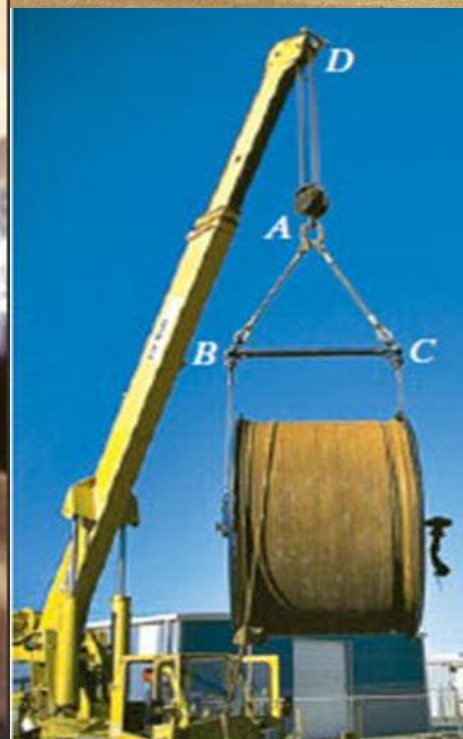


ENGINEERING MECHANICS
**STATICS &
DYNAMICS**
TWELFTH EDITION

R. C. HIBBELER



Engineering Mechanics: Statics & Dynamics

Chapter 1: INTRODUCTION

- 1. Position of Course** (vị trí môn học)
- 2. Content** (what's engineering mechanics? Rigid-body mechanics?), (next slide) **(nội dung môn học)**
- 3. Materials:** tài liệu (chính & tham khảo)
 - Core (Lecture, Examples, & Exercises)
 - Reference (link: + R.C. Hibbeler + Video Clips)
- 4. Learning method** (self-study): **cách học (tự học)**
- 5. Marking:** điểm số
 - + Presence (in class): 1pt + Exercises: 1.5 pts
 - + Mid-term test: 1.5pts + Final test: 6.0 pts

Engineering mechanics: Statics & Dynamics

Chapter 1: INTRODUCTION_Content of Course

Mechanics is a branch of the physical sciences that is concerned with the state of rest or motion of bodies that are subjected to the action of forces. In general, this subject can be subdivided into three branches: *rigid-body mechanics*, *deformable-body mechanics*, and *fluid mechanics*. In this book we will study rigid-body mechanics since it is a basic requirement for the study of the mechanics of deformable bodies and the mechanics of fluids. Furthermore, rigid-body mechanics is essential for the design and analysis of many types of structural members, mechanical components, or electrical devices encountered in engineering.

Rigid-body mechanics is divided into two areas: statics and dynamics. *Statics* deals with the equilibrium of bodies, that is, those that are either at rest or move with a constant velocity; whereas *dynamics* is concerned with the accelerated motion of bodies. We can consider statics as a special case of dynamics, in which the acceleration is zero; however, statics deserves separate treatment in engineering education since many objects are designed with the intention that they remain in equilibrium.

Bài tập I: dịch sang tiếng Việt “nội dung môn” học (trang trước)

Key words:

+ Rigid-body mechanics: cơ học vật rắn (CHVR) tuyệt đối; Deformable-body mechanics: CHVR biến dạng (sẽ được học trong môn học Sức bền vật liệu – Strength of Materials);

Fluid mechanics: cơ lưu chất (1 môn sẽ được học)

+ Statics: Tĩnh học; Dynamics: Động lực học

+ Equilibrium: (sự) cân bằng; Accelerated motion: chuyển động có gia tốc (acceleration: gia tốc; velocity: vận tốc; position: vị trí)

Chapter 1: Introduction_ SI base units _ Review

<i>Physical quantity</i>	<i>Standard unit</i>	<i>Definition</i>
Length	metre	The length of path travelled by light in an interval of $1/299\,792\,458$ seconds
Mass	kilogram	The mass of a platinum–iridium cylinder kept in the International Bureau of Weights and Measures, Sèvres, Paris
Time	second	9.192631770×10^9 cycles of radiation from vaporized caesium-133 (an accuracy of 1 in 10^{12} or 1 second in 36 000 years)
Temperature	kelvin	The temperature difference between absolute zero and the triple point of water is defined as 273.16 kelvin
Current	ampere	One ampere is the current flowing through two infinitely long parallel conductors of negligible cross-section placed 1 metre apart in a vacuum and producing a force of 2×10^{-7} newtons per metre length of conductor
Luminous intensity	candela	One candela is the luminous intensity in a given direction from a source emitting monochromatic radiation at a frequency of 540 terahertz ($\text{Hz} \times 10^{12}$) and with a radiant density in that direction of 1.4641 mW/steradian. (1 steradian is the solid angle which, having its vertex at the centre of a sphere, cuts off an area of the sphere surface equal to that of a square with sides of length equal to the sphere radius)
Matter	mole	The number of atoms in a 0.012 kg mass of carbon-12

International System of Units (SI):

07 đơn vị cơ bản (Basic Units) trong hệ đơn vị (đo lường) quốc tế

TT	Tên đơn vị cơ bản	Symbol for quantity	Symbol for dimension	SI base unit
1	Chiều dài	l	L	meter
2	Thời gian	t	T	second
3	Khối lượng	m	M	kilogram
4	Cường độ dòng điện	I	I	ampere
5	Nhiệt độ nhiệt động	T	Θ	kelvin
6	Lượng vật chất	n	N	mole
7	Cường độ sáng hay Quang độ	l_v	J	candela

Notes

- + Trong Cơ học, thường gặp 3 đơn vị cơ bản là *meter* (đo chiều dài), *second* (đo thời gian), và *kilogram* (đo khối lượng)
- + Ngoài 03 đơn vị cơ bản, tất cả các đơn vị còn lại được gọi là **đơn vị dẫn xuất** (Derived Units)
Ví dụ: đơn vị của lực ($kg.m/s^2$), để tiện việc trình bày & tri ân Newton, dùng *N* thay cho $kg.m/s^2$.
Đơn vị đo năng lượng ($kg.m^2/s^2$), dùng Joule (*J*) thay cho cụm các đơn vị cơ bản này;
- + Trong kỹ thuật cũng thường gặp đơn vị FPS (**F**oot **P**ound **S**econd); table 1-2 dùng để chuyển đổi giữa 2 hệ đơn vị (SI & FPS)

Unit of Measurement: SI vs. FPS

TABLE 1-1 Systems of Units

Name	Length	Time	Mass	Force
International System of Units SI	meter m	second s	kilogram kg	newton* N $\left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}\right)$
U.S. Customary FPS	foot ft	second s	slug* $\left(\frac{\text{lb} \cdot \text{s}^2}{\text{ft}}\right)$	pound lb
*Derived unit.				

Conversion of Units. Table 1-2 provides a set of direct conversion factors between FPS and SI units for the basic quantities. Also, in the FPS system, recall that 1 ft = 12 in. (inches), 5280 ft = 1 mi (mile), 1000 lb = 1 kip (kilo-pound), and 2000 lb = 1 ton.

TABLE 1-2 Conversion Factors

Quantity	Unit of Measurement (FPS)	Equals	Unit of Measurement (SI)
Force	lb		4.448 N
Mass	slug		14.59 kg
Length	ft		0.304 8 m

Prefixes in SI (tiếp đầu ngữ trong SI): để tiện cho việc trình bày, cho phép dùng tiếp đầu ngữ (table 1-3)

ví dụ: 5000000 W , có thể viết là 5 MW (mega Watt)

$0,000000012\text{ m}$, có thể viết là 12 nm (nano meter)

TABLE 1–3 Prefixes

	Exponential Form	Prefix	SI Symbol
<i>Multiple</i>			
1 000 000 000	10^9	giga	G
1 000 000	10^6	mega	M
1 000	10^3	kilo	k
<i>Submultiple</i>			
0.001	10^{-3}	milli	m
0.000 001	10^{-6}	micro	μ
0.000 000 001	10^{-9}	nano	n

* The kilogram is the only base unit that is defined with a prefix.

Công việc phải thực hiện

- 1) Đọc kỹ Example 1.1 & 1.2, trang 1, trong file “EXAMPLE.pdf” để nắm vững cách chuyển đổi đơn vị
- 2) Hoàn thành bài tập “Problem 1” trang 17, trong file “EngineeringMechanics_Problems.pdf”

Chú ý: giải tất cả các bài tập đã cho & nộp lại cho giảng viên vào buổi học (tại lớp) đầu tiên & **điểm đánh giá** được tính vào điểm quá trình

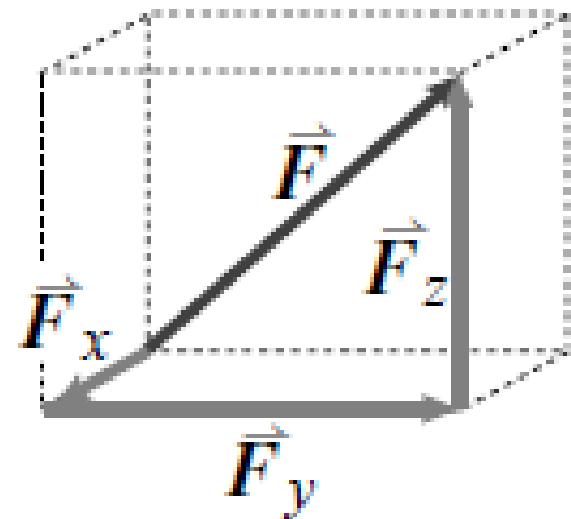
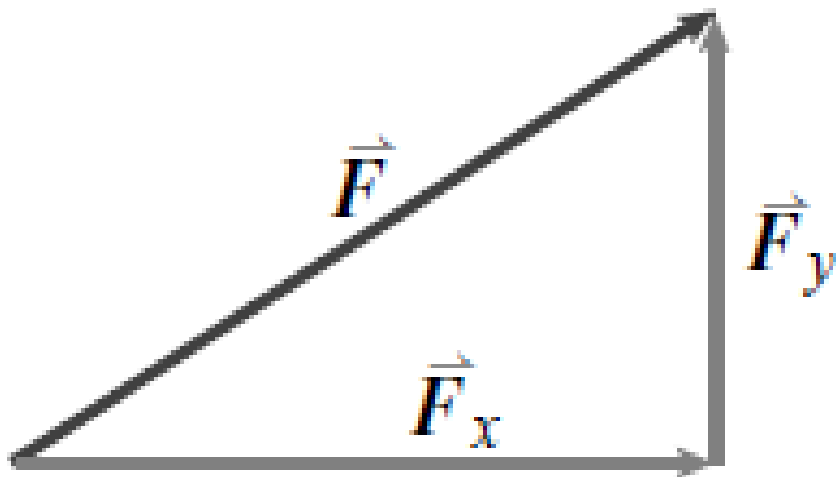
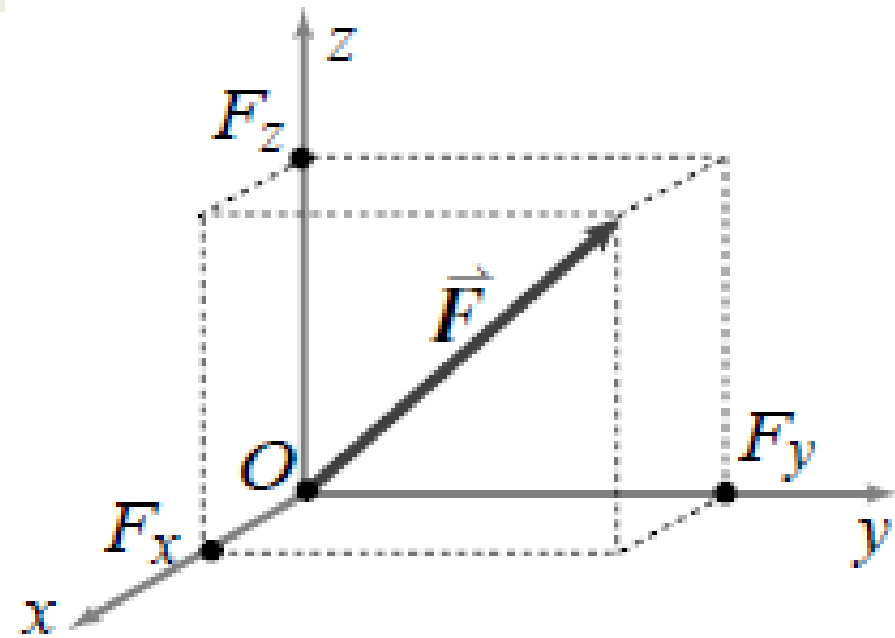
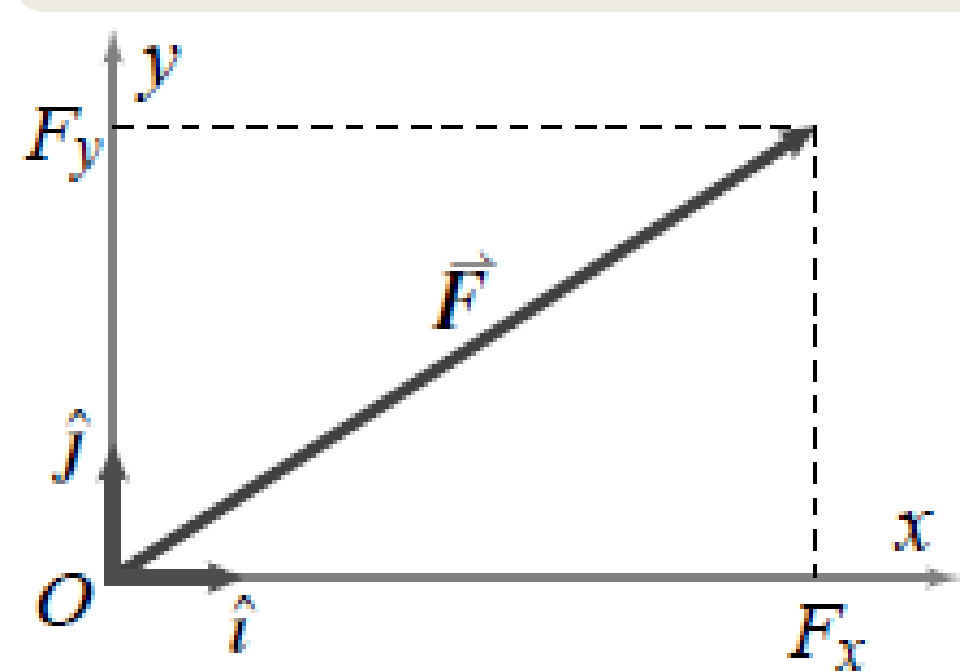
Chapter 1: Introduction_Vectors _ Review

- **A scalar**: (đại lượng vô hướng) is a positive or negative number; ví dụ: nhiệt độ; cơ năng (công, động năng, thế năng)..
- **A vector**: has a magnitude and direction, where the arrowhead represents the sense of the vector; ví dụ: lực (force); vận tốc (velocity); động lượng (linear momentum)
- **Multiplication or division of a vector by a scalar** (nhân hay chia 1 vector với 1 đại lượng vô hướng). Kết quả???

- **Parallelogram Law** (qui tắc hình bình hành):
 - + (Component) two forces & (resultant) force (hai lực thành phần & hợp lực)
Hợp lực là đường chéo của hình bình hành (hbh) → cách vẽ để tìm 2 lực thành phần?
 - + To find the components of a force along any two axes (trục): → từ điểm gốc (from tail of vector) của hợp lực, vẽ hai đường song song với 2 trục, 2 lực thành phần là 2 cạnh của hbh có đường chéo là hợp lực

Chapter 1: Introduction_Vectors_Retangular component

Mô tả vector F & các vector thành phần trong 2D & 3D



Chapter 1: Introduction_Vectors_Review

Chú ý: trong phần trình bày sau đây, **chữ viết đậm** (bold) thể hiện cho **đại lượng vector**

Unit vector (u): vector đơn vị

Defined: $\mathbf{u} = \mathbf{F} / F$

$$= (F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} + F_z \mathbf{k}) / F$$

$$\mathbf{u} = (F_x/F) \mathbf{i} + (F_y/F) \mathbf{j} + (F_z/F) \mathbf{k}$$

Chú ý:

1) $F_x = F_x \mathbf{i}$, $F_y = F_y \mathbf{j}$, & $F_z = F_z \mathbf{k}$ là các vector thành phần của (vector) $\mathbf{F}$

2) Các giá trị đại số F_x , F_y , & F_z được gọi là hình chiếu của $\mathbf{F}$ theo trục Ox, Oy, & Oz

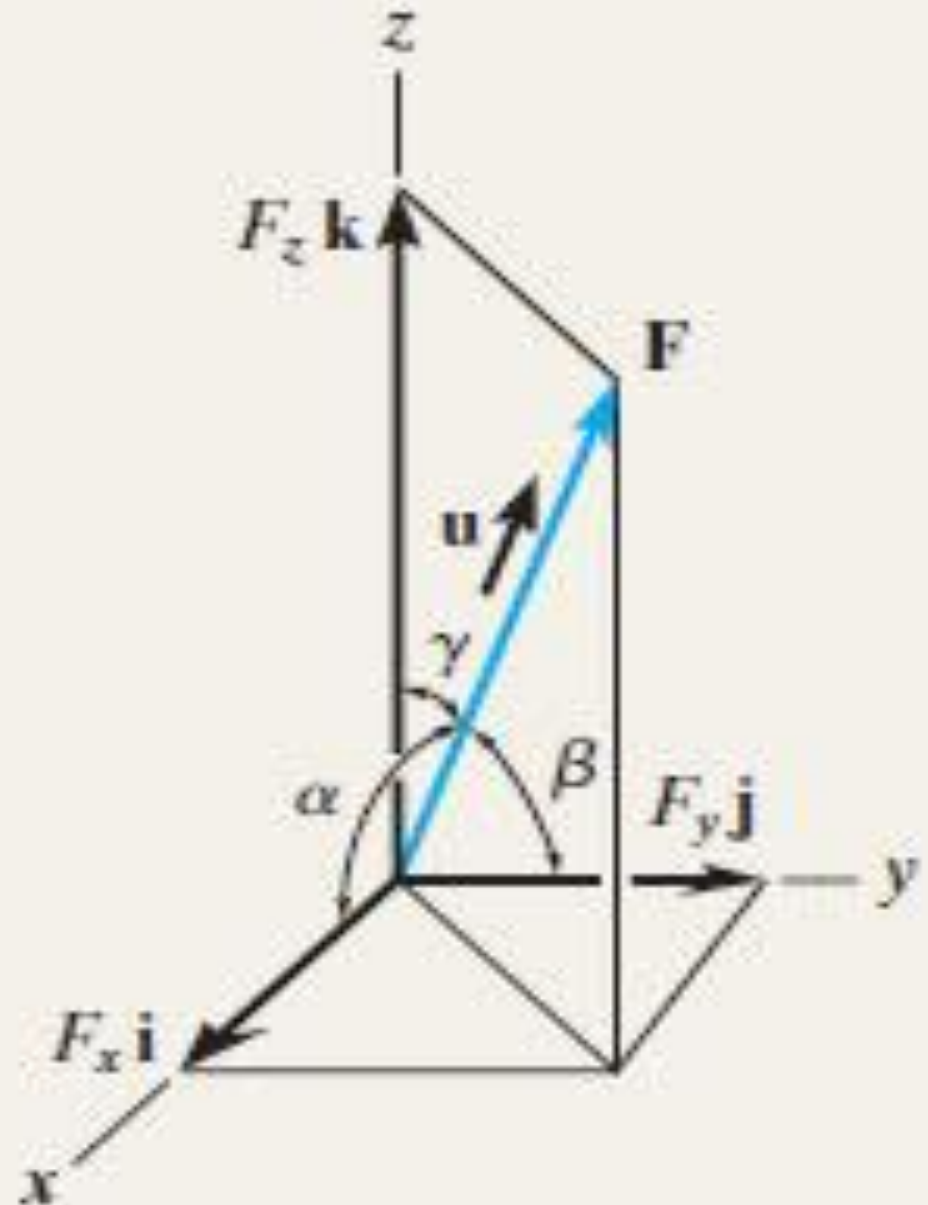
Coordinate direction

angles : **góc chỉ phương**

(α , β , & γ)

$$\cos \alpha = F_x/F; \cos \beta = F_y/F; \&$$

$$\cos \gamma = F_z/F$$



Chapter 1: Introduction_Vectors_Review

- Tổng, hiệu 2 vector: $\mathbf{A} = A_x\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\mathbf{k}$; $\mathbf{B} = B_x\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\mathbf{k}$; ta có thể xác định $\mathbf{A} \pm \mathbf{B}$ bằng 2 cách:

+ Dùng qui tắc hbh + Dựa vào các thành phần vector:

$$\mathbf{A} \pm \mathbf{B} = (A_x \pm B_x)\mathbf{i} + (A_y \pm B_y)\mathbf{j} + (A_z \pm B_z)\mathbf{k}$$

- The resultant of a concurrent force system: hợp

lực của hệ lực đồng quy (các lực đều đi qua 1 điểm)

Gọi $\mathbf{F}_R$ là hợp lực của 1 hệ lực đồng quy gồm n lực $\mathbf{F}_1, \mathbf{F}_2, \dots, \mathbf{F}_n$; dùng qui tắc hbh hay dựa vào thành phần vector, ta có:

$$\mathbf{F}_R = (\Sigma F_x)\mathbf{i} + (\Sigma F_y)\mathbf{j} + (\Sigma F_z)\mathbf{k}$$

Trong đó, (ΣF_x) , (ΣF_y) , & (ΣF_z) là tổng hình chiếu của các thành phần lực theo phương Ox, Oy, & Oz.

Chú ý: phương trình (vector) này được sử dụng thường xuyên để giải quyết các bài toán tĩnh học. Giả sử hợp lực $\mathbf{F}_R = \mathbf{0}$, thì các thành phần của nó sẽ bằng không, ta có 3 phương trình đại số tương ứng $(\Sigma F_x) = 0$; $(\Sigma F_y) = 0$; & $(\Sigma F_z) = 0$, để tìm các ẩn lực cần tìm!!!!!!!

Chapter 1: Introduction_Vectors_Review

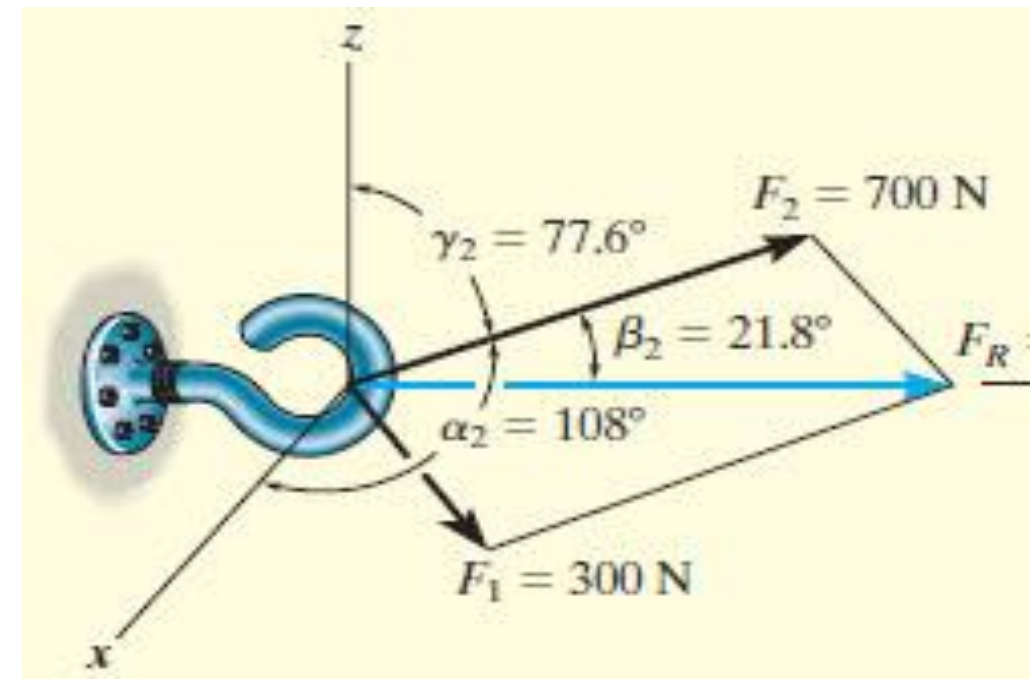
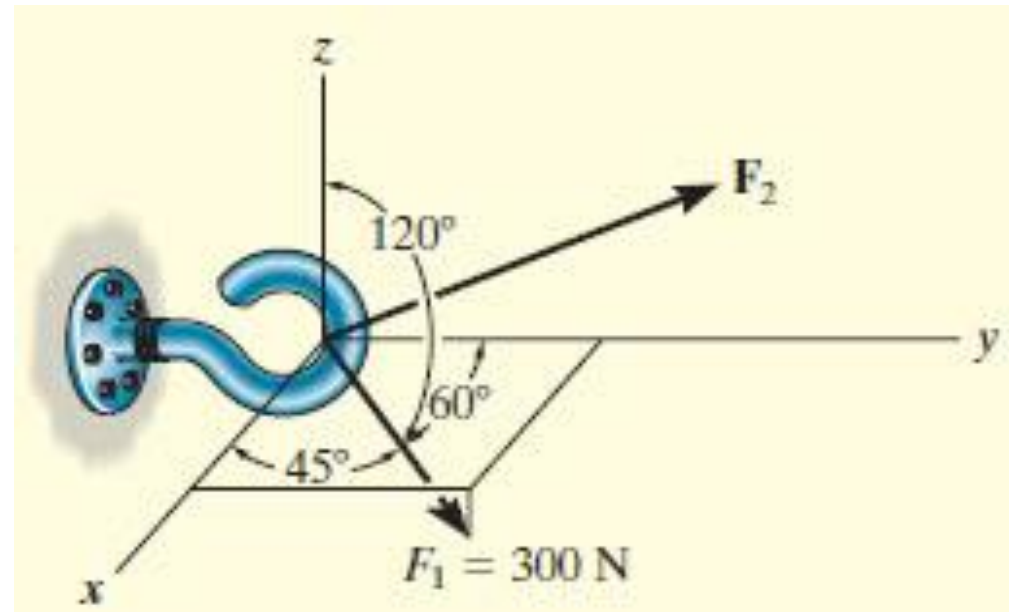
A position vector locates one point in space relative another. The easiest way to formulate the components of a position vector is to determine the distance and direction that one must travel along the x, y, and z direction – going from tail to head of the vector (vector vị trí định vị 1 điểm trong không gian tương đối so với 1 điểm khác. Cách dễ dàng nhất để định rõ các thành phần của vector vị trí là xác định phương, chiều mà các vector thành phần phải di chuyển dọc theo các phương x, y, và z – đi từ đuôi đến đầu của vector →

If $A(x_A, y_A, z_A)$, $B(x_B, y_B, z_B)$, the position vector:

$$\mathbf{r} = \mathbf{AB} = (x_B - x_A)\mathbf{i} + (y_B - y_A)\mathbf{j} + (z_B - z_A)\mathbf{k}$$

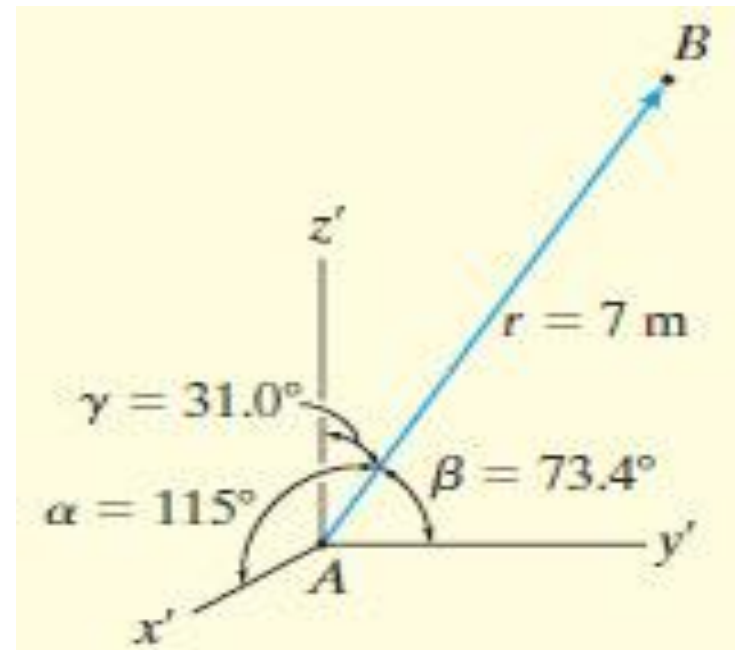
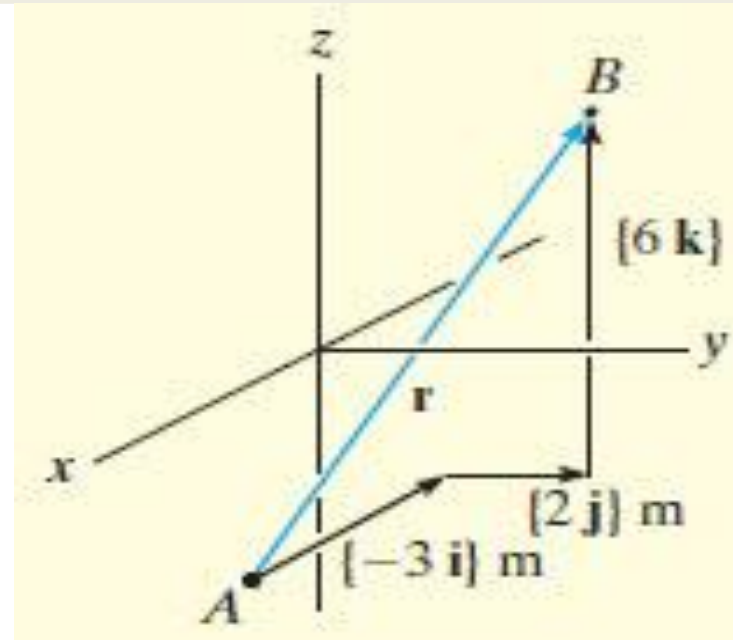
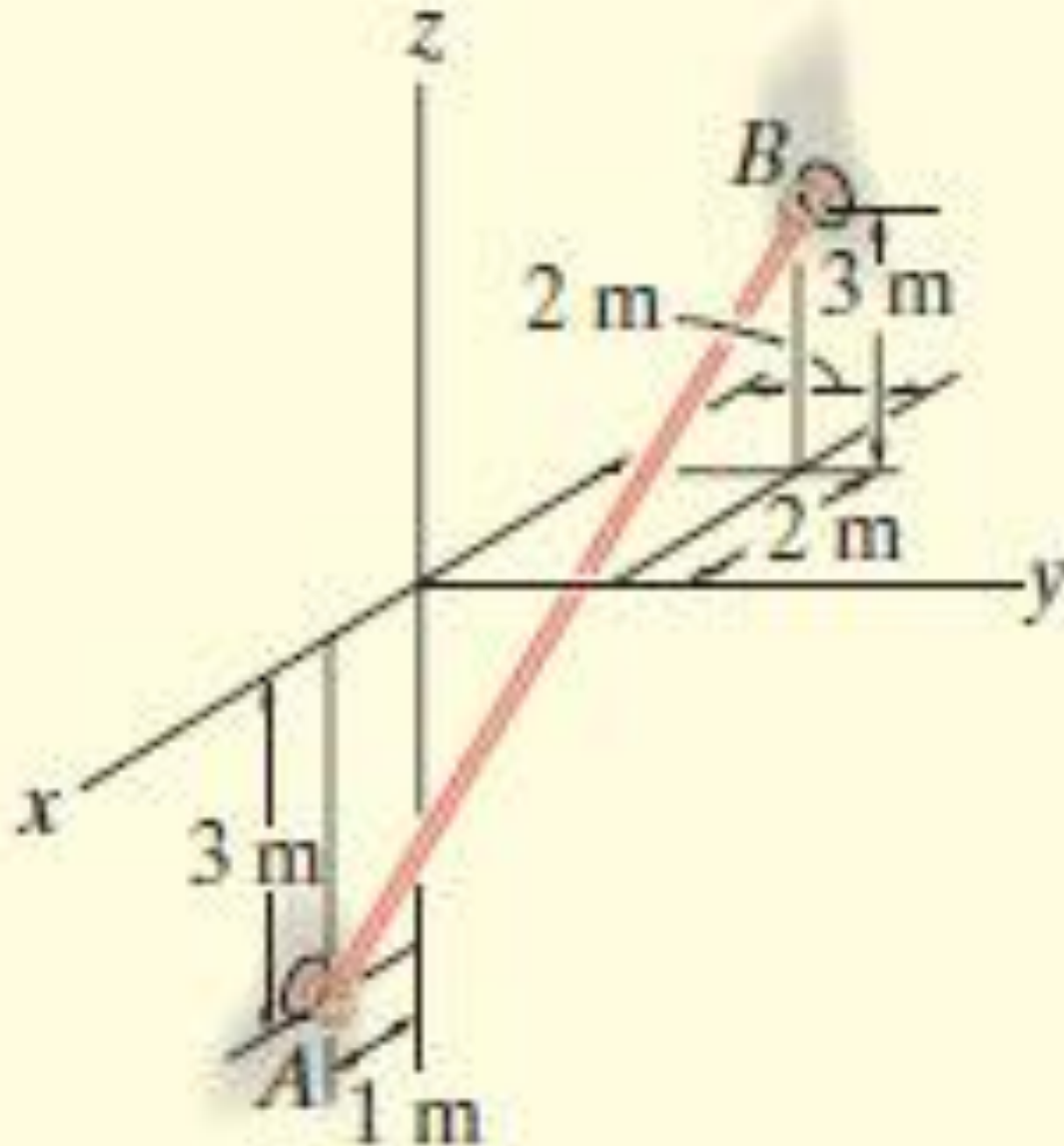
Example 2.11:

Two forces act on the hook shown in Figure. Specify the magnitude of $\mathbf{F}_2$ and its coordinate angles that the Resultant force $\mathbf{F}_R$ acts along the positive y axis and has a magnitude of 800 N



Chapter 1: Introduction_Vectors

Example 2.12: position vector ($\mathbf{r}$)



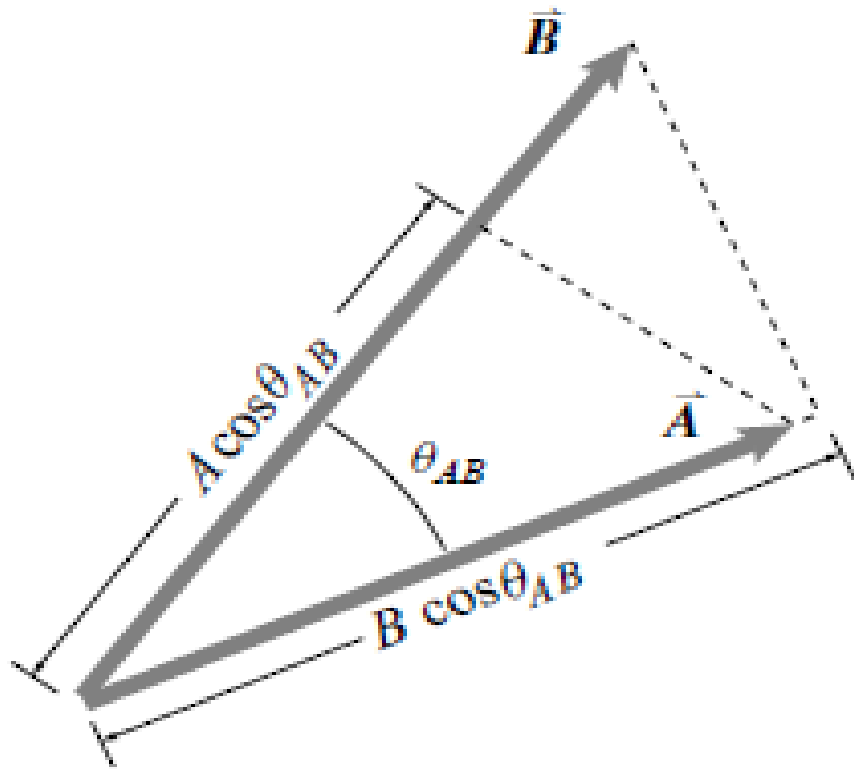
Chapter 1: Introduction_Vectors_Review

Dot Product

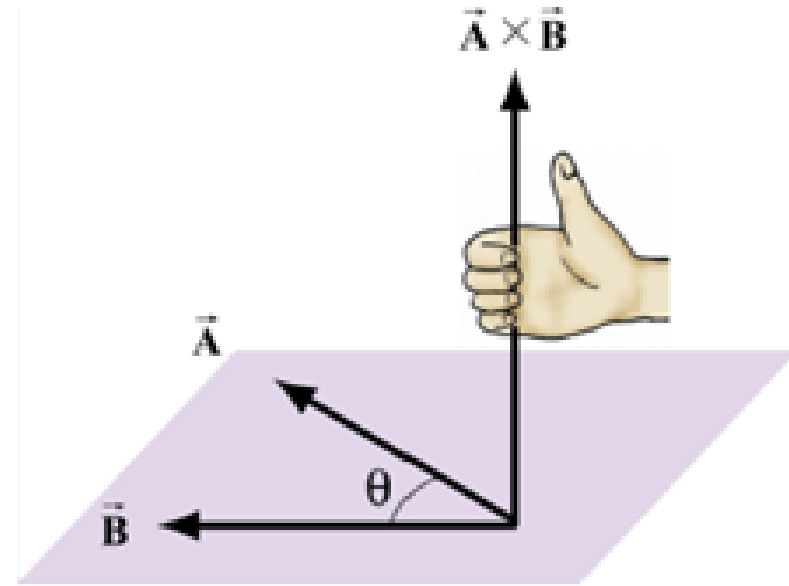
$$\vec{A} \cdot \vec{B} \stackrel{\text{def}}{=} |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta_{AB}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$



Cross Product



$$\vec{A} \times \vec{B} \stackrel{\text{def}}{=} |\vec{A}| |\vec{B}| \sin \theta \hat{k}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \det \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

Chapter 1: Introduction_Vectors_Review

+ Dot Product (tích vô hướng):

Từ định nghĩa tích vô hướng $\rightarrow \mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = 1; \mathbf{j} \cdot \mathbf{j} = 1; \mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1; \mathbf{i} \cdot \mathbf{j} = 0; \mathbf{j} \cdot \mathbf{k} = 0;$
& $\mathbf{k} \cdot \mathbf{i} = 0$. Các bạn có thể dùng kết quả trên để chứng minh công thức sau (nếu không nhớ rõ): $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$

Tích vô hướng là 1 công cụ tốt để xác định góc hợp bởi 2 vector.

Ví dụ: chứng minh $\cos \alpha = F_x / F$; trong đó α là 1 góc chỉ phương của vector $\mathbf{F}$. Theo định nghĩa: $\mathbf{F} \cdot \mathbf{i} = F \cdot i \cdot \cos \alpha$; chú ý: $i_x = 1, i_y = 0,$ & $i_z = 0$; và độ lớn $i = 1$; bên cạnh đó, $\mathbf{F} \cdot \mathbf{i} = F_x \cdot 1 + F_y \cdot 0 + F_z \cdot 0 = F_x$. Từ đó có công thức cần CM.

+ Cross Product (tích hữu hướng)

$$\begin{array}{lll} \mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} & \mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j} & \mathbf{i} \times \mathbf{i} = \mathbf{0} \\ \mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i} & \mathbf{j} \times \mathbf{i} = -\mathbf{k} & \mathbf{j} \times \mathbf{j} = \mathbf{0} \\ \mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{j} & \mathbf{k} \times \mathbf{j} = -\mathbf{i} & \mathbf{k} \times \mathbf{k} = \mathbf{0} \end{array}$$

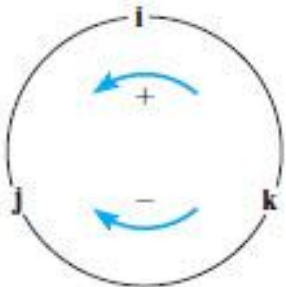


Fig. 4-9

These results should *not* be memorized; rather, it should be clearly understood how each is obtained by using the right-hand rule and the definition of the cross product. A simple scheme shown in Fig. 4-9 is helpful for obtaining the same results when the need arises. If the circle is constructed as shown, then “crossing” two unit vectors in a *counterclockwise* fashion around the circle yields the *positive* third unit vector; e.g., $\mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{j}$. “Crossing” *clockwise*, a *negative* unit vector is obtained; e.g., $\mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j}$.

Chapter 1: Introduction_Vectors _Review

Let us now consider the cross product of two general vectors **A** and **B** which are expressed in Cartesian vector form. We have

$$\begin{aligned}\mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (A_x\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\mathbf{k}) \times (B_x\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\mathbf{k}) \\ &= A_xB_x(\mathbf{i} \times \mathbf{i}) + A_xB_y(\mathbf{i} \times \mathbf{j}) + A_xB_z(\mathbf{i} \times \mathbf{k}) \\ &\quad + A_yB_x(\mathbf{j} \times \mathbf{i}) + A_yB_y(\mathbf{j} \times \mathbf{j}) + A_yB_z(\mathbf{j} \times \mathbf{k}) \\ &\quad + A_zB_x(\mathbf{k} \times \mathbf{i}) + A_zB_y(\mathbf{k} \times \mathbf{j}) + A_zB_z(\mathbf{k} \times \mathbf{k})\end{aligned}$$

Carrying out the cross-product operations and combining terms yields

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (A_yB_z - A_zB_y)\mathbf{i} - (A_xB_z - A_zB_x)\mathbf{j} + (A_xB_y - A_yB_x)\mathbf{k} \quad (4-4)$$

This equation may also be written in a more compact determinant form as

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} \quad (4-5)$$

Thus, to find the cross product of any two Cartesian vectors **A** and **B**, it is necessary to expand a determinant whose first row of elements consists of the unit vectors **i**, **j**, and **k** and whose second and third rows represent the x, y, z components of the two vectors **A** and **B**, respectively.*

Công việc phải thực hiện

- 1) Hiểu rõ 2 ví dụ: Example 2.11 & 2.12, trang 3 & 4, trong file “EXAMPLE.pdf”
- 2) Giải các bài tập: bài 1, 2, 3, 4, 5 (trang 2); và problem 2 (trang 11) trong file “EngineeringMechanics_Problems.pdf”

Đôi điều cần nói:

+ Tất cả nội dung đã trình bày đều là kiến thức cũ, tôi chỉ ôn lại các kiến thức sẽ dùng trong cơ học. Các bài tập không khó, phải giải quyết xong trước 22/03. Tôi sẽ gửi nội dung mới vào 23/03.

Đôi điều cần nói:

+ Môn học này, bên cạnh việc trang bị kiến thức cơ học (thiết yếu) cho 1 kỹ sư cơ khí; Nhà Trường & Khoa yêu cầu trang bị thêm về thuật ngữ tiếng Anh; vì thế các em phải cố gắng học thuộc nghĩa của các thuật ngữ mà tôi đã đưa ra (rất ít!).

+ Tôi đang tìm cách để tiện trao đổi với các em. Tuy nhiên, tạm thời, cần hỏi điều gì thì liên lạc qua email: tienvuong.uaf@gmail.com

Nếu vấn đề cần giải thích nhiều, tôi sẽ ghi nhận & trả lời khi học tại lớp.