $g$  giảm theo độ cao
- $g$  thay đổi theo vĩ độ địa lý
- $9,80 \text{ m/s}^2$  là giá trị trung bình ở mặt đất

Chữ  $g$  (viết nghiêng) được sử dụng để chỉ gia tốc trọng trường; tránh nhầm với chữ  $g$  (viết thẳng) là gam.

Khi khảo sát vật rơi tự do, ta bỏ qua sức cản không khí. Chuyển động rơi tự do là chuyển động thẳng có gia tốc không đổi nên ta sử dụng mô hình hạt chuyển động với gia tốc không đổi.

Nếu chọn chiều dương hướng lên thì ta xét trục thẳng đứng là trục  $y$ . Ta sẽ sử dụng các phương trình



Hình 2.12: Chuyển động của vật được ném lên thẳng đứng

động học với  $a_y = -g = -9,80 \text{ m/s}^2$  và chú ý rằng sự dịch chuyển xảy ra theo chiều thẳng đứng.

**Vật được thả rơi:** Vận tốc ban đầu bằng 0. Chọn chiều dương hướng lên. Dùng phương trình động học và thay  $y$  vào nơi có  $x$ .

Gia tốc của chuyển động là  $a_y = -g = -9,80 \text{ m/s}^2$ .

**Vật được ném xuống:** Vận tốc ban đầu khác 0 và nhận giá trị âm (do chọn chiều dương hướng lên).

**Vật được ném lên:** Vận tốc ban đầu khác 0 và nhận giá trị dương (do chọn chiều dương hướng lên). Vật sẽ chuyển động lên trên cho đến lúc đạt độ cao cực đại, lúc này vận tốc của vật bằng 0. Sau đó vật rơi xuống như là vật bị thả rơi. Do đối xứng nên khoảng thời gian mà vật chuyển động lên phía trên bằng khoảng thời gian vật rơi về vị trí cũ. Trong hình 2.12, thời gian vật đi từ A đến B bằng thời gian vật đi từ B đến C.

Để xét chuyển động của vật ném lên, ta có thể phân ra thành 2 giai đoạn: ném lên và thả rơi.

Trong suốt quá trình chuyển động, gia tốc của vật là  $-g$  ( $-9,80 \text{ m/s}^2$ ).

Vận tốc ban đầu tại A là hướng lên trên (+)

Tại B, vận tốc là 0.

Tại C vận tốc có độ lớn đúng bằng độ lớn của vận tốc tại A nhưng có chiều ngược lại.

Độ dài của vật trong suốt quá trình là  $-50,0 \text{ m}$  (nó kết thúc tại vị trí thấp hơn  $50,0 \text{ m}$  so với điểm khởi đầu).

Các thông số về chuyển động của vật được cho lúc vật ở vị trí A, B, C, D và E.

## 2.8 Đi đến phương trình động học từ toán giải tích

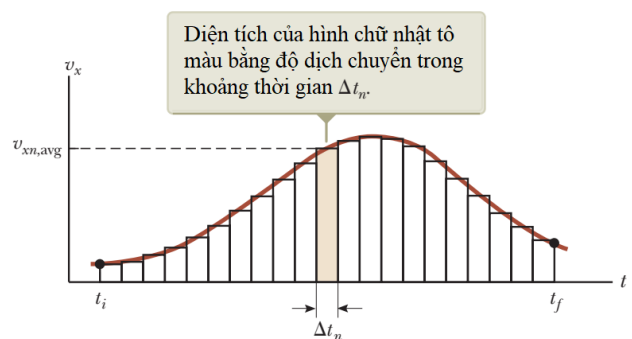
Trên đồ thị vận tốc – thời gian, độ dài chính là diện tích của phần bên dưới đồ thị. Về mặt toán học, diện tích này là:

$$\Delta x = \lim_{\Delta t_n \rightarrow 0} \sum_n v_{xn} \Delta t_n$$

Giới hạn ở vế bên phải chính là tích phân:

$$\lim_{\Delta t_n \rightarrow 0} \sum_n v_{xn} \Delta t_n = \int_{t_i}^{t_f} v_x(t) dt$$

Từ các định nghĩa gia tốc, vận tốc và độ dài:



Hình 2.13: Đồ thị vận tốc theo thời gian của hạt chuyển động dọc theo trục  $x$ . Tổng diện tích dưới đường cong là độ dài của hạt

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

$$v_{xf} - v_{xi} = \int_0^t a_x dt$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

$$x_f - x_i = \int_0^t v_x dt$$

Lấy tích phân, ta được:

$$v_{xf} - v_{xi} = a_x t$$

$$x_f - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

### Nói thêm về chiến thuật giải bài tập

Ngoài các khái niệm vật lý cơ bản, một kỹ năng có giá trị là khả năng giải bài toán phức tạp. Các bước giải toán tổng quát là:

#### Khái niệm hóa:

Chuyển ngôn ngữ của bài toán thành các khái niệm vật lý đã biết.

Suy nghĩ về tính hướng và hiểu nó

Phác họa về tình huống.

Thu thập thông tin: các con số và các cụm từ hoặc câu hàm ý về đại số

Tập trung vào kết quả mong đợi: nhớ lưu ý về các đơn vị đo.

Suy nghĩ về kết quả hợp lý có thể tìm được

#### Phân loại:

Đơn giản hóa bài toán: Có thể bỏ qua sức cản của không khí? Mô hình hóa các vật bằng các hạt.

Phân loại bài toán: Thay thế, phân tích

Gắng xác định các bài toán tương tự đã giải. Tìm mô hình phân tích có thể có ích cho việc giải bài toán

#### Phân tích:

Lựa chọn (các) phương trình phù hợp để dùng.

Giải các ẩn số.

Thay thế ẩn số bằng các số tương ứng.

Tính kết quả (nhớ kèm theo đơn vị đo).

Làm tròn kết quả về giá trị với số chữ số có nghĩa thích hợp

**Hoàn tất:**

Kiểm tra lại kết quả: các đơn vị đã chính xác chưa? Kết quả có khớp với các ý tưởng đã khái niệm hóa hay chưa?

Xem xét các tình huống giới hạn để chắc chắn rằng kết quả là hợp lý.

So sánh kết quả với kết quả của các bài toán tương tự.

Ngoài ra, khi giải các bài toán phức tạp, cần phải xác định các bài toán con và áp dụng chiến thuật nói trên cho từng bài toán con này.

**Tóm tắt chương 2**

**Định nghĩa:**

Khi một hạt chuyển động dọc theo trục  $x$  từ một vị trí ban đầu  $x_i$  đến vị trí cuối  $x_f$  thì **độ dời** của nó là:

$$\Delta x \equiv x_f - x_i$$

Vận tốc trung bình của một hạt trong khoảng thời gian nào đó là tỉ số giữa độ dời  $\Delta x$  và  $\Delta t$  mà hạt thực hiện độ dời này

$$v_{x,avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Tốc độ trung bình của một hạt bằng tỉ số quãng đường mà nó đi được với khoảng thời gian mà nó đi hết quãng đường đó

$$v_{avg} \equiv \frac{d}{\Delta t}$$

Vận tốc tức thời của một hạt được định nghĩa là giới hạn  $\Delta x / \Delta t$  khi  $\Delta t$  tiến đến 0

$$v_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Gia tốc trung bình của một hạt được định nghĩa là tỉ số giữa độ biến thiên vận tốc  $\Delta v_x$  và khoảng thời gian  $\Delta t$  diễn ra sự biến thiên đó

$$a_{x,avg} \equiv \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i}$$

Gia tốc tức thời là giới hạn của gia tốc trung bình khi  $\Delta t$  tiến đến 0:

$$a_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt}$$

### Khái niệm và nguyên lý:

Khi vận tốc và gia tốc của một vật là cùng chiều thì vật chuyển động nhanh dần. Ngược lại, khi vận tốc và gia tốc của vật ngược chiều thì vật chuyển động chậm dần. Lưu ý rằng sự tỉ lệ giữa lực và gia tốc là một cách thuận tiện để xác định hướng của gia tốc khi vật chịu tác dụng của một lực.

Một vật rơi tự do trong trọng trường của Trái đất chịu gia tốc rơi tự do hướng về tâm của Trái đất. Nếu bỏ qua sức cản không khí và chuyển động diễn ra gần bề mặt Trái đất và phạm vi chuyển động không lớn so với bán kính Trái đất thì gia tốc rơi tự do  $a_y = -g$  là hằng số trong phạm vi chuyển động.  $g$  là hằng số và bằng  $9,80 \text{ m/s}^2$ .

Khi gặp các bài toán phức tạp, ta tìm cách giải nó dựa vào các bước của chiến lược giải toán đã nêu trong chương này.

Mô hình phân tích là trợ giúp quan trọng trong việc giải bài toán. Mô hình phân tích là tình huống mà chúng ta đã gặp trong các bài toán trong chương này. Mỗi mô hình phân tích liên quan đến một hay một số phương trình. Khi giải một bài toán mới, hãy xác định mô hình phân tích tương ứng với bài toán. Mô hình sẽ cho biết cần sử dụng các phương trình nào. Ba mô hình phân tích đã nêu trong chương này được tóm tắt lại như phần dưới đây.

### Mô hình phân tích để giải bài toán

Hạt chuyển động với vận tốc không đổi: ứng với các phương trình (2.6), (2.7)

Hạt chuyển động với tốc độ không đổi: ứng với phương trình (2.8)

Hạt chuyển động với gia tốc không đổi: ứng với các phương trình (2.13), (2.14), (2.15), (2.16), (2.17)

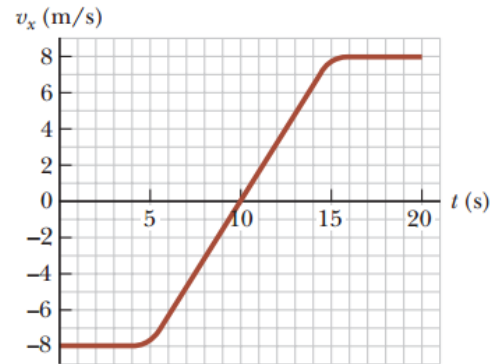
## Câu hỏi lý thuyết chương 2

1. Nếu vận tốc trung bình của một vật bằng 0 trong một khoảng thời gian nào đó, ta có thể nói gì về sự dịch chuyển của vật trong khoảng thời gian này?
2. Nếu một chiếc xe đang di chuyển về hướng đông, gia tốc của nó có thể theo hướng tây không? Giải thích.
3. Nếu vận tốc của một chất điểm bằng 0, gia tốc của chất điểm có thể bằng 0 hay không? Giải thích.

4. Nếu vận tốc của một chất điểm khác 0, gia tốc của chất điểm có thể bằng 0 không? Giải thích.
5. (a) Vào một thời điểm, vận tốc tức thời của một vật có thể lớn hơn về độ lớn so với vận tốc trung bình trong một khoảng thời gian có chứa thời điểm hay không?  
(b) Nó có thể nhỏ hơn hay không?

### Bài tập chương 2

1. Biết đồ thị  $x - t$  của chất điểm cho như hình bên, tìm vận tốc trung bình của nó trong các khoảng thời gian : (a)  $0 - 2$  s, (b)  $0 - 4$  s, (c)  $2 - 4$  s, (d)  $4 - 7$  s, (e)  $0 - 8$  s.  
Đáp số: 5; 1,2; -2,5; -3,3; 0 m/s



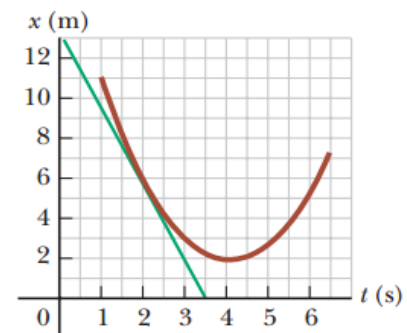
2. Một người đi bộ với vận tốc không đổi 5,00 m/s dọc theo đường nối từ điểm A đến điểm B sau đó quay trở lại từ B về A với tốc độ không đổi 3,00 m/s.  
(a) Tính tốc độ trung bình của người này trong suốt hành trình.  
(b) Tính vận tốc trung bình của người này trong suốt hành trình.  
ĐS: 3,75 m/s; 0

3. Vị trí của 1 chiếc xe thay đổi theo thời gian và được ghi lại trong bảng dưới đây. Tìm vận tốc trung bình của xe trong khoảng thời gian

t (s)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
x (m)	0	2,3	9,2	20,9	36,8	57,5

- (a) 2 s đầu tiên, (b) 3 s cuối và (c) suốt quá trình chuyển động.  
ĐS: 2,3; 16,1; 11,5 m/s

4. Đồ thị  $x-t$  của chất điểm chuyển động theo trục  $x$  được cho trong hình bên.  
(a) Tìm vận tốc trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian từ  $t = 1,50$  s đến  $t = 4,00$  s.  
(b) Tính vận tốc tức thời tại thời điểm  $t = 2,00$  s bằng các tính độ dốc của đường tiếp tuyến với đồ thị tại điểm đó.  
(c) Tại thời điểm nào vận tốc của chất điểm bằng 0?  
ĐS: -2,4m/s; -3,8m/s; 4s.



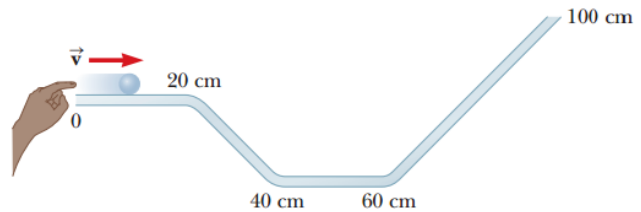
5. Vùng đất Bắc Mỹ và Châu Âu của lớp vỏ trái đất đang trôi ra xa nhau với tốc độ khoảng 25 mm/năm. Xem như tốc độ đó là hằng số, hỏi sau bao lâu thì kẽ nứt giữa chúng đạt được độ lớn  $2.9.10^3$  dặm.  
ĐS:  $1,9.10^8$  năm



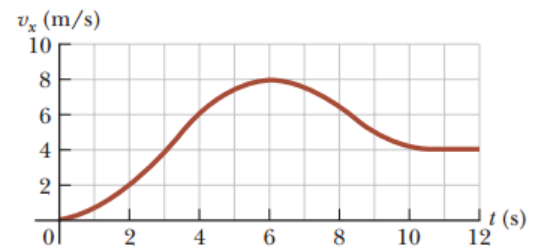
6. Đồ thị vận tốc – thời gian của một vật chuyển động theo trục  $x$  được cho trong hình bên.  
 (a) Vẽ đồ thị gia tốc theo thời gian tương ứng.  
 Tính gia tốc trung bình của vật trong khoảng thời gian:  
 (b) từ  $t = 5$  s đến  $t = 15$  s và  
 (c) từ  $t = 0$  đến  $t = 20$  s.

ĐS:  $1,60 \text{ m/s}^2$ ;  $1,60 \text{ m/s}^2$ ;  $0,800 \text{ m/s}^2$

7. Một cậu bé đẩy hòn bi lăn trên cái rãnh dài 100 cm như hình vẽ. Trên các đoạn đường ngang, hòn bi lăn với tốc độ không đổi. Trên các đoạn dốc, tốc độ thay đổi đều. Cậu bé đẩy hòn bi cho nó trượt từ vị trí  $x = 0$  và quan sát thấy khi hòn bi đến vị trí  $x = 90$  cm thì nó quay lại. Khi nó trở về vị trí  $x = 0$  thì tốc độ của hòn bi cũng bằng tốc độ của nó lúc xuất phát. Hãy vẽ đồ thị  $x - t$ ,  $v - t$ ,  $a - t$  biểu diễn quá trình chuyển động của hòn bi.



8. Đồ thị bên cạnh biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc vào thời gian của một người đi xe máy khi anh ta khởi hành từ trạng thái nghỉ và chạy trên đường theo 1 đường thẳng. (a) Tìm gia tốc trung bình trong khoảng thời gian 0 đến 6 s. (b) Xác định thời điểm gia tốc xe đạt giá trị dương lớn nhất và giá trị gia tốc tại thời điểm đó. (c) Khi nào gia tốc bằng 0? (d) Xác định thời điểm gia tốc xe đạt giá trị âm bé nhất và giá trị gia tốc tại thời điểm đó.



ĐS: a)  $1,30 \text{ m/s}^2$ ; b)  $2,00 \text{ m/s}$  ( $t=3$  s); c)  $6,00$  s và  $> 10,0$  s; d)  $-1,50 \text{ m/s}^2$  ( $t=8,00$  s)

9. Một chất điểm chuyển động dọc theo trục  $x$  với phương trình  $x = 2 + 3t - t^2$  (m; s). Tại  $t = 3$  s, xác định: (a) vị trí của chất điểm, (b) vận tốc của nó và (c) gia tốc của nó.

ĐS:  $2,00$  m;  $-3,00 \text{ m/s}$ ;  $-2,00 \text{ m/s}^2$

10. Một chiếc xuồng cao tốc đang di chuyển với tốc độ  $30 \text{ m/s}$  tiến đến 1 cái phao nổi (như hình) cách đó  $100$  m. Người lái điều chỉnh van tiết lưu để chiếc xuồng giảm tốc với gia tốc không đổi  $-3,5 \text{ m/s}^2$ . (a) Hỏi sau bao lâu thì chiếc xuồng chạm đến cái phao? (b) Vận tốc của xuồng khi nó chạm cái phao?



ĐS:  $4,53$  s;  $14,1 \text{ m/s}$

11. Một xe tải bắt đầu chạy trên đường từ trạng thái nghỉ. Nó đi với gia tốc  $2,00 \text{ m/s}^2$  cho đến khi tốc độ nó đạt  $20,0 \text{ m/s}$ . Sau đó nó chuyển động đều với vận tốc đó trong  $20,0$  s. Cuối cùng người lái xe đạp thắng để xe chạy chậm dần đều rồi dừng lại trong  $5,00$  s nữa. (a) Hỏi tổng thời gian chuyển động của xe tải trên. (b) Vận tốc trung bình của xe tải trong suốt quá trình chuyển động mô tả ở trên?

ĐS: 35,0 s; 15,7 m/s

12. Một tài xế xe hơi đạp phanh khi bất ngờ nhìn thấy 1 cái cây lớn chắn ngang đường. Xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc  $-5,60 \text{ m/s}^2$  trong 4,20 s và trượt dài 1 đoạn 62,4 m thì đến cái cây chắn đường đó. Hỏi tốc độ xe khi đến cái cây.

ĐS: 3,10 m/s

13. Vào thời điểm  $t = 0$ , một chiếc xe đồ chơi được đặt cho chuyển động trên 1 cái rãnh với vị trí ban đầu là 15,0 cm, vận tốc ban đầu là  $-3,50 \text{ cm/s}$ , và gia tốc không đổi  $2,40 \text{ cm/s}^2$ . Cùng thời điểm đó, 1 chiếc xe đồ chơi khác được đặt cho chuyển động ở rãnh bên cạnh với vị trí ban đầu là 10,0 cm, vận tốc đầu  $5,50 \text{ cm/s}$ , gia tốc bằng 0.

(a) Hỏi thời điểm nào thì 2 xe có cùng tốc độ? (b) Tốc độ của chúng tại thời điểm đó là bao nhiêu? (c) Tại thời điểm nào 2 xe vượt qua nhau? (d) Vị trí của nó ở thời điểm đó? (e) Giải thích sự khác nhau giữa 2 câu hỏi a và c.

ĐS: 3,75 s; 5,50 cm; 6,90 s hoặc 0,604 s; 47,9 cm hoặc 13,3 cm

14. Một người đang đứng tại chân một bức tường của một tòa lâu đài 3,65 m và ném một hòn đá lên thẳng đứng với tốc độ  $7,40 \text{ m/s}$  từ độ cao 1,55 m so với mặt đất.

(a) Hòn đá có lên đến đỉnh của bức tường không? (b) Nếu có thì tốc độ của hòn đá tại đỉnh tường là bao nhiêu? (c) Nếu hòn đá được ném xuống từ đỉnh tường với tốc độ ban đầu là  $7,40 \text{ m/s}$ . Tính độ biến thiên về tốc độ của hòn đá khi ở đỉnh tường và khi nó đi qua điểm có độ cao 1,55 m. (d) Độ lớn của độ biến thiên tốc độ của hòn đá trong trường hợp nó được ném lên từ độ cao 1,55 m đến độ cao 3,65 m với tốc độ ban đầu  $7,40 \text{ m/s}$  có giống với trường hợp câu c không? (e) Giải thích sự giống hay khác đó.

ĐS: a. Có; b.  $3,69 \text{ m/s}$ ; c.  $2,39 \text{ m/s}$ ; d.  $3,71 \text{ m/s}$  khác với kết quả câu c e. Hòn đá ném lên cần nhiều thời gian để chuyển động hơn hòn đá ném xuống vì vậy nó cần nhiều thời gian hơn để chuyển đổi tốc độ

15. Một sinh viên ném một chùm chìa khóa theo phương thẳng đứng lên cho bạn cùng phòng đang ở bên trong một cửa sổ ở độ cao 4,00 m. Cô bạn cùng phòng bắt được chùm chìa khóa sau 1,50 s. (a) Hỏi vận tốc ban đầu của chùm chìa khóa? (b) Vận tốc của chùm chìa khóa trước khi cô bạn kia bắt được nó?

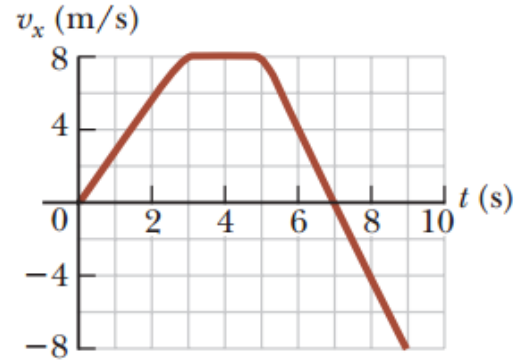
ĐS:  $10,0 \text{ m/s}$ ;  $-4,68 \text{ m/s}$

16. Tốc độ của viên đạn khi nó di chuyển theo đường xoắn ốc trong nòng súng đến họng súng cho bởi phương trình  $v = (-5 \times 10^7) t^2 + 3 \times 10^5 t$  với  $v$  đo bằng mét,  $t$  đo bằng giây. Gia tốc của viên đạn khi rời khỏi nòng súng bằng 0.

(a) Xác định gia tốc và vị trí của viên đạn khi nó còn trong nòng súng như là hàm theo thời gian. (b) Xác định khoảng thời gian mà viên đạn được tăng tốc. (c) Tìm tốc độ của viên đạn khi rời khỏi nòng. (d) Xác định chiều dài của nòng súng.

ĐS: a.  $a = -(10,0 \times 10^7) t + 3,00 \times 10^5 \text{ m/s}^2$  b.  $3,00 \text{ ms}$ ; c.  $450 \text{ m/s}$  ; d.  $0,900 \text{ m}$

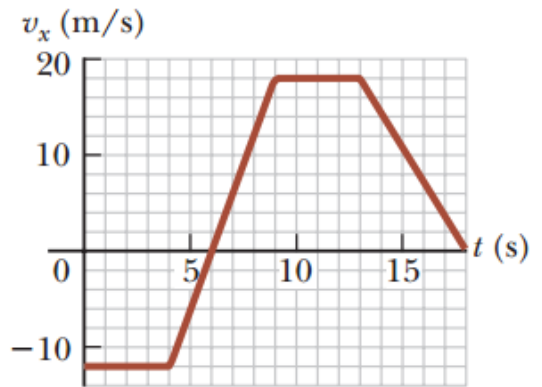
17. Một sinh viên bắt đầu lái xe máy dọc theo 1 đường thẳng từ trạng thái nghỉ. Vận tốc của xe được mô tả trên biểu đồ  $v - t$  như hình vẽ.



- (a) Vẽ đồ thị vị trí phụ thuộc thời gian  $x - t$ , chú ý sắp xếp các tọa độ thời gian của hai đồ thị  $v - t$  và  $x - t$ .
- (b) Vẽ đồ thị gia tốc phụ thuộc thời gian  $a - t$  ngay dưới biểu đồ  $v - t$ , chú ý sắp xếp các tọa độ thời gian như trên.
- (c) Xác định gia tốc của xe lúc  $t = 6,00$  s.
- (d) Xác định vị trí của xe lúc  $t = 6,00$  s.
- (e) Xác định vị trí cuối cùng của xe lúc  $t = 9,00$  s.

ĐS: c.  $-4\text{m/s}^2$  ; d. 32m ; e. 28m

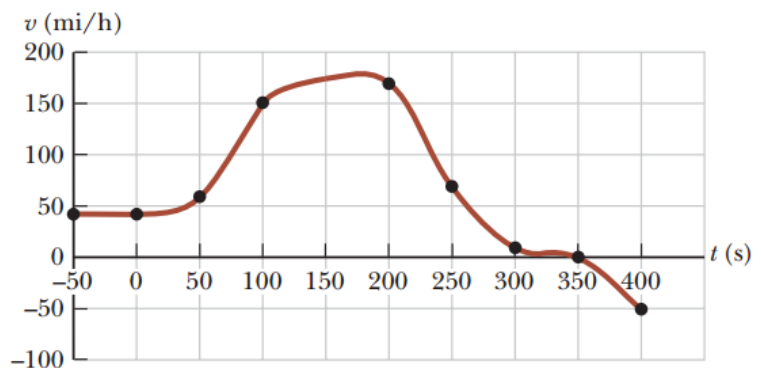
18. Một con mèo tại thời điểm ban đầu xem như đang ở gốc tọa độ. Nó bắt đầu di chuyển theo trục  $x$  với vận tốc phụ thuộc thời gian được cho bởi biểu đồ  $v - t$  như hình bên.



- (a) Xác định gia tốc của con mèo trong khoảng  $0 \rightarrow 4$  s.
- (b) Xác định gia tốc của con mèo trong khoảng  $4 \rightarrow 9$  s.
- (c) Xác định gia tốc của con mèo trong khoảng  $13 \rightarrow 18$  s.
- (d) Tại thời điểm nào con mèo di chuyển với tốc độ nhỏ nhất?
- (e) Thời điểm nào con mèo ở xa gốc tọa độ nhất?
- (f) Xác định vị trí cuối cùng của con mèo lúc  $t = 18,0$  s.
- (g) Vẽ đồ thị vị trí theo thời gian và gia tốc theo thời gian, chú ý sắp xếp các tọa độ thời gian của 3 đồ thị  $x - t$ ,  $v - t$ ,  $a - t$  như nhau theo chiều dọc.

ĐS: a. 0 ; b.  $6,00 \text{ m/s}^2$  ; c.  $-3,60 \text{ m/s}^2$  ; d.  $6 \rightarrow 18$  s ; e. 18,0 s ; f. 84,0 m ; g. 204 m

19. Acela – chuyên tàu điện nối Washington – New York – Boston – đang chở khách với vận tốc 170 mi/h. Biểu đồ  $v - t$  của nó được cho như hình vẽ.



- (a) Hãy mô tả chuyển động của tàu ở mỗi khoảng thời gian kế tiếp nhau.
- (b) Xác định gia tốc dương cao nhất mà đoàn tàu đạt được.
- (c) Xác định độ dời (tính theo dặm) của đoàn tàu trong khoảng thời gian 0 đến 200 s.

ĐS: b. 2,20 mi/h; c. 6,70 dặm

20. Một trái banh đỏ được ném lên từ mặt đất với vận tốc đầu 25,0 m/s. Cùng lúc đó 1 trái banh xanh được thả xuống từ tầng 3 của tòa nhà ở độ cao 15,0 m. Hỏi sau bao lâu 2 trái banh đạt cùng độ cao so với mặt đất.

ĐS: 0,60 s

21. Kathy muốn kiểm tra xe thể thao mà cô ấy mới sắm bằng cách thách đấu với tay đua dày dạn kinh nghiệm Stan. Kathy chấp Stan xuất phát trước 1 s. Cả 2 bắt đầu chuyển động từ trạng thái nghỉ. Stan chuyển động với gia tốc  $3,50 \text{ m/s}^2$  còn Kathy thì giữ gia tốc  $4,90 \text{ m/s}^2$ . Xác định:

- (a) Thời điểm Kathy bắt đầu vượt qua Stan.
- (b) Quãng đường Kathy đi được trước khi gặp Stan.
- (c) Tốc độ cả 2 xe tại thời điểm 2 xe gặp nhau.

ĐS: a. 5,46 s ; b. 73,0 m ; c. 26,7 và 22,6 m/s.