



HCMC UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION  
FACULTY OF APPLIED SCIENCE

---o0o---

TRAN THI KHANH CHI

P1

Mechanics

*The study of the MOTION of objects*

CƠ HỌC

*Nghiên cứu về CHUYỂN ĐỘNG của các vật*

Email: [chittk@hcmute.edu.vn](mailto:chittk@hcmute.edu.vn) ; [khanhchi86@gmail.com](mailto:khanhchi86@gmail.com)

## Chapter 1

# PHYSICS AND MEASUREMENT

## Vật lý và đo lường

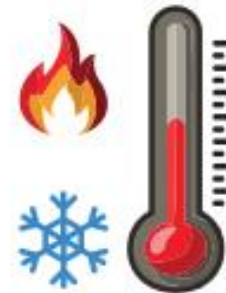
### SI base unit



Second



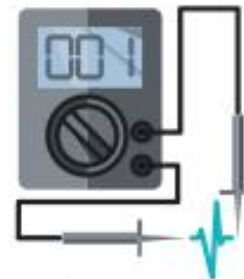
Metre



Kelvin



Kilogram



Ampere



Candela



Mole

# Units

Unit	Original Definition	Current Definition
<b>Meter</b>	1/10,000,000 distance from Eq to NP along Prime Meridian	D light travels in $3.3 \times 10^{-9}$ sec
<b>Kilogram</b>	Mass of 0.001 m <sup>3</sup> of water	Mass of cylinder in France
<b>Second</b>	1/86,400 of a solar day	9,192,631,700 times T of Ce <sup>133</sup> atom



<b>Meter</b>	<b>Mét</b>	<b>m</b>
Yard	Yard	yd
Feet	Feet	ft
Inch	Inch	in
Mile	Dặm	mi
Light year	Năm ánh sáng	ly
Astronomical Unit	Đơn vị Thiên văn	AU
Nautical Miles	Hải lý (Dặm biển)	nmi

**Table 1.4**   **Prefixes for Powers of Ten**

Power	Prefix	Abbreviation	Power	Prefix	Abbreviation
$10^{-24}$	yocto	y	$10^3$	kilo	k
$10^{-21}$	zepto	z	$10^6$	mega	M
$10^{-18}$	atto	a	$10^9$	giga	G
$10^{-15}$	femto	f	$10^{12}$	tera	T
$10^{-12}$	pico	p	$10^{15}$	peta	P
$10^{-9}$	nano	n	$10^{18}$	exa	E
$10^{-6}$	micro	$\mu$	$10^{21}$	zetta	Z
$10^{-3}$	milli	m	$10^{24}$	yotta	Y
$10^{-2}$	centi	c			
$10^{-1}$	deci	d			

# Dimensional Analysis

**Table 1.5**

**Dimensions and Units of Four Derived Quantities**

Quantity	Area ( $A$ )	Volume ( $V$ )	Speed ( $v$ )	Acceleration ( $a$ )
Dimensions	$L^2$	$L^3$	$L/T$	$L/T^2$
SI units	$m^2$	$m^3$	$m/s$	$m/s^2$
U.S. customary units	$ft^2$	$ft^3$	$ft/s$	$ft/s^2$

# Dimensional Analysis

Newton's law of universal gravitation is represented by  $F = \frac{GMm}{r^2}$

where F is the magnitude of the gravitational force exerted by one small object on another, M and m are the masses of the objects, and r is a distance. Force has the SI units  $(kg \cdot m)/s^2$ . What are the SI units of the proportionality constant G?

# Dimensional Analysis

Coulomb's law of universal gravitation is represented by  $F = k \frac{qQ}{r^2}$

Force has the SI units  $(kg \cdot m)/s^2$ . What are the SI units of the proportionality constant  $k$ ?



# Dimensional Analysis

- (a) Assume the equation  $x = At^3 + Bt$  describes the motion of a particular object, with  $x$  having the dimension of length and  $t$  having the dimension of time. **Determine** the **dimensions** of the constants **A and B**.
- (b) **Determine** the **dimensions** of the derivative  **$dx/dt$**

## Conversion of Units

????  $1\text{ in} = 2.54\text{ cm} \rightarrow 15\text{ in}^3 = ?\text{ liter}$

$$15\text{ in}^3 = 15\text{ in}^3 \times \frac{(2.54\text{ cm})^3}{1\text{ in}^3} \times \frac{0.001\text{ l}}{1\text{ cm}^3} = 0.25\text{ l}$$

## Conversion of Units

1 U.S.gal = 231 in<sup>3</sup> ; 1 in = 2.54 cm; 1\$ = 22000VND

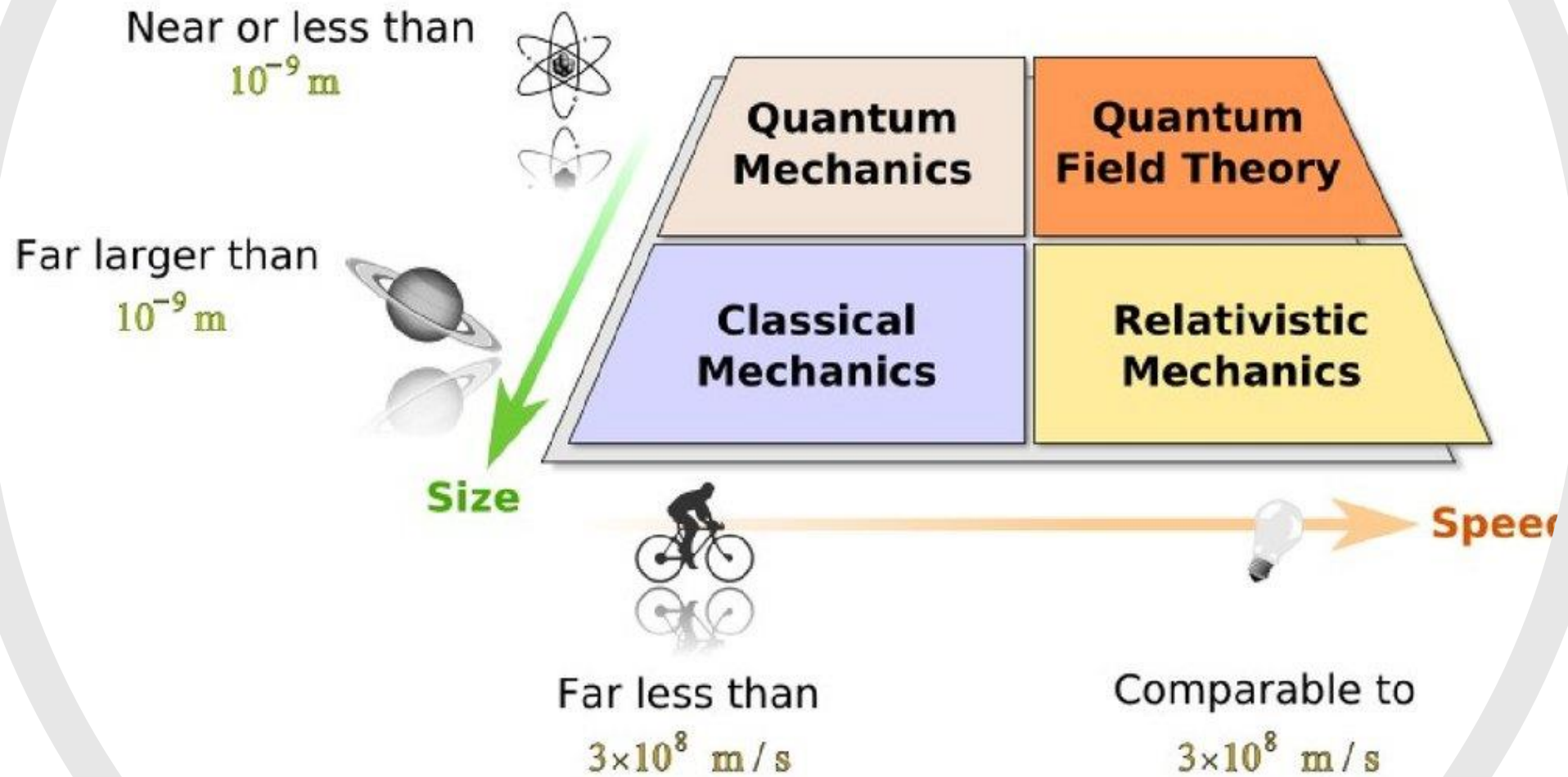
Crude oil prices 2018 is 70\$ per barrel. **Assume** one oil barrel contains 50 gallons. **Determine price one liter of oil in**

**VND.**

$$1 \text{ barrel} = 1 \text{ barrel} \times \frac{50 \text{ gallons}}{1 \text{ barrel}} \times \frac{231 \text{ in}^3}{1 \text{ gallon}} \times \frac{(2.54 \text{ cm})^3}{1 \text{ in}^3} \times \frac{0.001 \text{ l}}{1 \text{ cm}^3} = 189.3 \text{ l}$$

$$1 \text{ l} = 1 \text{ l} \times \frac{1}{189.3} \frac{\text{barrel}}{\text{l}} \times \frac{70\$}{1 \text{ barrel}} \times \frac{22000 \text{ VND}}{1 \$} = 8135 \text{ VND}$$

# The basic domains of physics



## Chapter 2

# MOTION IN ONE DIMENSION

Chuyển động thẳng - ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM



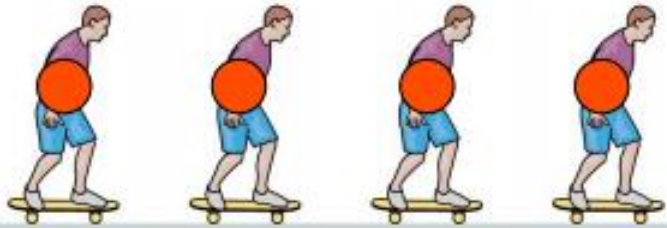


# PARTICLE



A stationary ball on the ground.  
Same position at all times.

**Velocity = 0.**



A skateboarder rolling on a sidewalk.  
Images are equally spaced.

**Velocity = constant.**



A sprinter starting the 100 meter dash.  
Image spacing grows.

**Velocity = increasing.**



A car stopping for a red light.  
Image spacing shrinks.

**Velocity = decreasing.**



*We can model an extended object as a  
PARTICLE.*

- *size*  $\ll$  *distance*
- *same*

## 2.1,2,4 POSITION, VELOCITY, ACCELERATION

Displacement - Độ dời

Position - Vị trí  $x$

Distance - Quãng đường

$$\Delta x = x_f - x_i$$

$d$

Average Velocity - Vận tốc trung bình

Average Speed - Tốc độ trung bình

$$v_{x,avg} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

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

Instantaneous Velocity - Vận tốc tức thời

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

Instantaneous Speed - Tốc độ tức thời

$$v = \left| \frac{dx}{dt} \right|$$

Average Acceleration - Gia tốc trung bình

$$a_{x,avg} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Instantaneous Acceleration - Gia tốc tức thời

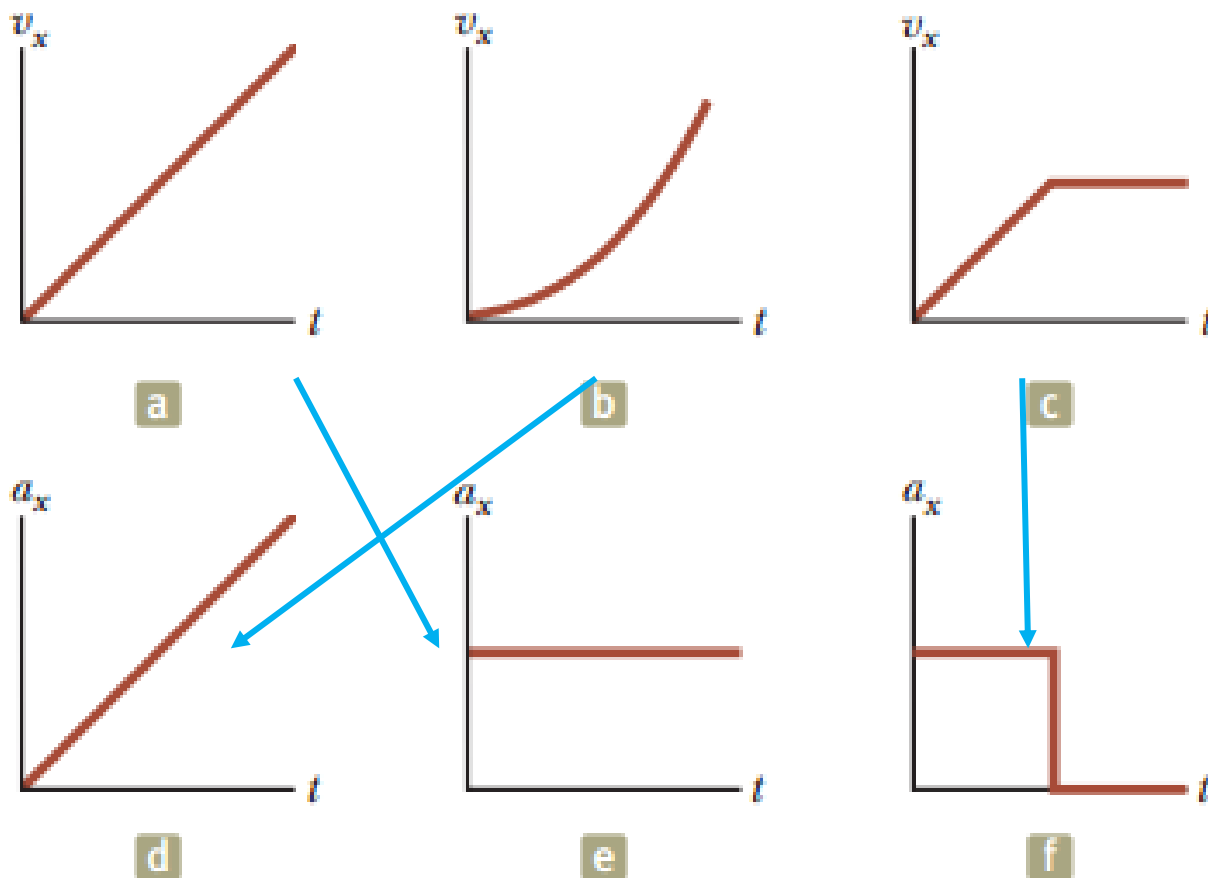
$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$







Quick Quiz: In the Figure, **match** each  $v_x-t$  graph on the top with the  $a_x-t$  graph on the bottom that **best describes the motion**.

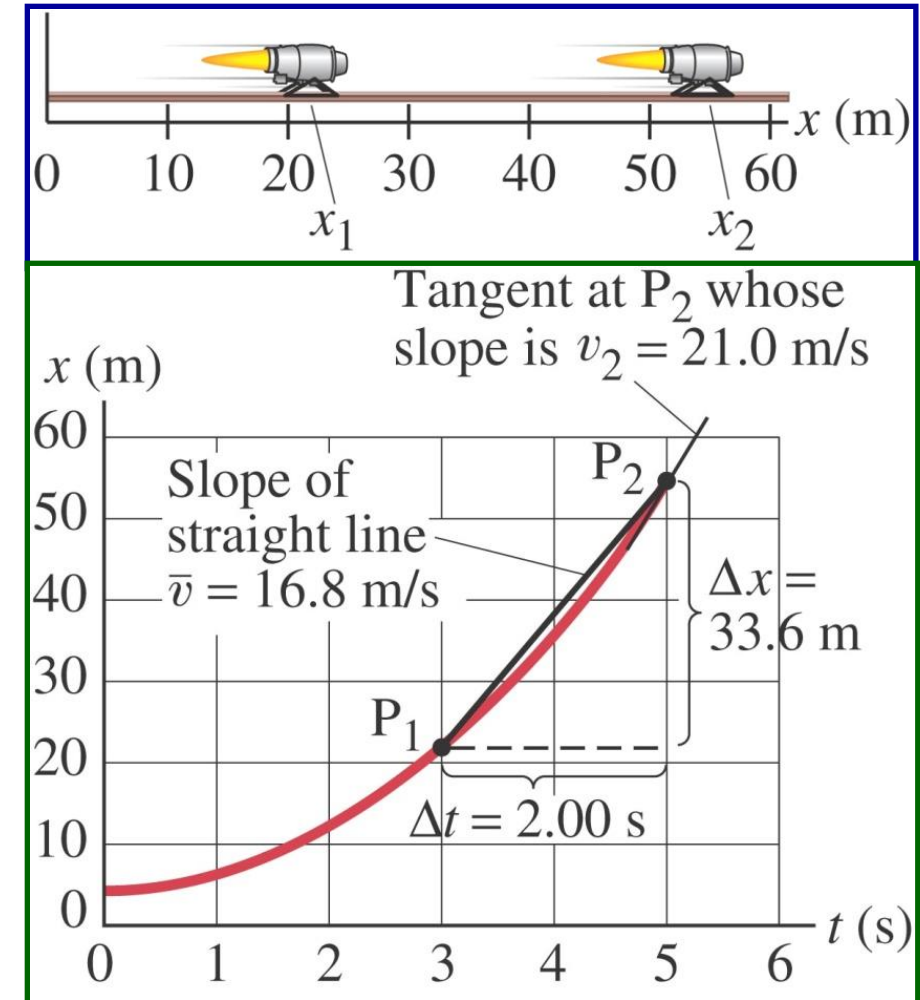


Ex 1: A jet engine moves along an experimental track (called the  **$x$  axis**) as shown in the figure. Treat the engine as if it were a particle. Its position as a function of time is given by the equation  **$x = At^2 + B$** , where  **$A = 2.10 \text{ m/s}^2$**  &  **$B = 2.80 \text{ m}$** .

(a) Find the **displacement** of the engine during the time interval from  **$t_1 = 3.0 \text{ s}$**  to  **$t_2 = 5.0 \text{ s}$** .

(b) Find the **average velocity** during this time interval.

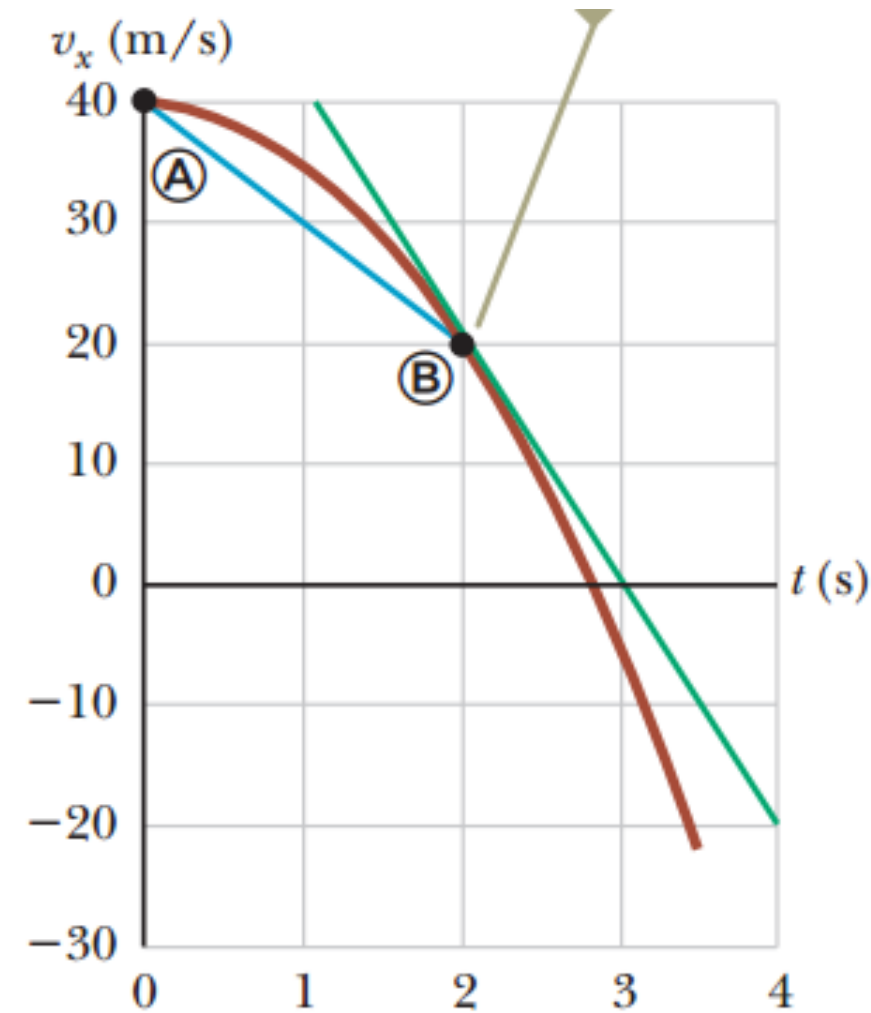
(c) Determine the **magnitude of the instantaneous velocity** at  **$t = 5.0 \text{ s}$** .



Ex 2: The velocity of a particle moving along the  $x$  axis varies according to the expression  $\mathbf{v_x = 40 - 5t^2}$ , where  $v_x$  is in meters per second and  $t$  is in seconds.

(A) Find the **average acceleration** in the time interval  $t = 0$  to  $t = 2.0$  s.

(B) Determine the **acceleration** at  $t = 2.0$  s



Ex 3:

A particle moves along the  $x$  axis. Its position is given by the equation  $x = 2 + 3t - 4t^2$ , with  $x$  in meters and  $t$  in seconds. Determine (a) its position when it changes direction and (b) its velocity when it returns to the position it had at  $t = 0$ .

*Ans: 2,56 m; -3 m/s*

### Ex 4

The speed of a bullet as it travels down the barrel of a rifle toward the opening is given by

$$v = (-5.00 \times 10^7)t^2 + (3.00 \times 10^5)t$$

where  $v$  is in meters per second and  $t$  is in seconds. The acceleration of the bullet just as it leaves the barrel is zero. (a) Determine the acceleration and position of the bullet as functions of time when the bullet is in the barrel. (b) Determine the time interval over which the bullet is accelerated. (c) Find the speed at which the bullet leaves the barrel. (d) What is the length of the barrel?

Tốc độ của viên đạn khi nó di chuyển theo đường xoắn ốc trong nòng súng đến họng súng cho bởi phương trình  $v = -5.10^7t^2 + 3.10^5t$  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

## 2.3,5,6 Particle Under Constant Velocity and Acceleration

Particle Under	Constant Velocity	Constant Acceleration
Acceleration equation	$a_x = 0$	$a_x = \text{const}$
Velocity equation	$v_x = \text{const}$	$v_{xf} = v_{xi} + a_x t$
Motion equation	$x_f = x_i + v_x t$	$x_f = x_i + v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$
Distance	$d = v_x t$	$d = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$
Other Equations		$v_{xf}^2 - v_{xi}^2 = 2ad$ $v_{x,avg} = \frac{v_{xf} + v_{xi}}{2}$

### Ex 5

Một vật ban đầu 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 vật trong khoảng  $0 \rightarrow 4$  s.

(b) Xác định gia tốc của vật trong khoảng  $4 \rightarrow 9$  s.

(c) Xác định gia tốc của vật trong khoảng  $13 \rightarrow 18$  s.

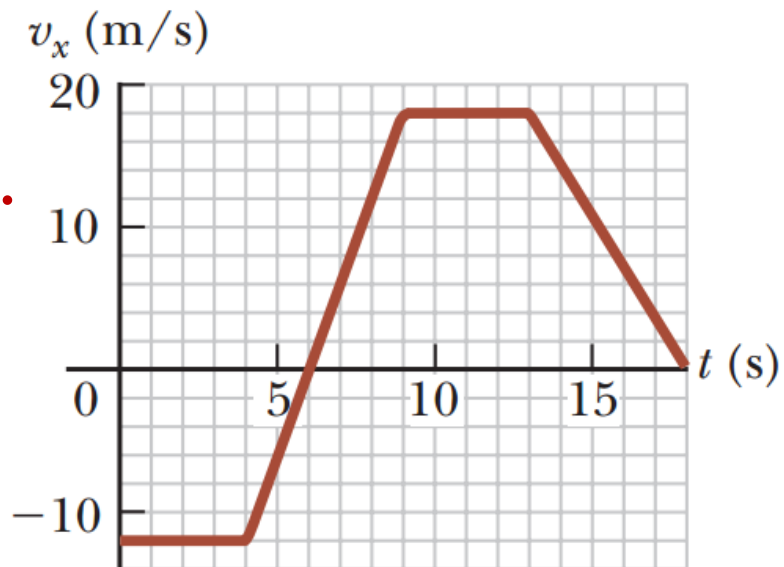
(d) Tại thời điểm nào vật có tốc độ nhỏ nhất?

(e) Thời điểm nào vật ở xa gốc tọa độ nhất?

(f) Xác định vị trí cuối cùng của vật lúc  $t = 18$  s.

(g) Quãng đường vật đi được từ  $0 \rightarrow 18$  s.

(h) 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.



A ball is thrown straight up in the air. For which situation are both the instantaneous velocity and the acceleration zero? (a) on the way up (b) at the top of its flight path (c) on the way down (d) halfway up and halfway down (e) none of the above

Một trái banh được ném thẳng đứng lên trong không khí. Trường hợp nào sau đây cả vận tốc tức thời và gia tốc tức thời đều bằng 0.

(a) Trái banh đang đi lên

(b) Trái banh đang ở đỉnh của quỹ đạo.

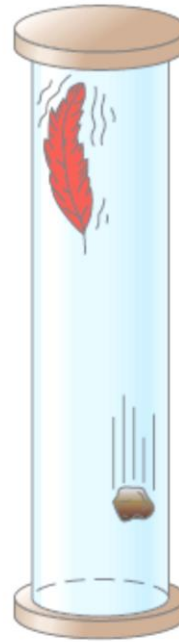
(c) Trái banh đang đi xuống.

(d) Trái banh đang ở vị trí một khoảng cách từ vị trí ném đến điểm cao nhất.

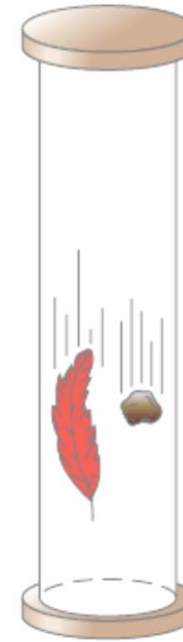
(e) Không có trường hợp nào thỏa mãn.



## 2.7 Freely Falling Objects



Air-filled tube



Evacuated tube



**Galileo Galilei**  
Italian physicist and astronomer  
(1564–1642)

- Air resistance is neglected
- Motion occurs near the surface of the Earth
- The range of the motion is small compared with the Earth's radius

→ The free-fall acceleration  $a_y = -g$ , where  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

A ball is thrown upward from the ground with an initial speed of  $25 \text{ m/s}$ ; at the same instant, another ball is dropped from a building  $15 \text{ m}$  high. After how long will the balls be at the same height above the ground?

BT6: Một trái banh đỏ được ném lên từ mặt đất với vận tốc đầu  $30 \text{ m/s}$ . Cùng lúc đó 1 trái banh xanh được thả xuống từ tầng 3 của tòa nhà ở độ cao  $15 \text{ m}$ .

A- Viết PTCĐ của 2 banh.

B- Hỏi sau bao lâu 2 trái banh đạt cùng độ cao so với mặt đất.

Ex 7: An attacker at the base of a castle wall 3,65 m high throws a rock straight up with speed 7,4 m/s from a height of 1,55 m above the ground. (a) Will the rock reach the top of the wall? (b) If so, what is its speed at the top? If not, what initial speed must it have to reach the top? (c) Find the change in speed of a rock thrown straight down from the top of the wall at an initial speed of 7,4 m/s and moving between the same two points. (d) Does the change in speed of the downward moving rock agree with the magnitude of the speed change of the rock moving upward between the same elevations? (e) Explain physically why it does or does not agree

BT7: 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 7,4 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 7,4 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 7,4 m/s có giống với trường hợp câu c không? (e) Giải thích sự giống hay khác đó.

The end 😊