

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รูปแบบการเรียนการสอนและการพัฒนาสื่อการสอนด้วยหนังสือการ์ตูน ตามลำดับดังนี้

- 2.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชา
- 2.2 ทฤษฎีเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์
- 2.3 หลักการพื้นฐานในการผลิตสื่อ
- 2.4 การสร้างสรรค์การ์ตูนแบบเรื่องสั้นแนววิทยาศาสตร์
- 2.5 รูปแบบการสอน PSI (Personalized System of Instruction)
- 2.6 ความพึงพอใจ
- 2.7 การสร้างแบบทดสอบ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชา

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ได้จัดทำหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุงพุทธศักราช 2545 มีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2545)

ลักษณะรายวิชา

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา | 04-202-205 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Field) |
| 2. สภาพรายวิชา | วิชาชีพเลือก ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ |
| 3. ระดับรายวิชา | ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 2 |
| 4. เวลาศึกษา | 54 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 3 คาบ และปฏิบัติ - คาบต่อสัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |
| 5. จำนวนหน่วยกิต | 3 หน่วยกิต |
| 6. จุดมุ่งหมายรายวิชา | 1. เข้าใจปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์
2. เข้าใจกฎของคูลอมบ์ กฎของเกาส์ ทฤษฎีไดเวอร์เจนซ์ กฎของแอมแปร์ สมการพัวซองค์ และสมการลาปลาซ |

3. เข้าใจพลังงานและศักย์ไฟฟ้าวิธีการนำไฟฟ้าของตัวนำ

ไดอิเล็กตริก และคาปาซิแตนซ์

4. คำนวณค่าปริมาณทางไฟฟ้าในระบบจตุรกรูปร่างต่าง ๆ

5. เข้าใจคุณสมบัติของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิต สารแม่เหล็ก และความเหนี่ยวนำ

6. เข้าใจเกี่ยวกับสนามแปรเปลี่ยนตามเวลาและสมการแมกเวลล์

7. มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

8. คำอธิบายรายวิชา ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์ กฎของคูลอมบ์ กฎของเกาส์ ทฤษฎีไดเวอร์เจนซ์ กฎของแอมแปร์ สมการพัวซองส์ สมการลาปลาซ พลังงานและศักย์ไฟฟ้า ตัวนำ ไดอิเล็กตริก และคาปาซิแตนซ์ ปริมาณทางไฟฟ้าในระบบจตุรกรูปร่างต่าง ๆ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิต สารแม่เหล็กและความเหนี่ยวนำ สนามแปรเปลี่ยนตามเวลา สมการแมกเวลล์

การแบ่งหน่วย บทเรียน และหัวข้อ วิชา04-202-205 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2545 ตลอดหลักสูตรสามารถแบ่งหน่วยเรียน ได้ทั้งหมด 7 หน่วย ประกอบไปด้วย

1. การวิเคราะห์เวกเตอร์
2. สนามไฟฟ้าสถิตในปริภูมิว่าง
3. ศักย์ไฟฟ้า
4. สนามไฟฟ้าสถิตในวัสดุตัวกลาง
5. สนามแม่เหล็กสถิตในปริภูมิว่าง
6. สนามแม่เหล็กสถิตในวัสดุตัวกลาง
7. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนตามเวลา

ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยเรียนที่ 1 เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ มาทำการแบ่งหน่วย บทเรียน และหัวข้อ และกำหนดวัตถุประสงค์การสอน เพื่อนำไปวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อทำการเขียนบทการรู้คู่ต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การแบ่งหน่วย บทเรียน และหัวข้อ

หน่วย ที่	รายการ	เวลา (50 นาที/ คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	การวิเคราะห์เวกเตอร์	9 คาบ	
	1.1 ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์	50 นาที	
	1.1.1 ปริมาณสเกลาร์		
	1.1.2 ปริมาณเวกเตอร์		
	1.2 เข้าใจกฎเกณฑ์พีชคณิตเวกเตอร์	150 นาที	
	1.2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์		
	1.2.2 การคูณเวกเตอร์ด้วยปริมาณสเกลาร์		
	1.2.3 ส่วนประกอบของเวกเตอร์และเวกเตอร์หน่วย		
	1.2.4 ผลคูณเชิงสเกลาร์		
	1.2.5 ผลคูณเชิงเวกเตอร์		
	1.3 เข้าใจระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงแบบต่าง ๆ	250 นาที	
	1.3.1 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม		
	1.3.2 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอกและ การแปลงระบบ		
	1.3.3 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลมและการแปลง ระบบ		

เมื่อแบ่งหน่วย บทเรียน และหัวข้อแล้ว จึงนำมาเขียนวัตถุประสงค์การสอนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชา 04-202-205 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 วัตถุประสงค์การสอน

หน่วยที่	รายการ	เวลา (50 นาที/คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	การวิเคราะห์เวกเตอร์	9 คาบ	
	1.1 รู้ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์	50 นาที	
	1.1.1 บอกปริมาณสเกลาร์		
	1.1.2 บอกปริมาณเวกเตอร์		
	1.2 เข้าใจกฎเกณฑ์พีชคณิตเวกเตอร์	150 นาที	
	1.2.1 อธิบายและคำนวณการบวกและการลบเวกเตอร์		
	1.2.2 อธิบายการคูณเวกเตอร์ด้วยปริมาณสเกลาร์		
	1.2.3 บอกส่วนประกอบของเวกเตอร์และเวกเตอร์หน่วย		
	1.2.4 อธิบายและคำนวณผลคูณเชิงสเกลาร์		
	1.2.5 อธิบายและคำนวณผลคูณเชิงเวกเตอร์		
	1.3 เข้าใจระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงแบบต่าง ๆ	250 นาที	
	1.3.1 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกน ประสานทรงสี่เหลี่ยม		
	1.3.2 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกน ประสานทรงกระบอกและการแปลงระบบ		
	1.3.3 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกน ประสานทรงกลมและการแปลงระบบ		

2.2 ทฤษฎีเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์

William H. Hayt and John A. Buck(2001) และ Magdy F. Iskanda(1992) ได้เรียบเรียงทฤษฎี
เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ไว้ดังนี้

2.2.1 ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์

ระบบเวกเตอร์ 3 มิติ (3-Dimensional Vector System) อย่างกระชับ พอนำช่วยใน การ
เรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ วิชา

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในที่นี้หมายถึงไฟฟ้าสถิต แม่เหล็ก สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงที่เกิดจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ศักดาไฟฟ้า พลังงาน และกำลังวัตต์ ฯลฯ เป็นต้น

2.2.1.1 ปริมาณสเกลาร์

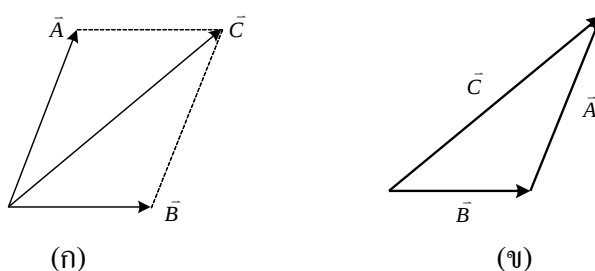
“สเกลาร์” จะหมายถึงสิ่งใด ๆ ที่มีแต่ขนาด มีแต่จำนวน มีแต่ความยาวความสั้น โดยไม่มีทิศทาง เช่น วัตถุชิ้นหนึ่งตกลงมาเป็นระยะทาง g เมตร ในเวลา x วินาที ทั้งค่า g และ x เป็นปริมาณทางสเกลาร์ทั้งสิ้น ดังอย่างที่เราเห็นกันทั่วไปที่จัดว่าเป็นปริมาณทางสเกลาร์ได้แก่ มวลสาร (mass) น้ำหนักความหนาแน่น ความกดดัน (Pressure) ปริมาณ กระแสไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า ฯลฯ เป็นต้น

2.2.1.2 ปริมาณเวกเตอร์

“เวกเตอร์” ในความหมายทั่วไปหมายถึงเส้นตรงที่แสดงถึงระยะทางหรือขนาด พร้อมด้วยทิศทาง คำว่า “ขนาด” อาจหมายถึงความเร็ว ความเร่ง แรง ฯลฯ เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น รถยนต์แล่นด้วยความเร็ว 120 กม./ชม. การแล่นของรถยนต์ก็ต้องมีทิศทางที่จะไป เช่น ไปทางดอนเมือง ดังนั้นความเร็ว แรง อัตราเร่ง ความเข้มของสนามไฟฟ้า (electric field intensity) ฯลฯ เป็นเวกเตอร์ทั้งสิ้น อนึ่งเพื่อความสะดวก ทั้งผู้เรียนและผู้สอนจึงขอกำหนดตัวอักษรใดที่มีเครื่องหมายชี้คืออยู่ข้างบนเช่น $\vec{A}$ $\vec{B}$ และ $\vec{C}$ ให้หมายถึง A เป็นปริมาณเวกเตอร์ คือ มีทั้งขนาดและทิศทาง

2.2.2 พีชคณิตเวกเตอร์ (Vector Algebra)

พีชคณิตเวกเตอร์ หมายถึง เวกเตอร์ทั้งหลายสามารถที่จะบวกกันได้ตามหลักพีชคณิต พิจารณา ดูเวกเตอร์รูปที่ 2.1 จะเห็นว่า $\vec{A}$ (อ่านว่าเวกเตอร์ A) สามารถบวกกับ $\vec{B}$ ได้ผลลัพธ์ เป็น $\vec{C}$ นั่นคือ $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$ นอกจากนี้พีชคณิตเวกเตอร์ยังหมายถึง



รูปที่ 2.1 เวกเตอร์สองตัวสามารถบวกกันได้โดยอาศัยหลักพีชคณิต

สามารถนำปริมาณสเกลาร์คูณกับปริมาณเวกเตอร์ได้ ผลลัพธ์ที่ได้คือขนาดของเวกเตอร์เปลี่ยนไป แต่ทิศทางของเวกเตอร์ตัวนั้นคงเดิม (ถ้าปริมาณสเกลาร์ที่นำมาคูณนั้นมีค่าเป็นบวก) สมมุติว่า $(r+s)$ เป็นปริมาณสเกลาร์ เมื่อนำมาคูณกับปริมาณเวกเตอร์ $(\vec{A} + \vec{B})$ จะได้ผลคูณดังนี้

$(r+s)(\vec{A}+\vec{B}) = r(\vec{A}+\vec{B})+s(\vec{A}+\vec{B}) = r\vec{A}+r\vec{B}+s\vec{A}+s\vec{B}$ จะเห็นว่าทิศทางยังเหมือนเดิม ที่เปลี่ยนไปคือขนาดของเวกเตอร์

สามารถนำปริมาณสเกลาร์ไปหารปริมาณเวกเตอร์ได้อีกด้วย ซึ่งก็เป็นผลให้ขนาดของเวกเตอร์ที่ถูกหารมีค่าเปลี่ยนไป

2.2.2.1 ส่วนประกอบของเวกเตอร์และเวกเตอร์หน่วย

คำว่าเวกเตอร์หน่วย(Unit Vector) หมายถึง ปริมาณเวกเตอร์ใด ๆ ที่มีขนาดเท่ากับหนึ่งเสมอ สมมุติว่า $\hat{a}_x, \hat{a}_y, \hat{a}_z$ เป็นเวกเตอร์หน่วยของระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม ที่มีทิศทางไปทางแกน x, y, z ตามลำดับ จะเห็นว่าเวกเตอร์หน่วยเป็นตัวเน้นทิศทางของเวกเตอร์ อย่าลืมว่าค่าของเวกเตอร์หน่วยมีขนาดเท่ากับหนึ่งเท่านั้นเอง ถ้าพิจารณาจุด $\vec{P}(1,2,3)$ ที่เกิดขึ้นในระบบ ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการเวกเตอร์ได้ดังนี้

$$\vec{P} = 1\hat{a}_x + 2\hat{a}_y + 3\hat{a}_z$$

หนึ่งสมการของ $\vec{P}$ ทั่ว ๆ ไปอาจเขียนได้ว่า

$$\vec{P} = \vec{P}_x\hat{a}_x + \vec{P}_y\hat{a}_y + \vec{P}_z\hat{a}_z \quad (2.1)$$

$$\text{เมื่อ } \vec{P}_x=1, \vec{P}_y=2, \vec{P}_z=3$$

สำหรับเทอมต่างๆ คือ $\vec{P}_x\hat{a}_x, \vec{P}_y\hat{a}_y, \vec{P}_z\hat{a}_z$ เรียกว่าส่วนประกอบของเวกเตอร์ $\vec{P}$ (Vector Components) ค่า $\vec{P}_x, \vec{P}_y, \vec{P}_z$ เป็นขนาดของ $\vec{P}$ ในทิศทาง $\hat{a}_x, \hat{a}_y, \hat{a}_z$ ตามลำดับ P_x, P_y, P_z เป็นค่าปริมาณสเกลาร์

สามารถหาขนาดของเวกเตอร์ได้ดังนี้

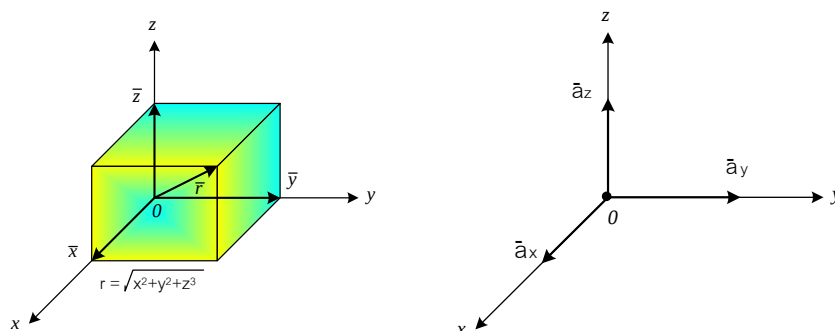
$$|\vec{P}| = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} ; \quad (2.2)$$

ถ้ากำหนดให้ $\hat{a}_x$ = เวกเตอร์หน่วย ที่อยู่ในทิศทาง $\vec{P}$ ก็จะได้ว่า

$$\hat{a}_P = \frac{\vec{P}}{|\vec{P}|} \quad (2.3)$$

$$\hat{a}_P = \frac{\vec{P}}{\sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}} \quad (2.4)$$

รูปที่ 2.2 ข้างล่างแสดงเวกเตอร์หน่วย $\hat{a}_x$, $\hat{a}_y$, $\hat{a}_z$

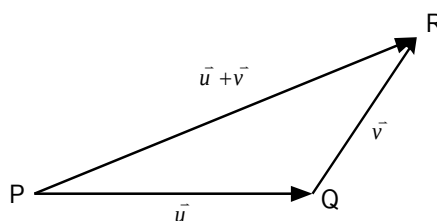


รูปที่ 2.2 เวกเตอร์หน่วยในระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม

2.2.2.2 การบวกและการลบเวกเตอร์

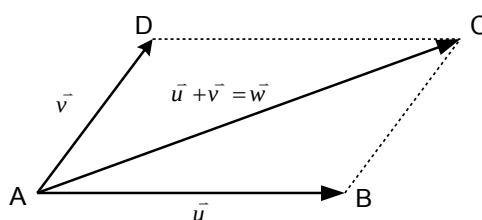
1. การบวกเวกเตอร์

วิธีที่ 1 คือการเอาหางต่อหัวแล้วได้ผลลัพธ์คือ จุดเริ่มต้นอันแรกกับจุดสิ้นสุดของอัน สุดท้าย เช่น ให้ $\vec{u}$ กับ $\vec{v}$ เป็น เวกเตอร์ จากรูป $\vec{u} = \overrightarrow{PQ}$ และ $\vec{v} = \overrightarrow{QR}$ ดังนั้น



รูปที่ 2.3 การบวกเวกเตอร์แบบหางต่อหัว

วิธีที่ 2 ใช้จุดเริ่มต้นมาอยู่ที่เดียวกัน แล้วสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานขึ้นมา ผลลัพธ์คือเส้นทแยงมุมที่ลากออกจากจุดเริ่มต้น จากรูป $\vec{u} = \overrightarrow{AB}$ และ $\vec{v} = \overrightarrow{AD}$ ดังนั้น $\vec{u} + \vec{v} = \vec{w} = \overrightarrow{AC}$



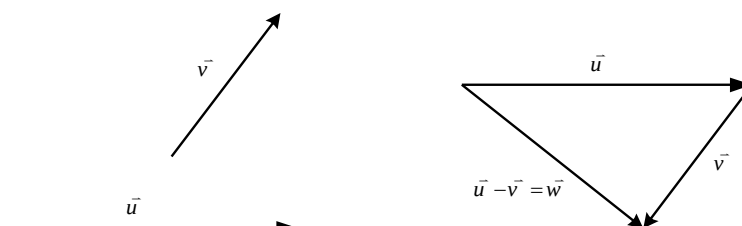
รูปที่ 2.4 การบวกเวกเตอร์

2. การลบเวกเตอร์

วิธีที่ 1 $\vec{u} - \vec{v}$ หมายถึงการบวกด้วยนิเสธของตัวที่นำมาลบดังนั้น

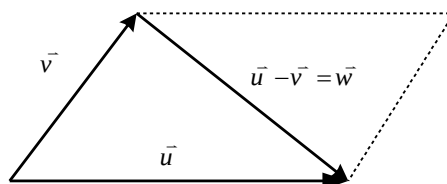
$$\vec{u} - \vec{v} = \vec{u} + (-\vec{v})$$

(2.6)



รูปที่ 2.5 การลบเวกเตอร์ด้วยนิเสธของเวกเตอร์

วิธีที่ 2 ใช้จุดเริ่มต้นอยู่ที่จุดเดียวกัน แต่ผลลัพธ์คือเส้นทแยงมุมที่เชื่อมจุดปลายทั้งสองแล้วได้ลูกศรพุ่งกับมาที่ตัวตั้งดังรูป



รูปที่ 2.6 การลบเวกเตอร์

2.2.2.3 การคูณเวกเตอร์ (Vector Multiplication)

สามารถนำเวกเตอร์ทั้งหลายมาคูณเข้าด้วยกันได้ สำหรับผลคูณเวกเตอร์มีสองแบบ คือ แบบดอท (dot product) และการคูณแบบครอส (cross product) ถ้าเวกเตอร์สองตัวคูณกันแบบดอท ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นปริมาณสเกลาร์คือ มีขนาดอย่างเดียว เรียกผลคูณแบบนี้เป็นภาษาอังกฤษว่า (scalar product) (ผลคูณเชิงสเกลาร์)

1. การคูณเวกเตอร์สองตัวแบบดอท

การคูณแบบดอทของเวกเตอร์สองตัว (สมมติ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$) มีสมการดังนี้

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta_{\vec{A}\vec{B}}$$

หมายเหตุ 1) $\vec{A} \cdot \vec{B}$ อ่านว่า $\vec{A}$ ดอท $\vec{B}$

2) $\theta_{\vec{A}\vec{B}}$ เป็นมุมระหว่าง $\vec{A}$ กับ $\vec{B}$

3) $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$ ตาม กฎ commutative law

กำหนด $\vec{A} = A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z$ และ $\vec{B} = B_x \hat{a}_x + B_y \hat{a}_y + B_z \hat{a}_z$

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

ทั้งนี้ก็เพราะว่า $\cos 0^\circ = 1$ ดังนั้น $\hat{a}_x \cdot \hat{a}_x = \hat{a}_y \cdot \hat{a}_y = \hat{a}_z \cdot \hat{a}_z = 1$

และเพราะว่า $\cos 90^\circ = 0$ ดังนั้น $\hat{a}_x \cdot \hat{a}_y = \hat{a}_y \cdot \hat{a}_z = \hat{a}_z \cdot \hat{a}_x = 0$

และ $\hat{a}_y \cdot \hat{a}_x = \hat{a}_z \cdot \hat{a}_y = \hat{a}_x \cdot \hat{a}_z = 0$ เช่นกัน

ประโยชน์ของการคูณเวกเตอร์แบบดอทก็คือการหาขนาดของเวกเตอร์ในทิศทางที่กำหนดให้ เช่น จงหาขนาดของเวกเตอร์ B ในทิศทางของ $\vec{B}$ คือทิศทางของเวกเตอร์หน่วย $\hat{a}_U$ ดังนั้นจะได้ว่า

$$\begin{aligned}\vec{B} \cdot \hat{a}_U &= |\vec{B}| \cdot |\hat{a}_U| \cos \theta_{\vec{B} \cdot \hat{a}_U} \\ \vec{B} \cdot \hat{a}_U &= |\vec{B}| \cdot 1 \cos \theta_{\vec{B} \cdot \hat{a}_U} \\ \vec{B} \cdot \hat{a}_U &= |\vec{B}| \cos \theta_{\vec{B} \cdot \hat{a}_U}\end{aligned}\quad (2.7)$$

จะเห็นว่า ผลคูณจะออกมาเป็นบวกหรือลบขึ้นอยู่กับค่า $\cos \theta_{\vec{B} \cdot \hat{a}_U}$ กล่าวคือผลคูณเป็นบวกเมื่อ $\theta_{\vec{B} \cdot \hat{a}_U} < 90^\circ$ ผลคูณจะเป็นลบเมื่อ $90^\circ < \theta_{\vec{B} \cdot \hat{a}_U} < 180^\circ$ และผลคูณจะเป็นปริมาณสเกลาร์เสมอ

2. การคูณเวกเตอร์สองตัวแบบครอส

การคูณเวกเตอร์สองตัวแบบครอสมีสมการดังนี้

$$\vec{A} \times \vec{B} = \hat{a}_n |A| |B| \sin \theta_{\vec{A}\vec{B}}$$

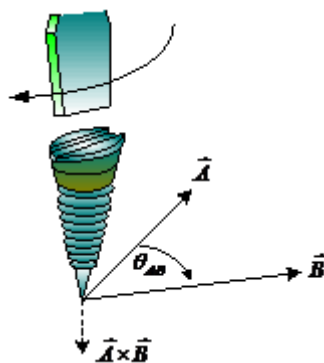
หมายเหตุ 1) $\vec{A} \times \vec{B}$ อ่านว่า $\vec{A}$ ครอส $\vec{B}$

2) $\theta_{\vec{A}\vec{B}}$ เป็นมุมระหว่าง $\vec{A}$ กับ $\vec{B}$

3) $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$

4) $\hat{a}_n$ เป็นเวกเตอร์หน่วยที่แสดงทิศทางของผลคูณ $\vec{A} \times \vec{B}$

การหาทิศทางของผลคูณของเวกเตอร์สองตัวแบบครอสให้ใช้กฎของสกรู (right-handed screw's rule) รายละเอียดดังรูป (2.7) ข้างล่าง



รูปที่ 2.7 ทิศทางผลคูณ $\vec{A} \times \vec{B}$ โดยยึดหลักการขันสกรูเข้าเนื้อไม้

จากรูปที่ 2.7 จะเห็นข้อเท็จจริงว่าทิศทางของ $\vec{A} \times \vec{B}$ จะไปทางการเคลื่อนที่ของสกรูที่เข้าไปในเนื้อไม้เสมอ ส่วนทิศทางของ $\vec{B} \times \vec{A}$ จะตรงกันข้ามกับ $\vec{A} \times \vec{B}$ คือจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ออกของสกรู ได้แก่ เวลาการคลายสกรูออกจากเนื้อไม้ สมมติกำหนดว่า

$$\vec{A} = A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z$$

$$\vec{B} = B_x \hat{a}_x + B_y \hat{a}_y + B_z \hat{a}_z$$

ดังนั้น

$$\vec{A} \times \vec{B} = A_x B_y (\hat{a}_x \times \hat{a}_y) + A_x B_z (\hat{a}_x \times \hat{a}_z) + A_y B_z (\hat{a}_y \times \hat{a}_z) + \dots + \dots$$

$$\hat{a}_x \times \hat{a}_y = \hat{a}_z, \quad \hat{a}_y \times \hat{a}_x = -\hat{a}_z,$$

$$\hat{a}_y \times \hat{a}_z = \hat{a}_x, \quad \hat{a}_z \times \hat{a}_y = -\hat{a}_x$$

$$\hat{a}_z \times \hat{a}_x = \hat{a}_y, \quad \hat{a}_x \times \hat{a}_z = -\hat{a}_y$$

$$\therefore \vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{a}_x + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{a}_y + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{a}_z$$

เพื่อให้ง่ายในการจดจำ อาจเขียนให้อยู่ในรูปของดีเทอร์มิแนนต์ นั่นคือ

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{a}_x & \hat{a}_y & \hat{a}_z \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{a}_x + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{a}_y + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{a}_z \quad (2.8)$$

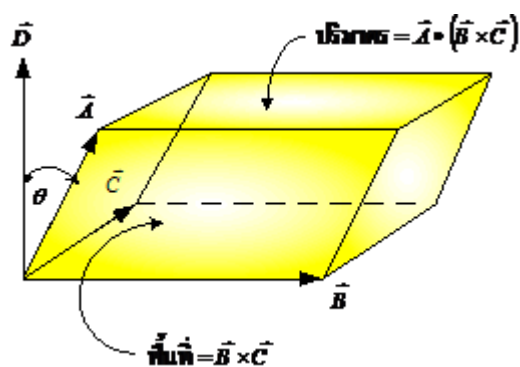
3. การคูณเวกเตอร์สามตัว (Triple vector multiplication)

การคูณเวกเตอร์สามตัวก็มีวิธีคล้าย ๆ กับหลักการคูณเวกเตอร์สองตัวดังกล่าวมาแล้ว ในหัวข้อที่ 1 และ 2 คือ การคูณแบ่งเป็นสองแบบคือ การคูณเวกเตอร์สามตัวแบบดอท และการคูณเวกเตอร์สามตัวแบบครอส

ก) การคูณสามตัวแบบดอท การคูณเวกเตอร์สามตัวแบบดอทมีลักษณะดังนี้คือ $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C})$ ผลลัพธ์จะเป็นปริมาณสเกลาร์

พิจารณาจากรูปที่ 2.8 จะพบว่า

1. ทิศทาง $\vec{B} \times \vec{C}$ ไปตามทิศทางของ $\vec{D}$ และ $\vec{A}$ กับ $\vec{D}$ ทำมุม θ กัน
2. ปริมาตรลูกบาศก์ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเท่ากับ $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C})$
3. $\vec{B} \times \vec{C}$ เท่ากับพื้นที่ฐานของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน



รูปที่ 2.8 ปริมาตรลูกบาศก์ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเท่ากับ $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C})$

สมมติว่า $\vec{A} = A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z$, $\vec{B} = B_x \hat{a}_x + B_y \hat{a}_y + B_z \hat{a}_z$

และ $\vec{C} = C_x \hat{a}_x + C_y \hat{a}_y + C_z \hat{a}_z$

$\vec{B} \times \vec{C} = \vec{D}$ เมื่อ $\vec{A} \cdot \vec{D} = |\vec{A}| |\vec{D}| \cos \theta_{\vec{A}\vec{D}}$

$$\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = \begin{vmatrix} A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \\ C_x & C_y & C_z \end{vmatrix} \quad (2.9)$$

$$\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = \vec{B} \cdot (\vec{C} \times \vec{A}) = -(\vec{C} \times \vec{B}) \cdot \vec{A} = -(\vec{A} \times \vec{C}) \cdot \vec{B} = -(\vec{B} \times \vec{A}) \cdot \vec{C} \quad (2.10)$$

ข) การคูณเวกเตอร์สามตัวแบบครอส มีลักษณะดังนี้ $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C})$ และมีสูตร
สำเร็จว่า $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = s_1 \vec{B} + s_2 \vec{C}$

$$s_1 = \pm \vec{A} \cdot \vec{C}, \quad s_2 = \pm \vec{A} \cdot \vec{B}$$

พิสูจน์

$$\begin{aligned} (\vec{B} \times \vec{C}) &= \begin{vmatrix} \hat{a}_x & \hat{a}_y & \hat{a}_z \\ B_x & B_y & B_z \\ C_x & C_y & C_z \end{vmatrix} \\ &= (B_y C_z - B_z C_y) \hat{a}_x + (B_z C_x - B_x C_z) \hat{a}_y + (B_x C_y - B_y C_x) \hat{a}_z \\ \vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) &= \begin{vmatrix} \hat{a}_x & \hat{a}_y & \hat{a}_z \\ A_x & A_y & A_z \\ (B_y C_z - B_z C_y) & (B_z C_x - B_x C_z) & (B_x C_y - B_y C_x) \end{vmatrix} \\ \vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) &= (\vec{A} \cdot \vec{C}) \vec{B} - (\vec{A} \cdot \vec{B}) \vec{C} \end{aligned}$$

ทำนองเดียวกัน

$$(\vec{A} \times \vec{B}) \times \vec{C} = (\vec{A} \cdot \vec{C}) \vec{B} - (\vec{B} \cdot \vec{C}) \vec{A} \quad (2.11)$$

2.2.3 ระบบเวกเตอร์แกนประสานระบบต่าง ๆ

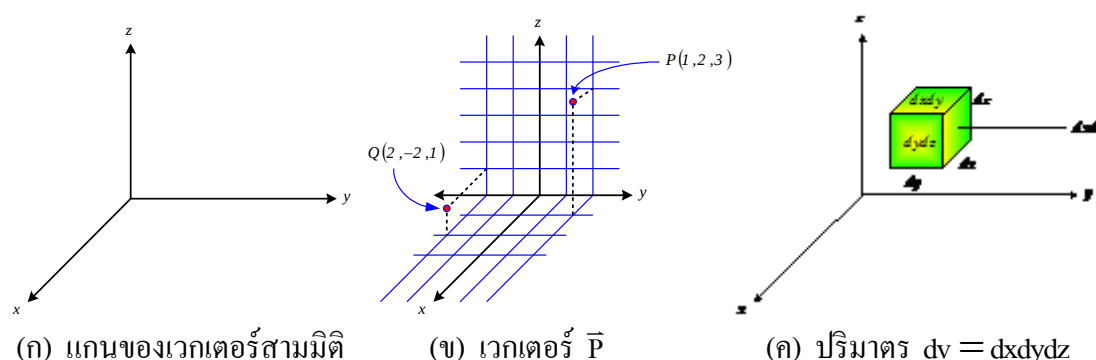
2.2.3.1 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม (Rectangular Coordinate System)

ทิศทางของเวกเตอร์เมื่อเขียนลงแผ่นกระดาษที่ดูง่าย เข้าใจง่ายก็คือ เวกเตอร์ทิศทางเดียวและสองทิศทางที่พวกเราเคยคุ้นเคยกันมา เวกเตอร์ทิศทางเดียวเกิดจากการลากเส้นลงบนแกนเดียวและกำหนดทิศทางไปตามเส้นที่ลากนั้น ส่วนเวกเตอร์สองทิศทางจะต้องลากเส้นตรงลงบนแกนสองแกน สมมติเป็นแกน ทั้งแกน x และ y ต่างก็ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ให้แกน x และ y พบกันที่จุด ๆ หนึ่งเรียกว่าจุดเริ่มต้น (origin) หนึ่งทั้งแกน x และ y อยู่ในระนาบเดียวกันด้วยเส้นตรงที่ลากระหว่างแกนทั้งสองจะมีสองทิศทางคือทิศทางหนึ่งไปแกน x อีกทิศทางหนึ่งไปทิศทางแกน y ถ้ากำหนดให้ x อยู่ในแนวแกนนอน แกน y อยู่ในแนวตั้ง ก็จะเกิดทิศในแนวนอนและแนวตั้ง

เวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมจะมีแกนอยู่สามแกน สมมุติแกน x แกน y และแกน z ให้ถือว่าแต่ละแกนคือระนาบ (Plane) หนึ่ง ดังนั้นสามแกนจึงมีสามระนาบ แต่ละ

ระนาบจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน จากคำอธิบายที่เพิ่งผ่านมาย่อมเขียนเวกเตอร์แทนระนาบทรงสี่เหลี่ยมได้ดังเช่นรูปที่ 2.9

เพื่อเป็นการนำเวกเตอร์สามมิติแทนระนาบทรงสี่เหลี่ยมดังกล่าวไปใช้สะดวก ง่ายแก่การจดจำ ให้ใช้กฎมือขวา (right-handed screw's rule) โดยการชูนิ้วสามนิ้วของมือขวาได้แก่ นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลาง ให้นิ้วทั้งสามทำมุมกัน 90° เริ่มต้นที่นิ้วหัวแม่มือแทนแกน x นิ้วชี้แทนแกน y และนิ้วกลางแทนแกน z ให้นิ้วนิ้วมือไปตามเข็มนาฬิกา จะเห็นว่าถ้าเริ่มต้นจากแกน x หมุนไปหาแกน y จะมีทิศทางไปในแนวแกน z ทำนองเดียวกันจากแกน y ไปหาแกน z จะมีทิศทางไปในแนวแกน x และจากแกน z ไปหาแกน x จะมีทิศทางไปทางแกน y



รูปที่ 2.9 ระบบเวกเตอร์สามมิติแทนระนาบทรงสี่เหลี่ยม

จากรูป 2.9 (ข) พิจารณาจุด $P(1,2,3)$ หมายถึงจุด P อยู่ที่ระนาบ $x=1$ ระนาบ $y=2$ และ $z=3$ เขียนสั้น ๆ ว่า $x=1, y=2, z=3$ จะเห็นว่าจุด P เป็นจุดที่อยู่มุม ๆ หนึ่งของปริมาตรลูกบาศก์ทรงสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง $\times$ ยาว $\times$ หนา เท่ากับ $1 \times 2 \times 3 = 6$ ลูกบาศก์เมตร ถ้าลากเส้นตรงจากจุดเริ่มต้น (origin) ตรงไปยังจุด P จะได้เส้นตรง OP ซึ่งเป็นเส้นทแยงมุมของปริมาตรลูกบาศก์ทรงสี่เหลี่ยมดังกล่าว ถ้าให้เส้นตรง OP เป็นเวกเตอร์ เขียนว่า $\vec{P}$ ก็จะมีทิศทางถึงสามทิศทาง คือ ทิศทางไปหา x, y และ z ตามลำดับ

ถ้าให้ $v =$ ปริมาตรของลูกบาศก์ทรงสี่เหลี่ยมก็จะได้ว่า

$$v = xyz \text{ ลูกบาศก์เมตร (ม}^3\text{)}$$

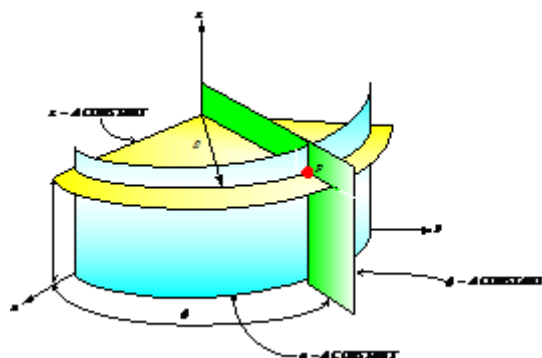
หรือ $dv = dxdydz$

และหรือ
$$v = \int_0^z \int_0^y \int_0^x dxdydz \quad (2.12)$$

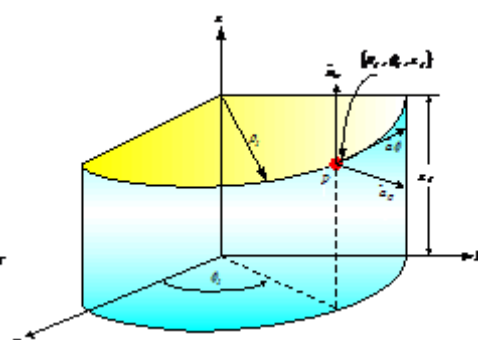
2.2.3.2 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก (Cylindrical Coordinate System)

หัวข้อนี้ขอแนะนำให้อ่านระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก ซึ่งเป็นระบบเวกเตอร์ที่ใช้ช่วยอธิบายปรากฏการณ์ของปริมาณเวกเตอร์ใด ๆ ที่อยู่ในหรือนอกรูปลูกบาศก์ทรงกระบอก เช่น ความเข้มของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากจำนวนประจุไฟฟ้าที่อยู่ภายนอกหรือภายในรูปทรงกระบอกใด ๆ ปริมาณเวกเตอร์ ณ จุดใด ๆ ที่ผิวของลูกบาศก์ทรงกระบอกจะมีทิศทางถึงสามทิศทางด้วยกันคือ ทิศทางไปตามรัศมีของทรงกระบอก ทิศทางตั้งฉากกับมุม ϕ หรือทิศทางที่สัมผัสกับผิวของทรงกระบอก และทิศทางที่สามคือ ทิศทางไปตามความยาวของทรงกระบอก จะเห็นว่าขณะนี้เกิดมีระนาบเกิดขึ้นสามระนาบแล้ว ดูรูป 2.10 (ก) ประกอบได้แก่ระนาบ cylindrical ρ ระนาบ ϕ และระนาบ z ทั้งสามระนาบดังกล่าวต่างก็ตั้งฉากซึ่งกันและกัน สำหรับทิศทางทั้งสามคือ ทิศทางของรัศมี ρ จะตั้งฉากกันกับระนาบ Cylindrical ρ ทิศทาง ϕ ตั้งฉากกับระนาบ ϕ และทิศทาง z ตั้งฉากกับระนาบ z

จากรูปที่ 2.10 จะเห็นว่า เมื่อเทียบกับระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมแล้ว จะเห็นว่าระนาบ ϕ จะทำมุม ϕ องศากับแกน x เสมอ นอกจากนี้ระนาบ ϕ และระนาบ Cylindrical ρ จะตั้งฉากกับแกน x และแกน y ลำดับ สุดท้ายระนาบ z ก็ตั้งฉากกับแกน z

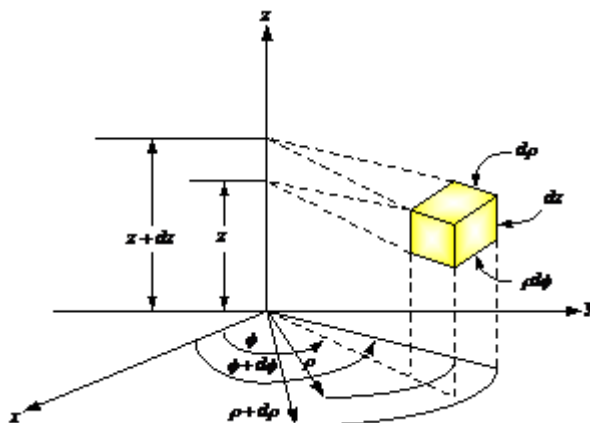


(ก) ระนาบของแกนประสานทรงกระบอก



(ข) องค์ประกอบของเวกเตอร์

รูปที่ 2.10 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก กำหนดให้ $\hat{a}_\rho$, $\hat{a}_\phi$ และ $\hat{a}_z$ เป็นเวกเตอร์หน่วยของทิศทาง ρ ทิศทางมุม ϕ และทิศทาง z



(ค) องค์ประกอบของปริมาตรย่อย ๆ บนระบบแกนประสานทรงกระบอก

รูปที่ 2.10 (ต่อ)

กำหนดว่า $\hat{a}_\rho$ คือ เวกเตอร์หน่วยในทิศทางแกนรัศมี ρ

$\hat{a}_\phi$ คือ เวกเตอร์หน่วยในทิศทางมุม ϕ

$\hat{a}_z$ คือ เวกเตอร์หน่วยอยู่ในทิศทาง z

เพื่อให้จำง่ายควรใช้กฎมือขวา โดยชูนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางออกมา ให้นิ้วทั้งสามทำมุม 90 องศาซึ่งกันและกัน กำหนดนิ้วหัวแม่มือคือทิศทางรัศมี ρ นิ้วชี้แทนทิศทาง ϕ และนิ้วกลางแทนทิศทาง z ให้หมุนมือขวาไปตามเข็มนาฬิกา เริ่มต้นที่ทิศทาง ρ ไปยังทิศทาง ϕ และไปยังทิศทาง z ตามลำดับ

เมื่อกำหนดค่า ρ, ϕ, z เป็นค่าคงที่ใด ๆ แล้ว ก็สามารถหาเวกเตอร์ที่จุดนั้นได้ เช่นจากรูปที่ 2.10 (ข) กำหนดว่าจุด P อยู่ที่ $\rho = \rho_1$ $\phi = \phi_1$ $z = z_1$ เขียนย่อว่า $P(\rho_1, \phi_1, z_1)$

จะได้สมการของเวกเตอร์ $\vec{P}$ คือ

$$\vec{P} = \rho_1 \hat{a}_\rho + \phi_1 \hat{a}_\phi + z_1 \hat{a}_z$$

ทั่วไปเขียนว่า $\vec{P} = P_\rho \hat{a}_\rho + P_\phi \hat{a}_\phi + P_z \hat{a}_z$ P_ϕ เป็นค่า radian

พิจารณารูป 1.6 (ข) จะพบว่า เวกเตอร์หน่วย $\hat{a}_\rho$ ณ จุด $P(\rho_1, \phi_1, z_1)$ จะพุ่งออกไปตั้งฉากกับผิวของลูกบาศก์ทรงกระบอกซึ่งมีรัศมี $\rho = \rho_1$ และ $\hat{a}_\rho$ จะอยู่บนระนาบ $\phi = \phi_1$ ทิศทางของเวกเตอร์ $\hat{a}_\phi$ จะไปทางมุม ϕ ที่มีค่าเพิ่มในทางบวก นอกจากนี้ $\hat{a}_\phi$ จะอยู่บนระนาบ $\phi = \phi_1$ และสัมผัสกับผิวลูกบาศก์ทรงกระบอก $\rho = \rho_1$ สุดท้ายเวกเตอร์หน่วย $\hat{a}_z$ ก็เหมือนกับ $\hat{a}_z$ ในระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม กล่าวคือทิศทางของ $\hat{a}_z$ ณ จุด $P(\rho_1, \phi_1, z_1)$ จะพุ่งออกไปข้างบนโดยทำมุม 90 องศากับระนาบ $z = z_1$

เมื่อใช้ระบบการคูณเวกเตอร์แบบครอสจะได้ว่า

$$\hat{a}_\rho \times \hat{a}_\phi = \hat{a}_z ; \hat{a}_\phi \times \hat{a}_\rho = -\hat{a}_z , \hat{a}_\phi \times \hat{a}_z = \hat{a}_\rho ; \hat{a}_z \times \hat{a}_\phi = -\hat{a}_\rho$$

และ $\hat{a}_z \times \hat{a}_\rho = \hat{a}_\phi ; \hat{a}_\rho \times \hat{a}_z = -\hat{a}_\phi$

เมื่อใช้ระบบการคูณเวกเตอร์แบบดอทจะได้ว่า

$$\hat{a}_\rho \cdot \hat{a}_\rho = \hat{a}_\phi \cdot \hat{a}_\phi = \hat{a}_z \cdot \hat{a}_z = 1 ,$$

$$\hat{a}_\rho \cdot \hat{a}_\phi = \hat{a}_\phi \cdot \hat{a}_z = \hat{a}_z \cdot \hat{a}_\rho = 0$$

$$\hat{a}_\phi \cdot \hat{a}_\rho = \hat{a}_\phi \cdot \hat{a}_\phi = \hat{a}_\rho \cdot \hat{a}_z = 0$$

รูป 2.10 (ก) แสดงปริมาตร (volume) ของลูกบาศก์ทรงกระบอก เมื่อระนาบ Cylindrical ρ เพิ่มขึ้นเป็นระนาบ $\rho + d\rho$ ระนาบ ϕ เพิ่มขึ้นเป็นระนาบ $\phi + d\phi$ และระนาบ z เพิ่มขึ้นเป็นระนาบ $z + dz$ ดังนั้นจะได้ปริมาตรย่อยมีค่าดังนี้

$$dv = \rho d\rho d\phi dz$$

ส่วนที่ผิวของรูปทรงกระบอกทั้ง 3 ด้านได้แก่

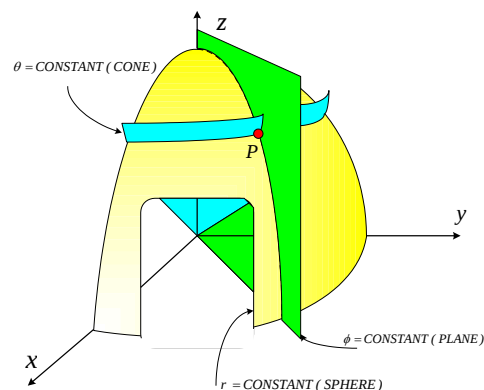
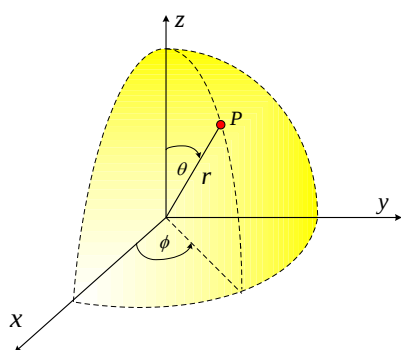
พื้นที่ $dS_1 = \rho d\phi dz$ จะมีทิศทางไปทาง $\hat{a}_\rho$ คือ $d\vec{S} = \rho d\phi dz \hat{a}_\rho$

พื้นที่ $dS_2 = d\rho dz$ จะมีทิศทางไปทาง $\hat{a}_\phi$ คือ $d\vec{S} = d\rho dz \hat{a}_\phi$

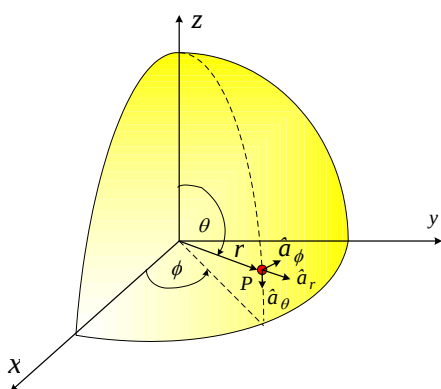
พื้นที่ $dS_3 = \rho d\rho d\phi$ จะมีทิศทางไปทาง $\hat{a}_z$ คือ $d\vec{S} = \rho d\rho d\phi \hat{a}_z$

2.2.3.3 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม (Spherical Coordinate System)

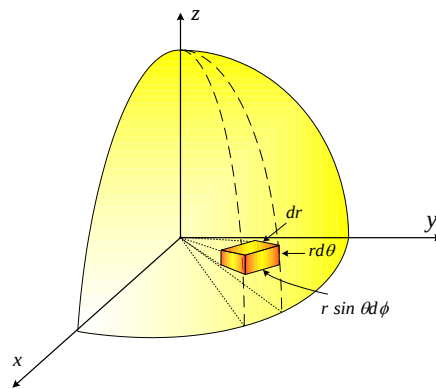
ระบบเวกเตอร์สามมิติอีกระบบหนึ่งที่มีความสำคัญไม่แพ้ระบบเวกเตอร์ทั้งสองที่ได้กล่าวมาแล้วตอนต้น ๆ นั่นคือระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม พิจารณารูป 2.11 เริ่มต้นที่รูป 2.11 (ก) ก่อน จะเห็นว่า ณ จุด P ซึ่งอยู่ที่ผิวทรงกลมรัศมีเท่ากับ r มุม θ เท่ากับ θ° และมุม ϕ เท่ากับ ϕ° มุม θ เป็นมุมระหว่างแกน z กับเส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้น (origin) ไปยังจุด P เส้นตรงเส้นนี้คือรัศมีของทรงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดเริ่มต้นนั่นเอง อาจเขียนย่อ ๆ ว่า $P(r, \theta, \phi)$ เมื่อถึงจุดนี้ขอให้พิจารณารูป 2.11 (ก) และ (ข) ควบคู่กันไป ก็จะเห็นว่า มีระนาบเกิดขึ้น 3 ระนาบ ได้แก่ ระนาบ Spherical r คือผิวของทรงกลมทั้งหมด ระนาบที่สองคือ ระนาบ conical θ ได้แก่ พื้นที่ผิวของทรงกรวย



(ก) องค์ประกอบของระบบแกนประสานทรงกลม (ข) ระนาบบนระบบแกนประสานทรงกลม



(ค) องค์ประกอบของเวกเตอร์หน่วย



(ง) องค์ประกอบของปริมาตรย่อย ๆ

รูปที่ 2.11 รายละเอียดของเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลมกำหนด $\hat{a}_r, \hat{a}_\theta, \hat{a}_\phi$ เป็นเวกเตอร์หน่วย

ระนาบสุดท้ายคือ ระนาบ ϕ ซึ่งคล้ายกับระนาบ θ ในระบบเวกเตอร์สามมิติ ที่ใช้กับลูกบาศก์ทรงกระบอก อนึ่งระนาบที่สามได้แก่ ระนาบ Spherical ρ ระนาบ coical θ และระนาบ ϕ ดังกล่าวนั้นก็ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ต่อไปพิจารณารูป 2.11(ค) ณ จุด $P(r, \theta, \phi)$ จะเห็นว่าเวกเตอร์หน่วย $\hat{a}_r$ จะพุ่งออกไปตั้งฉากกับระนาบ spherical r เสมอ (สมมติรัศมีมีค่าคงที่ ส่วนเวกเตอร์หน่วย $\hat{a}_\theta$ จะมีทิศทางไปทางมุม θ ที่เพิ่มในทางบวก) สำหรับเวกเตอร์หน่วย $\hat{a}_\phi$ จะตั้งฉากกับระนาบ ϕ (ให้มุม ϕ คงที่) สัมผัสกับพื้นที่ผิวของทรงกลมและมีทิศทางไปทางมุม ϕ ที่เพิ่มขึ้นทางบวกเมื่อใช้มือขวาเป็นหลักจะได้ว่า

ระนาบที่หนึ่งคือ แกนรัศมี r มี $\hat{a}_r$ เป็นเวกเตอร์หน่วย

ระนาบที่สองคือ แกน θ มี $\hat{a}_\theta$ เป็นเวกเตอร์หน่วย

ระนาบที่สามคือ แกน ϕ มี $\hat{a}_\phi$ เป็นเวกเตอร์หน่วย

เมื่อใช้หลักการคูณเวกเตอร์แบบครอส จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\hat{a}_r \times \hat{a}_\theta = \hat{a}_\phi ; \hat{a}_\theta \times \hat{a}_r = -\hat{a}_\phi , \hat{a}_\theta \times \hat{a}_\phi = \hat{a}_r ; \hat{a}_\phi \times \hat{a}_\theta = -\hat{a}_r$$

และ $\hat{a}_\phi \times \hat{a}_r = \hat{a}_\theta ; \hat{a}_r \times \hat{a}_\phi = -\hat{a}_\theta$

และใช้หลักการคูณเวกเตอร์แบบดอท จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\hat{a}_r \cdot \hat{a}_r = \hat{a}_\theta \cdot \hat{a}_\theta = \hat{a}_\phi \cdot \hat{a}_\phi = 1 \text{ และ } \hat{a}_r \cdot \hat{a}_\theta = \hat{a}_\theta \cdot \hat{a}_\phi = \hat{a}_\phi \cdot \hat{a}_r = 0$$

หมายเหตุ สมการทั่ว ๆ ไปของ $P(r, \theta, \phi)$ เขียนได้ดังนี้

$$\vec{P} = P_r \hat{a}_r + P_\theta \hat{a}_\theta + P_\phi \hat{a}_\phi \quad (2.13)$$

รูปที่ 2.11 (ง) แสดงการหาปริมาตรและพื้นที่ผิวของรูปลูกบาศก์ทรงกลม จะเห็นว่า ปริมาตรคือ $dv = r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$ ไม่มีทิศทาง

พื้นที่ผิวคือ $dS_1 = r^2 \sin \theta d\theta d\phi$ มีทิศทางไปทาง $\hat{a}_r$ คือ $d\vec{S} = r^2 \sin \theta d\theta d\phi \hat{a}_r$

$dS_2 = r \sin \theta dr d\phi$ มีทิศทางไปทาง $\hat{a}_\theta$ คือ $d\vec{S} = r \sin \theta dr d\phi \hat{a}_\theta$

และ $dS_3 = r dr d\theta$ มีทิศทางไปทาง $\hat{a}_\phi$ คือ $d\vec{S} = r dr d\theta \hat{a}_\phi$

2.2.3.4 การแปลงพิกัดระบบเวกเตอร์สามมิติ

ในการเปลี่ยนระบบเวกเตอร์ใด ๆ ในหัวข้อ (2.2.3.1) (2.2.3.2) และ (2.2.3.3) ไปสู่อีกระบบหนึ่งในสามระบบดังกล่าว เช่น เปลี่ยนจากระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม ไปสู่ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม เป็นต้น

การเปลี่ยนระบบเวกเตอร์จากระบบหนึ่งไปยังอีกระบบหนึ่งก็เพื่อวัตถุประสงค์สำคัญเพียงอย่างเดียวคือ พยายามทำสิ่งที่ยากให้ดูง่าย เพราะตามข้อเท็จจริงแล้วระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมนั้น ดูจะมองเข้าใจง่ายกว่าระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลมอยู่สักนิดหน่อย อย่างไรก็ตามบางครั้งการเปลี่ยนจากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งก็ไม่มีประโยชน์อะไร ฉะนั้นก็ควรพิจารณาเป็นเรื่อง ๆ ไป

1. ความสัมพันธ์ระหว่างระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับแกนประสานทรงกระบอก

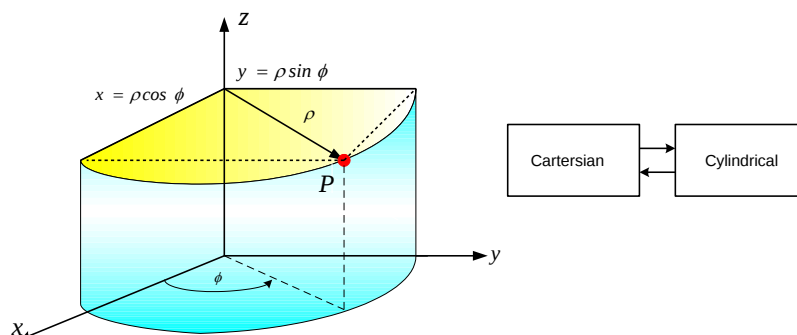
สมมุติว่า $\vec{A}$ เป็นเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม คือ

$$\vec{A} = A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z$$

เมื่อ A_x, A_y, A_z เป็นฟังก์ชัน ของตัวแปรคือ x, y, z ซึ่งค่า A_x, A_y, A_z จะต้องถูกเปลี่ยนไปอยู่ในระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก ซึ่งค่า A_ρ, A_ϕ, A_z เป็นฟังก์ชันของตัวแปร ρ, ϕ, z ตามลำดับ

พิจารณารูปที่ 2.12 จะเห็นว่า ณ จุด $P(x, y, z)$ และ $P(\rho, \phi, z)$ จะได้ว่า

$$x = \rho \cos \phi, \quad y = \rho \sin \phi \quad \text{และ} \quad z = z$$



รูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก

หมายเหตุ ค่า z ทั้งสองระบบไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าค่า z ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนระบบเวกเตอร์ระหว่างเวกเตอร์แกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับแกนประสานทรงกระบอก

ในการเปลี่ยนจากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่ง ให้ใช้หลักการคูณเวกเตอร์แบบดอทช่วยการเปลี่ยนระบบเวกเตอร์แกนประสานทรงสี่เหลี่ยมเป็นระบบเวกเตอร์แกนประสานทรงกระบอกนั้น จะต้องหาค่า A_ρ, A_ϕ ที่อยู่ในเทอมของ A_x, A_y ด้วย สำหรับค่า A_z ไม่เกี่ยวข้อง นั่นคือ A_z คงที่

$$\begin{aligned} \therefore A_\rho &= \vec{A} \cdot \hat{a}_\rho = (A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z) \cdot (\hat{a}_\rho) \\ &= A_x \hat{a}_x \cdot \hat{a}_\rho + A_y \hat{a}_y \cdot \hat{a}_\rho + A_z \hat{a}_z \cdot \hat{a}_\rho \end{aligned}$$

$$\text{จากรูปที่ 2.12 พบว่า} \quad \hat{a}_x \cdot \hat{a}_\rho = -\sin \phi \quad \hat{a}_y \cdot \hat{a}_\rho = \cos \phi \quad \text{และ} \quad \hat{a}_z \cdot \hat{a}_\rho = 0$$

$$\therefore A_\phi = -A_x \sin \phi + A_y \cos \phi$$

หมายเหตุ รายละเอียดเพิ่มเติมให้ดูตารางที่ 2.3 และ 2.4 เป็นหลัก

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก

Cartesian to cylindrical	cylindrical to Cartesian
$x = \rho \cos \phi$	$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$
$y = \rho \sin \phi$	$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$
$z = z$	$z = z$
$A_\rho = A_x \cos \phi + A_y \sin \phi$	$A_x = A_\rho \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} - A_\phi \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$
$A_\phi = -A_x \sin \phi + A_y \cos \phi$	$A_y = A_\rho \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} + A_\phi \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$
$A_z = A_z$	$A_z = A_z$

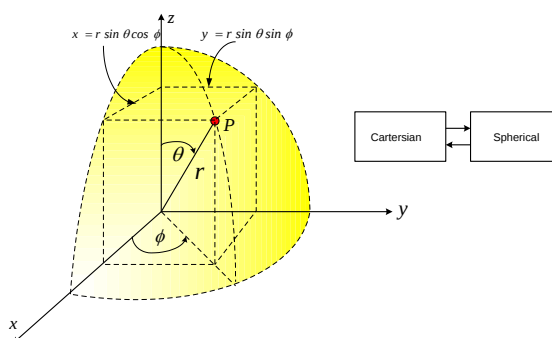
ตารางที่ 2.4 ผลลัพธ์การคูณแบบคอตของเวกเตอร์หน่วยระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก

	$\hat{a}_\rho$	$\hat{a}_\phi$	$\hat{a}_z$
$\vec{a}_x \cdot$	$\cos \phi$	$-\sin \phi$	0
$\vec{a}_y \cdot$	$\sin \phi$	$\cos \phi$	0
$\hat{a}_z \cdot$	0	0	1

2. ความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม สมมติ $\vec{A}$ เป็นเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมคือ

$$\vec{A} = A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z \quad \text{และเวกเตอร์ที่ใช้กับแกนประสานทรงกลม}$$

$$\vec{K} = A_r \hat{a}_r + A_\theta \hat{a}_\theta + A_\phi \hat{a}_\phi \quad (2.14)$$



รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม

พิจารณารูปที่ 2.13 จะเห็นว่า $x = r \sin \theta \cos \phi$, $y = r \sin \theta \sin \phi$, $z = r \cos \theta$
 แสดงว่า ตัวแปร x, y, z ของรูปลูกบาศก์ทรงสี่เหลี่ยม อยู่ในเทอมของตัวแปร r, θ, ϕ
 ของรูปลูกบาศก์ทรงกลม และจาก 2.13 จะพบอีกว่า

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

$$\cos \theta = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

$$\tan \phi = \frac{y}{x}$$

นั่นแสดงว่าตัวแปร r, θ, ϕ อยู่ในเทอม x, y, z เมื่อประสงค์จะเปลี่ยนระบบเวกเตอร์
 สามมิติแกนประสานทรงกลมไปเป็นระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม ก็ต้องเปลี่ยน
 ค่า A_r, A_θ, A_ϕ ของเวกเตอร์ $\vec{K}$ ให้อยู่ในเทอมของ A_x, A_y, A_z ด้วย
 นั่นคือจะได้

$$\begin{aligned} A_r &= \vec{A} \cdot \hat{a}_r = (A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z) \cdot \hat{a}_r \\ &= A_x \hat{a}_x \cdot \hat{a}_r + A_y \hat{a}_y \cdot \hat{a}_r + A_z \hat{a}_z \cdot \hat{a}_r \\ A_\theta &= \vec{A} \cdot \hat{a}_\theta = (A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z) \cdot \hat{a}_\theta \\ &= A_x \hat{a}_x \cdot \hat{a}_\theta + A_y \hat{a}_y \cdot \hat{a}_\theta + A_z \hat{a}_z \cdot \hat{a}_\theta \\ A_\phi &= \vec{A} \cdot \hat{a}_\phi = (A_x \hat{a}_x + A_y \hat{a}_y + A_z \hat{a}_z) \cdot \hat{a}_\phi \\ &= A_x \hat{a}_x \cdot \hat{a}_\phi + A_y \hat{a}_y \cdot \hat{a}_\phi + A_z \hat{a}_z \cdot \hat{a}_\phi \end{aligned}$$

และจากรูป 2.13 พบว่า

$$\begin{aligned} \hat{a}_x \cdot \hat{a}_r &= \sin \theta \cos \phi & \hat{a}_x \cdot \hat{a}_\theta &= \cos \theta \cos \phi & \hat{a}_x \cdot \hat{a}_\phi &= -\sin \phi \\ \hat{a}_y \cdot \hat{a}_r &= \sin \theta \sin \phi & \hat{a}_y \cdot \hat{a}_\theta &= \cos \theta \sin \phi & \hat{a}_y \cdot \hat{a}_\phi &= \cos \phi \\ \hat{a}_z \cdot \hat{a}_r &= \cos \theta & \hat{a}_z \cdot \hat{a}_\theta &= -\sin \theta & \hat{a}_z \cdot \hat{a}_\phi &= 0 \end{aligned}$$

$$\therefore A_r = A_x \sin \theta \cos \phi + A_y \sin \theta \sin \phi + A_z \cos \theta$$

$$A_\theta = A_x \cos \theta \cos \phi + A_y \cos \theta \sin \phi + A_z \sin \theta$$

$$A_\phi = -A_x \sin \phi + A_y \cos \phi$$

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ} \quad \vec{K} &= A_r \hat{a}_r + A_\theta \hat{a}_\theta + A_\phi \hat{a}_\phi \\ &= (A_x \sin \theta \cos \phi + A_y \sin \theta \sin \phi + A_z \cos \theta) \hat{a}_r \\ &\quad + (A_x \cos \theta \cos \phi + A_y \cos \theta \sin \phi + A_z \sin \theta) \hat{a}_\theta \\ &\quad + (-A_x \sin \phi + A_y \cos \phi) \hat{a}_\phi \end{aligned}$$

ให้ดูรายละเอียดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับทรงกลมได้จากตาราง 2.5 และ 2.6 ข้างล่าง

ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม

Cartesian to spherical	Cartesian to spherical
$x = r \sin \theta \cos \phi$	$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
$y = r \sin \theta \sin \phi$	$\theta = \cos^{-1} \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$
$z = r \cos \theta$	$\phi = \tan^{-1} \frac{y}{x}$
$A_r = A_x \sin \theta \cos \phi + A_y \sin \theta \sin \phi + A_z \cos \theta$	$A_x = \frac{A_r x}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + \frac{A_\theta xz}{\sqrt{(x^2 + y^2)(x^2 + y^2 + z^2)}} - \frac{A_\phi y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$
$A_\theta = A_x \cos \theta \cos \phi + A_y \cos \theta \sin \phi - A_z \sin \theta$	$A_y = \frac{A_r y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + \frac{A_\theta yz}{\sqrt{(x^2 + y^2)(x^2 + y^2 + z^2)}} + \frac{A_\phi x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$
$A_\phi = -A_x \sin \phi + A_y \cos \phi$	$A_z = \frac{A_r z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} - \frac{A_\theta (x^2 + y^2)}{\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)}}$

ตารางที่ 2.6 ผลลัพธ์จากการคูณแบบดอทของเวกเตอร์หน่วยระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยมกับเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม

	$\hat{a}_r$	$\hat{a}_\theta$	$\hat{a}_\phi$
$\vec{a}_x \cdot$	$\sin \theta \cos \phi$	$\cos \theta \cos \phi$	$-\sin \phi$
$\vec{a}_y \cdot$	$\sin \theta \sin \phi$	$\cos \theta \sin \phi$	$\cos \theta$
$\vec{a}_z \cdot$	$\cos \theta$	$-\sin \theta$	0

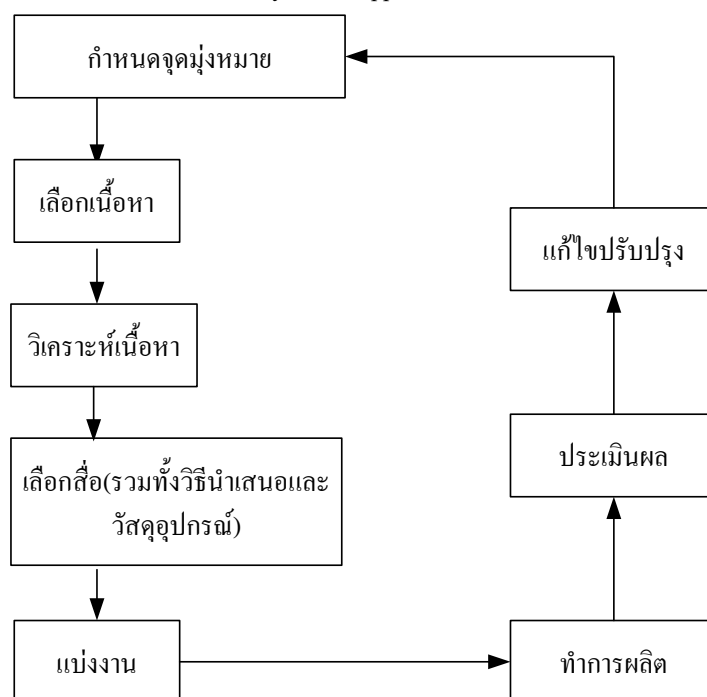
2.3 หลักการพื้นฐานในการผลิตสื่อ

2.3.1 การวางแผน (planning)

เรามักได้ยินคำกล่าวที่ว่า “ การวางแผนที่ดีเป็นแม่ของความสำเร็จ” คำกล่าวนี้นับบอกถึงความสำคัญของการวางแผน ขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าการวางแผนเป็นศิลปะที่ต้องการความสามารถ ความฉลาดปราดเปรื่อง และความพิถีพิถันเป็นอย่างสูง กล่าวในแง่ของการผลิตสื่อ การวางแผน คือกระบวนการตั้งแต่การตั้งเป้าหมายประสงค์ การคัดเลือกเนื้อหา การคัดเลือกสื่อ การกำหนดรูปแบบ วิธีการนำเสนอ การเตรียมการผลิตทุกขั้นตอน การจัดหาและบริหารบุคลากรการจัดเตรียมงบประมาณ การปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนจนถึงการเผยแพร่และใช้สื่อที่ผลิตออกมา ทั้งหมดนี้รวมอยู่ใน การวางแผน ซึ่งเป็นภาระหน้าที่ขั้นแรกสุดของผู้รับผิดชอบการผลิตหรือ ผู้อำนวยการผลิตสื่อ (วิภา อุดมฉันท. 2544 : 1-12)

ยกเว้นสื่อง่ายๆ ผลิตเพื่อใช้เองส่วนตัวแล้ว การผลิตสื่อทุกชนิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเผยแพร่ เช่น สื่อเพื่อการเรียนการสอน สื่อประชาสัมพันธ์ สื่อเพื่อมวลชน ฯลฯ ล้วนมีขอบข่ายการผลิต กิจกรรมการผลิตที่กว้างขวางเกี่ยวข้องกับบุคคลและเงินทุนจำนวนมากแต่ไม่ว่าขอบข่ายและขนาดของโครงการจะใหญ่หรือเล็ก ผู้รับผิดชอบการผลิตจะต้องคำนึงถึงทรัพยากรทั้งหมดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ

การวางแผนอย่างเป็นระบบ
(Systemic Approach)



รูปที่ 2.14 แสดงการวางแผนอย่างเป็นระบบ

2.3.2 หลักการ

เป็นหลักการพื้นฐานของการวางแผนเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตอยู่ที่ตัวผู้ผลิต ซึ่งจะต้องตอบคำถาม 4ข้อให้กระจ่างชัดก่อน คำถามทั้ง 4 เรียกว่า 3W1H ได้แก่ Why? – Who? – What? – How?

2.3.2.1 Why : วัตถุประสงค์อะไร

ก่อนอื่นใดทั้งหมด ผู้ผลิตจะต้องแจ่มชัดในตนเองว่ามีมูลเหตุจูงใจที่เป็นจริง และมองเห็นความจำเป็นที่จะทำการผลิต กล่าวในแง่ของการผลิตสื่อก็คือ “ วัตถุประสงค์ในการผลิตสื่อครั้งนี้คืออะไร ” เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เพื่อประชาสัมพันธ์องค์กร เพื่อโฆษณา โน้มน้าวใจ เพื่อให้ความบันเทิง และเพื่อบอกกล่าวแจ้งข่าวสาร ฯลฯ

การกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดตั้งแต่ต้น มีผลต่อแนวทาง (approach) ที่ใช้ นำทางสื่อ นั้นๆ เช่น หากต้องการใช้เป็นสื่อการสอน แนวทางของสื่อจะต้องเน้นผลที่ได้จากการเรียนรู้ ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ (learning theory) เข้มงวดในความถูกต้องของข้อมูล ใช้ภาษาที่ถูกหลักวิชาการแต่ก็ต้องไม่ลืมหลักจิตวิทยาผู้รับสาร คือ ทำการเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก ตรงกันข้าม หากต้องการผลิตสื่อ เพื่อให้ความบันเทิงแนวทางของสื่อจะกลับไปอีกข้างหนึ่ง เน้นรูปแบบการนำเสนอที่กระตุ้นความสนใจ เร้าอารมณ์ และผ่อนคลาย ขณะที่สื่อเพื่อการประชาสัมพันธ์และโฆษณาจะให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับการนำเสนอที่มีพลังโน้มน้าวใจ (persuasive power) เพื่อผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้รับ ข้อเท็จจริงจึงกลายเป็นเรื่องรอง

2.3.2.2 Who : เพื่อใคร

- คำถามต่อมาก็คือ ผลิตสื่อนี้เพื่อใคร ใครคือผู้ชมที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
- เด็ก วัยรุ่น นักเรียน
- ครู อาจารย์ ปัญญาชน
- ผู้ใหญ่อายุ 30 ปีขึ้นไป
- คนชรา คนพิการ ผู้ด้อยโอกาส
- ฯลฯ

การวิเคราะห์ผู้รับสารเป็นหลักการสำคัญที่สุดข้อหนึ่งของศาสตร์ว่าด้วยการสื่อสารมวลชน ผู้ผลิตหรือผู้ส่งสารจะต้องระบุผู้รับสารกลุ่มเป้าหมายของตนให้ชัดเจน ยิ่งจำแนกแยกแยะได้ละเอียดเท่าใดก็ยิ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตมากเท่านั้น โดยเฉพาะผู้รับสารกลุ่มเด็ก ซึ่งการพัฒนาทางวุฒิภาวะ มีความแตกต่างอย่างชัดเจนในช่วงอายุที่ห่างกันเพียงปีสองปี สื่อเพื่อเด็กก่อนวัยเรียนกับสื่อสำหรับเด็กอายุ 7 ขวบต้องออกแบบให้ต่างกัน ถ้าผู้ผลิตต้องการเน้นประสิทธิผลสูงสุดของสื่อ

พิจารณาในฐานะผู้รับสาร คนทุกคนมีลักษณะพิเศษเฉพาะของตนเอง (personal attribute) ซึ่งถูกกำหนดมาจากพื้นฐานของชีวิตส่วนตัว หน้าที่การงานฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม ลักษณะเฉพาะทำให้คนแต่ละคนมีรสนิยม ความชอบ ทัศนคติ ความเชื่อ และค่านิยมต่อสิ่งต่างๆ ไม่เหมือนกัน ในทางนิเทศศาสตร์ ผู้รับสารแต่ละคนเป็นผู้ถอดรหัสสาร (decode) ที่สื่อนำเสนอ หมายความว่า

ผู้ส่งสารหรือผู้ผลิตสื่อเป็นผู้ใส่รหัส (encode) ลงไปในสารของตน ผ่านเทคนิคการผลิตทุกอย่าง อาทิ การคัดเลือกภาพ การลงเสียง การใส่ดนตรี คำบรรยาย เทคนิคมุกตลก สีแสง ฯลฯ ในความพยายามที่จะให้สารของตนสื่อความหมายไปถึงผู้รับสารตามที่ผู้ผลิตต้องการ อย่างไรก็ตาม ความพยายามดังกล่าวจะบรรลุผลหรือไม่ ธรรมชาติของผู้รับสารมีส่วนสำคัญไม่น้อย เพราะผู้รับสารมักใช้ความชอบหรือไม่ชอบ ความเชื่อ ทักษะความคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นปัจจัยภายในของแต่ละคนในการ “ถอดรหัส” สารนั้น ๆ บ่อยครั้งเราจะพบว่าสารอย่างเดียวกัน ผู้รับสารลิบคนตีความหมายหรืออ่านสารไม่เหมือนกันเป็นลิบอย่าง นี่คือเหตุผลว่าเหตุใดผู้ผลิตสื่อจึงต้องรู้ให้แน่ชัดว่าสื่อของเขาใครจะเป็นผู้ถอดรหัส

2.3.2.3 What : เรื่อง / เนื้อหาอะไร

เมื่อรู้กลุ่มผู้รับสารที่เป็นเป้าหมายแน่นอนแล้ว ก็ต้องกำหนดเนื้อหาสาระที่จะนำเสนอ ทั้งนี้โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้แต่ต้น

ไม่มีใครต้องการผลิตสื่อที่ไม่มีคนดู เรามีวัตถุประสงค์หรือแรงจูงใจที่ต้องการผลิตชัดเจนแล้ว กำหนดรู้แล้วว่าจะให้ใครเป็นผู้รับ แต่เท่านั้นยังไม่พอ ปมเงื่อนไขสำคัญยังอยู่ที่ว่าสิ่งที่เราสื่อไปถึงผู้รับนั้นเป็นสิ่งที่เขาสนใจหรือไม่ ถ้าให้ความสำคัญกับความสนใจของผู้รับสารไม่เพียงพอ ก็มีโอกาสดังกล่าวจะล้มเหลวอันเนื่องมาจากอัตวิสัย (subjectivity) ของผู้ส่งสาร กล่าวคือ ผู้ผลิตใช้ความสนใจ ความชอบแม้กระทั่งบางครั้งเกิดจากเจตนาเป็นส่วนตัวเป็นเครื่องตัดสิน แทนที่จะพิจารณาถึงปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่มีส่วนกำหนดความน่าสนใจของเนื้อหา เช่น

1. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับผู้รับสารหรือไม่ สิ่งนี้เป็นเงื่อนไขสำคัญที่จะทำให้ผู้รับรู้สึกว่าคุณเป็นส่วนหนึ่งของสื่อ ยกตัวอย่างสื่อที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับอาหาร สุขภาพ ชีวิต และสิ่งแวดลอม เป็นเรื่องใกล้ตัวคนทุกคน จึงย่อมมีผลทางจิตวิทยาดึงดูดให้ต้องการเปิดรับ
2. เนื้อหาที่แสดงถึงความขัดแย้งมักมีแรงดึงดูดมากกว่าเนื้อหาที่ดำเนินไปอย่างราบเรียบ ความขัดแย้งที่ว่านี้ อาจเป็นความขัดแย้งระหว่างความคิดเห็นของคนกับคน ระหว่างคนกับสังคม ระหว่างคนกับธรรมชาติก็ได้ การโต้แย้งทางความคิดซึ่งนำไปสู่คำถามที่ท้าทายคำตอบจะปลุกเร้าความสนใจของคนได้มาก
3. สื่อที่พยายามสร้างความเข้าใจกับคนดู ให้แง่คิดกับคนดู ทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย ย่อมได้รับความนิยมมากกว่าสื่อที่สร้างความสับสนงุนงง ทำให้ดูล้าลึกจนเข้าไม่ถึง

2.3.2.4 How : ใช้สื่ออะไร และนำเสนออย่างไร

ด้วยวัตถุประสงค์เช่นนั้น กลุ่มเป้าหมายกลุ่มนั้น ๆ และเนื้อหาชนิดนั้นจะต้องเลือกใช้สื่อประเภทใดจึงจะให้ประสิทธิผลสูงสุด สื่อสไลด์คงไม่เหมาะสมถ้าเป็นกลุ่มเด็ก สื่อคอมพิวเตอร์คงไม่เหมาะถ้าวัตถุประสงค์เพื่อโฆษณาโน้มน้าวใจ ผู้ผลิตต้องมีความเข้าใจธรรมชาติของสื่อแต่ละชนิด และเลือกใช้สื่อให้เหมาะกับภาระหน้าที่เฉพาะหน้า

นอกจากนี้ผู้ผลิตยังควรเลือกรูปแบบการนำเสนอ (Format) ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเลือกใช้สื่อวิทยุหรือโทรทัศน์ ซึ่งมีรูปแบบนำเสนอได้หลากหลายอย่าง เนื้อหาบางอย่างเหมาะที่จะใช้รูปแบบรายงาน (Announcing) เพื่อนำเสนอข้อมูลได้มาก บางอย่างใช้รูปแบบพูดคุย (Talk) สบาย ๆ หรืออภิปราย (Discussion) ถ้าต้องการทำให้เป็นวิชาการ บางเรื่องเหมาะที่จะถ่ายทำเป็นสารคดีเพื่อให้ความรู้ ผู้กระเรียนเป็น ละครขนาดสั้นในโครงการณรงค์ประชาสัมพันธ์ เป็นต้น

2.3.3 ความยาว(Length) และเวลา

คนเราจะมีสมาธิหรือความสนใจจดจ่อกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้นานเท่าใด ขึ้นกับความน่าสนใจของสิ่งนั้น นอกจากเนื้อหาของสื่อแล้ว สมาธิยังสัมพันธ์กับประเภทของสื่อที่ใช้ และวัย ของ ผู้รับสื่อ ความยาวของสื่อการสอนโดยสัมพันธ์กับอายุแบ่งตามวัยได้ดังนี้

เด็กในวัยประถมศึกษา (อายุไม่เกิน 10 ปี)	10-15 นาที
เด็กในวัยมัธยมศึกษาตอนต้น	15-20 นาที
เด็กโตและผู้ใหญ่	20 นาทีขึ้นไป

2.3.4 การเลือกใช้สื่อให้เหมาะกับงาน

วิทยาการและเทคโนโลยีช่วยให้ผู้มีอิสระในการเลือกใช้สื่ออย่างกว้างขวาง แต่สิ่งที่พึงระลึกละเสมอ ก็คือจะผสมผสานบรรดาสื่อทั้งปวงเข้าด้วยกันอย่างไรจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ได้อย่างได้ผล ซึ่งสื่อประเภทสิ่งพิมพ์(หนังสือการ์ตูนก็จัดอยู่ในสื่อสิ่งพิมพ์) มีข้อดี และข้อจำกัดคุณลักษณะของสื่อประเภทนี้โดยรวมคือ

ข้อดี คือประยุกต์ใช้ได้หลายรูปแบบ ถ้าเป็นสิ่งพิมพ์อย่างง่ายผลิตได้รวดเร็ว

ข้อจำกัด คือถ้าเป็นสิ่งพิมพ์ที่ยุ่งยากใช้ต้นทุนสูง ผู้รับต้องสามารถอ่านเข้าใจด้วยตนเอง

2.3.5 ข้อมูลและทีมงาน

เป็นการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการเตรียมเนื้อหาอย่างเพียงพอ ผู้ผลิตจะต้อง มีข้อเท็จจริงทั้งหมดเกี่ยวกับสื่อที่จะผลิต เพราะข้อเท็จจริงคือสิ่งเดียวที่น่าเชื่อถือ สื่อที่ไม่ได้นำเสนอ ข้อมูลอย่างถูกต้องและเพียงพอจึงไม่ประสบผลสำเร็จเพราะขาดพลังโน้มน้าวใจ

2.3.6 การจัดเนื้อหา

คือกระบวนการในการเรียบเรียงเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย โครงเรื่อง และรูปแบบการนำเสนอตามที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นวางแผน (3W1H) ตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้น วางแผน จะจัดอย่างไรเนื้อหาสาระที่จะสื่อออกไปจะมีน้ำหนักน่าเชื่อถือ และได้รับความสนใจ โดยทั่วไปแล้ว เนื้อหาสำหรับผลิตสื่อไม่ต่างอะไรกับการวางโครงร่าง (outline) สำหรับเขียนบทความ ที่ดีสักบทหนึ่ง ซึ่งโดยปกติมักประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ

2.3.6.1 บทนำ (Introduction) จะต้องสั้น ใช้ประโยคที่เข้าใจง่ายเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้อ่านหรือผู้ชมให้เข้าสู่เนื้อเรื่อง ถ้าขึ้นบทไม่ดีจะเกิดผลตรงกันข้าม คือทำให้ผู้รับสื่อเปลี่ยนใจไม่เปิดรับสารต่อไป

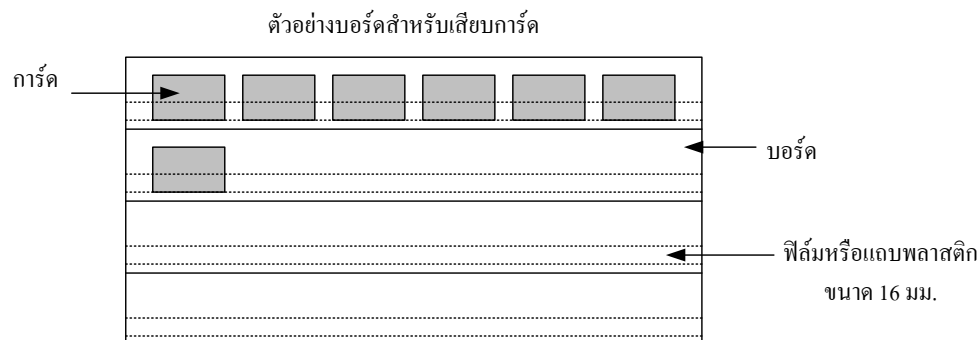
2.3.6.2 การดำเนินเรื่อง (development) ก็คือการนำแก่นของเรื่อง (Theme) หรือความคิดรวบยอดของเรื่องมาลึกลายให้เห็นพัฒนาการอย่างเป็นขั้นตอน

2.3.6.3 การหักมุม (Turn) เป็นจุดที่เค้าโครงเรื่องที่ดำเนินมาเกิดการหักมุมอย่างไม่คาดคิด หรือเป็นการเสนอทัศนะจากมุมมองอื่นที่แตกต่างออกไป ซึ่งจะช่วยเสริมจุดสุดยอด (Climax) ของเรื่องได้เด่นขึ้น หรือช่วยพัฒนาแก่นของเรื่องจนถึงจุดสุดยอด

2.3.6.4 สรุป (Conclusion) หรือการขมวดเรื่องทั้งหมดลงอย่างย่อและมีศิลปะอยู่จริง ส่วนสรุปจะต้องสัมพันธ์กับส่วนที่เป็นเนื้อหาและคำนำ แต่ไม่ได้หมายความว่าบทสรุป คือการนำเอาเนื้อหาในส่วนข้างต้นทั้งหมดมาพูดซ้ำอีกครั้งหนึ่ง “การสรุปลงท้ายเรื่องที่สมควรเป็นส่วนที่ผู้ผลิตทิ้งแง่คิด ความเห็น คำถาม หรือข้อเตือนใจ ซึ่งเป็นการรับทอด ตอกย้ำ หรือเพิ่มเติมเนื้อหาให้แก่ส่วนข้างต้น เพื่อให้ผู้ดูนำไปขบคิดสืบต่อจากความประทับใจที่ได้จากการรับสื่อ

2.3.7 สตอรี่บอร์ด และสคริปต์

เป็นวิธีที่มีประโยชน์มากสำหรับสื่อที่นำเสนอเรื่องราวอย่างต่อเนื่องและต้องการ การจัดลำดับเนื้อหาที่ชัดเจน คำว่าสตอรี่บอร์ด (Storyboard) หมายถึงกระดาน (board) ที่ใช้จัดเรียงเรื่อง (Story) หรือเนื้อหาของสื่อที่จะผลิตสตอรี่บอร์ด ที่ทำเพื่อการจัดเรียงเนื้อหาโดยเฉพาะ จะใช้แผ่นฟิล์มหรือพลาสติกกันเป็นช่องให้เสียบบัตร (Card) ได้เหมือนสมุดเก็บสะสมแสตมป์ บางคนก็ดัดแปลงบอร์ดคิดประกาศธรรมดา โดยเอาหมุดหรือเทปยึดการ์ดกับบอร์ดก็มี แต่ไม่ว่าจะใช้บอร์ดแบบไหน การทำสตอรี่บอร์ด จะต้องมีการ์ดบอกเรื่องราวการดำเนินเรื่องนำการ์ดทั้งหมดไปเสียบหรือติดบนบอร์ดโดยเรียงลำดับเนื้อหาตามที่ต้องการนำเสนอจนหมดทุกการ์ด เมื่อไล่ตามลำดับเนื้อหาจนตลอดทั่วทั้งบอร์ด ก็จะปรากฏให้เห็นเป็นโครงเรื่องขึ้นทันที หากความต่อเนื่องของภาพและลำดับฉากต่าง ๆ ยังไม่น่าพอใจ ก็สามารถสลับการ์ดหรือเรียบเรียงการ์ดใหม่ได้ตามสะดวก การ์ดใดใดบรรจุเนื้อหากว้างเกินไปหรือกินความคาบเกี่ยวหลายหัวข้อ ก็เขียนใหม่ให้มีเนื้อหาแคบลง โดยเพิ่มการ์ดมากแผ่นขึ้น ถึงตอนนี้ผู้ผลิตและทีมงานก็สามารถสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับโครงเรื่อง และลำดับเหตุการณ์ของสื่อที่จะดำเนินการผลิตได้ทั้งหมด



การ์ดที่ 1

เรื่อง การเน่าเสียของน้ำทะเล

สาเหตุ 1. น้ำเสียจากโรงงาน

2.....

3.....

ภาพ โรงงานอุตสาหกรรม จ.ชลบุรี

การ์ดที่ 2

เรื่อง การเน่าเสียของน้ำทะเล

สาเหตุ 1. ปริมาณปลาลดลง

2.....

3.....

ภาพ การจับปลาของชาวประมงที่.....

การ์ดที่ 3

เรื่อง การเน่าเสียของน้ำทะเล

ความจำเป็นที่ต้องเพาะพันธุ์ปลา

ข้อคิดเห็น

.....

.....

ภาพ สันทนากับอธิบดีกรมประมง

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างบอร์ดสำหรับเสียบการ์ดและการ์ด

การนำเสนอสื่อภาพการ์ตูนให้ประสบผลสำเร็จได้สิ่งสำคัญก็คือการเขียนสคริปต์ ซึ่ง ผู้ผลิต มักจะพบปัญหาว่าจะเขียนคำบรรยายมากน้อยแค่ไหนเพราะจุดสำคัญของการผลิตสื่อภาพการ์ตูนก็คือการนำเสนอภาพ บางครั้งคำบรรยายอาจจะมากเกินไป บางครั้งน้อยเกินไป สิ่งแรกในการเขียนสคริปต์ คือพยายามคิดให้ออกมาเป็นรูปภาพ โดยมีคำบรรยายเป็นเพียงประกอบภาพ สคริปต์ที่นิยม

และมีลักษณะเข้าใจง่าย ๆ พอดียกตัวอย่างได้ดังนี้ (อานวย เดชชัยศรี.2544 ; ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2526)

ชื่อเรื่อง ปีสายทรรษา ตอนที่ 1 ชื่อตอน กีฬามหาสนุก ผู้เขียน			
ฉากที่	ภาพ	มุมมอง	คำบรรยาย
1		ภาพมุมบน	ท่ามกลางหุบเขาปีศาจน้ำแข็ง ได้มีการแข่งขันกีฬาครั้งใหญ่
2		ภาพใกล้	การแข่งขันครั้งใหญ่กำลังเริ่มขึ้น
3			

รูปที่ 2.16 การเขียนสคริปต์อย่างง่าย

2.4 การสร้างสรรค์การ์ตูนแบบเรื่องสั้นแนววิทยาศาสตร์

2.4.1 หลักการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์

ชมรมนักเขียนและผู้จัดทำหนังสือวิทยาศาสตร์ สังกัดสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2549 : 1) ให้หลักการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ คือ วรรณกรรมที่แฝงไปด้วยสาระของวิทยาศาสตร์และให้ความรู้สึกถึงจินตนาการอันไร้ขีดจำกัด แต่ก็ใช่ว่าการใช้จินตนาการนั้นจะไร้ขอบเขตเสียทีเดียว นิยายวิทยาศาสตร์ที่ได้นั้นต้องยอมรับว่ามีหลักการสำคัญอยู่ดังนี้

2.4.1.1 นิยายวิทยาศาสตร์จะต้องไม่ขัดกับความจริงของธรรมชาติหรือ หลักการ หรือ กฎเกณฑ์ของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์หรือ ทดสอบจนกระทั่งเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าเป็นจริง

2.4.1.2 หากจำเป็นหรือผู้เขียนมีเจตนาจะเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่ ขัดกับทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอยู่ แล้วนั้น ก็จะต้องนำข้อมูลหรือเหตุผลอธิบายให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจว่าเรากำลังเขียนโดยเจตนาให้ขัดกับทฤษฎีวิทยาศาสตร์ทั่วไป และต้องมีเหตุผลที่ดีพอสมควรมาประกอบการขัดแย้งกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้

จากหลักเกณฑ์เพียงสองข้อนี้เท่านั้น หากผู้เขียนสามารถเข้าใจได้ก็จะพบว่าการแต่งนิยายวิทยาศาสตร์เป็นการได้ใช้จินตนาการได้อย่างเต็มเปี่ยม ไม่ว่าจะเป็นการเขียนถึงโลกในอนาคต แนวไซ-

ไฟ ความลึกกลับ สิ่งมีชีวิตจากต่างดาว หรืออย่างแนวคอมพิวเตอร์ที่เป็นที่นิยมในยุคนี้ ผู้เขียนก็สามารถใช้จินตนาการ ของตนได้อย่างกว้างขวางไม่จำกัดด้วย

และการที่จะเขียน "นิยายวิทยาศาสตร์" ที่ดีได้นั้น ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ต้องมีพอสมควร แต่ก็ไม่ถึงกับจะต้องเป็นนักวิทยาศาสตร์เสียทีเดียว ถึงแม้ว่านักเขียน นิยายวิทยาศาสตร์ระดับโลกจำนวนไม่น้อยก็มีพื้นฐานมาจากวิทยาศาสตร์ หรือเคยเป็นนักวิทยาศาสตร์อาชีพมาก่อน ด้วยความเป็นนักวิทยาศาสตร์อาจจะได้เปรียบในเรื่องข้อมูลเพื่อใช้ในการเขียน นักวิทยาศาสตร์ที่สามารถจะเป็นนักเขียนที่ดีด้วยนั้น มักหาได้ไม่มากนัก

ดังนั้นหากนักที่จะเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ก็สามารถที่จะทำได้ถ้าหากสนใจหาข้อมูลให้มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นมาเอง และสุดท้ายขอฝากคำแนะนำว่า การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์หรืองานเขียนประเภทใดก็ตาม ย่อมไม่มีสูตรสำเร็จตายตัว เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เพราะงานเขียนเป็นงานศิลปะ งานสร้างสรรค์ ซึ่งถ้านักเขียนทุกคนยึดมันอยู่เฉพาะในกรอบบางอย่าง ก็จะไม่มีความสร้างสรรค์ ใหม่ๆ เกิดขึ้นมา การเปลี่ยนแปลงก็ เหมือนกับวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งดีหรือเลว เพียงแต่ว่ามันเกิดขึ้นอยู่เสมอเท่านั้น และการเป็นนักอ่านที่ดีในข้อนี้ก็ช่วยคุณได้มากเช่นกัน

2.4.2 ความหมายของคำว่าการ์ตูน

การ์ตูนเป็นคำทับศัพท์ในภาษาอังกฤษว่า Cartoon สันนิฐานว่ามีรากศัพท์มาจากคำว่า Catone ในภาษาอิตาลี หมายถึงแผ่นกระดาษที่มีภาพวาด ต่อมาความหมายของคำนี้อาจเปลี่ยนไปเป็นล้อเลียนเชิงขบขัน เปรียบเปรยเสียดสี หรือแสดงจินตนาการผ่นเฟื่อง แต่หนังสือบางฉบับกล่าวว่า การ์ตูนมาจากคำในภาษาละตินว่า Charta ซึ่งหมายถึงกระดาษ เพราะในสมัยนั้นการ์ตูนหมายถึงการวาดภาพลงบนผ้าใบขนาดใหญ่ วาดบนผ้า幔หรือการเขียนลวดลายหรือภาพลงบนกระจกและโมเสก (The society for the study of manga.2545ก-จ)

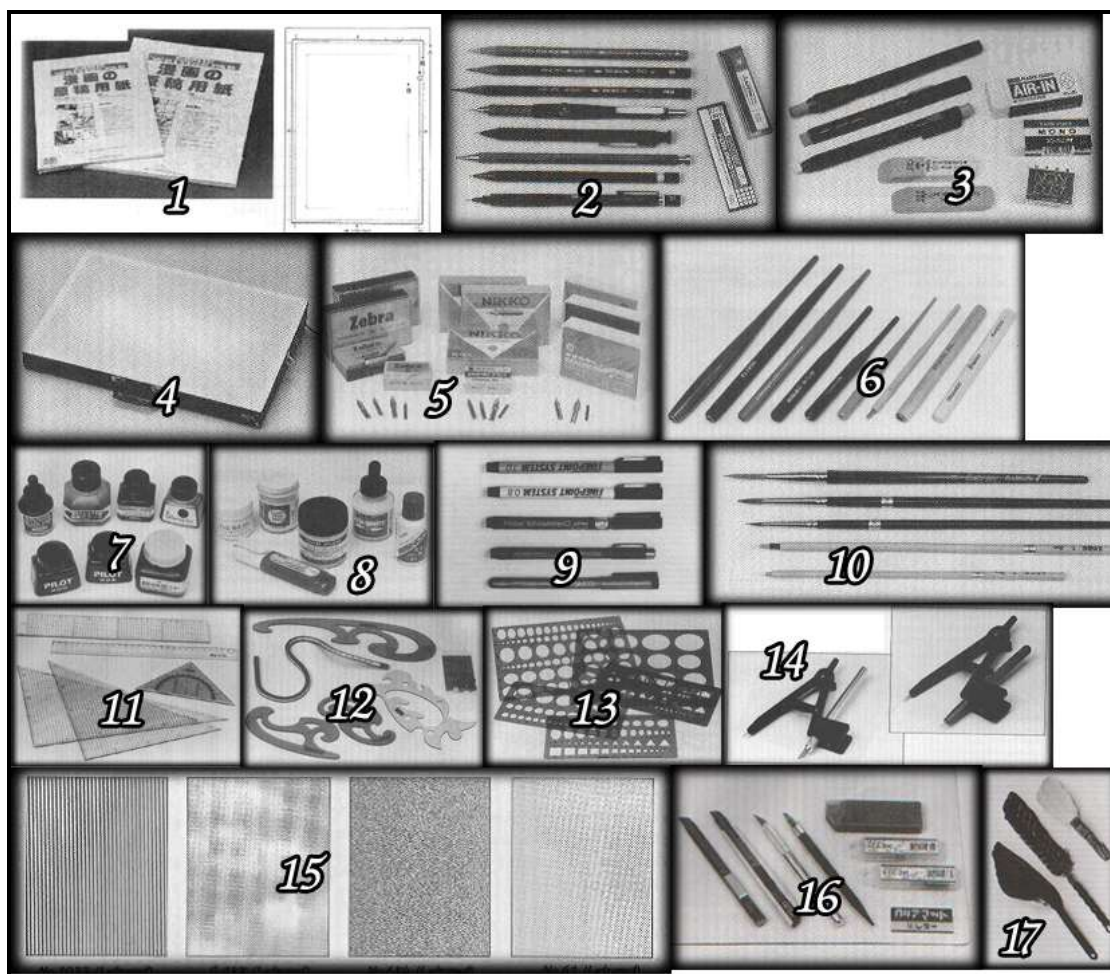
ในภาษาอังกฤษยังมีศัพท์ใกล้เคียงกับคำว่าการ์ตูนอีก 4 ความหมาย คือ

1. การ์ตูน (Cartoon) หมายถึงรูปวาดบนกระดาษแข็งเพื่อความขบขัน เช่นภาพล้อทางการเมือง วาดในกรอบและแสดงเหตุการณ์ที่เข้าใจได้ชัดเจนโดยง่าย และมีคำบรรยายสั้น ๆ
2. คอมิก (Comic) เป็นลักษณะการ์ตูนที่มีความต่อเนื่องเป็นเรื่องเป็นราวมีคำบรรยายมีบทสนทนาในแต่ละภาพ ลักษณะจะออกมาในเชิงภาพการ์ตูนที่ไม่เน้นความจริงของกายวิภาค หนังสือการ์ตูนที่เราเห็นเป็นเล่ม ๆ หลายตอนจบในปัจจุบันก็เรียกว่าคอมิก
3. นิยายภาพ (Illustrated Tale) เป็นการเขียนเล่าเรื่องด้วยภาพเช่นกัน แต่ลักษณะภาพมีความสมจริงและเขียนถูกต้องตามกายวิภาค การเขียนฉากประกอบ การให้แสงเงา การดำเนินเรื่องต่อเนื่อง ตั้งแต่กรอบแรกจนกรอบสุดท้าย ไม่ข้ามขั้นตอนอันสามารถโน้มน้าวใจผู้อ่านให้คล้อยตามเนื้อเรื่องได้อย่างดี
4. ภาพล้อ (Caricature) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากคำว่า Cari care หมายถึงภาพวาดที่ใช้ล้อเลียนหรือเสียดสี วาดในลักษณะที่ตัดทอนหรือทำให้รูปบุคคลผิดสัดส่วนออกไป เช่น เน้นลักษณะ

เด่นเฉพาะตัวของบางคนให้ดูมากเกินความเป็นจริง รวมทั้งเน้นในจุดอื่น ๆ เช่น ชนชั้นทางสังคม หรือสถาบันต่าง ๆ ภาพล้อใช้เป็นเครื่องปลุกความรู้สึกนึกคิด ก่ออารมณ์ตอบโต้ให้เกิดแก่ผู้ดูตั้งแต่ อารมณ์ขันเบา ๆ จนกระทั่งความรู้สึกโกรธแค้นรุนแรง เป็นเครื่องมือที่ดีในการวิพากษ์แสดง ความคิดเห็นในเรื่องของสังคม ศาสนา และการเมือง

2.4.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวาดภาพการ์ตูน ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1. กระดาษทำต้นฉบับ เป็นกระดาษคุณภาพสูง (กระดาษปลอดเชื้อไม้) กระดาษ มีความกว้าง ขนาด B4 (257 มม.×364 มม.) หรือ A4 (210 มม. ×297 มม.)
2. ดินสอดำ ความเข้มดินสอควรเลือกตามความเหมาะสมของงาน เช่นความเข้ม HB, B, 2B เป็นต้น
3. ยางลบชนิดอ่อน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระดาษลอกขณะถู
4. กล้องไฟ ใช้สำหรับการทำการลอกลายภาพขาวดำ
5. หัวปากกาสำหรับเขียนหมึกดำ นิยมใช้หัวปากกาแบบ G-pen และ Round-pen
6. ด้ามปากกา ขึ้นกับชนิดหัวปากกา
7. หมึกดำ ควรกันน้ำได้
8. หมึกสีขาว สำหรับแก้ไขภาพ
9. ปากกาหมึกซึมเส้นเล็ก
10. พู่กัน
11. ไม้บรรทัด
12. ไม้บรรทัดทรงโค้ง และไม้บรรทัดแบบยืดหยุ่น
13. เทมเพลต
14. วาดเขียน
15. แผ่นสกรีนโทน สำหรับทำแบคกราวด์
16. คัตเตอร์
17. แปลงปีดเศษยางลบ



รูปที่ 2.17 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวาดภาพการ์ตูน

2.4.4 หลักการสร้างสรรค์การ์ตูนแบบเรื่องสั้น (The society for the study of manga. 2545

ก-จ)

2.4.4.1 เรื่องราวคือสิ่งที่ประกอบด้วยตัวละคร และการกระทำที่ตัวละครแสดงออกมา จะเห็นว่าเรื่องราวจะเป็นซีรีส์ ซึ่งตัวละครที่ชวนติดตามจะประกฏตัวขึ้น และตัวตัวละครเหล่านี้ เรื่องราวก็จะขยายความได้มากขึ้น และมีความน่าสนใจมากขึ้น ในการเขียนเรื่องสั้นจะต้องจำกัด ตัวละครให้เหมาะสมเพราะถ้าตัวละครมากเกินไปจะทำให้เรื่องราวไม่น่าติดตาม และซับซ้อนเกินไป ทำให้ผู้อ่านไม่เกิดความสุขไม่น่าสนใจ

2.4.4.2 แก่นของเรื่องสั้นควรเรียบง่าย แก่นเรื่องคือ “ตัวละครที่เขาควรเป็น” ซึ่งจะดำเนินเป็นศูนย์กลางไปตลอดทั้งเรื่อง

2.4.4.3 การวาดงานต้นฉบับ ผู้เขียนต้องพัฒนาลายเส้น และสร้างสคริปงานเป็นของตัวเองเสียก่อน จากนั้นคิดพล็อตเรื่อง โดยยึดสูตร อดีต (เหตุผล) + ปัจจุบัน (เหตุการณ์) = อนาคต (ผลลัพธ์) จงสรุปย่อเนื้อหาทั้งหมดออกเป็นเรื่องย่อ แล้วค่อยสร้างพื้นฐานของเรื่องทั้งหมดนี้เรียกว่า การวางพล็อตเรื่อง

2.4.4.4 การพัฒนากระดาดจากสคริปต์เป็นการ์ตูน โดยการเติมฉากและบทพูดลงไป ในโครงเรื่องเพื่อให้สคริปต์สมบูรณ์

2.4.4.5 จำนวนหน้าที่เหมาะสม การจะได้จำนวนหน้าที่เหมาะสมจะต้องตัดและทำสคริปต์ให้กระชับ เมื่อใดที่ฉากหนึ่งมีรายละเอียดมากเกินไป หรือยาวมากเกินไป หรือมีบทพูดมากเกินไปเพื่ออธิบายเรื่องที่ไม่น่าสนใจเท่าไรนัก เช่น ถ้าใช้กระดาดเกิน 5 หน้าต่อฉากสำหรับเรื่องสั้นยาว 32 หน้า ก็จะไม่เหลือสำหรับฉากอื่น ๆ

2.4.4.6 กฎของเฟรมขั้นพื้นฐาน จงพิจารณาเรื่องการกระจายของเฟรมโดยใช้องค์ประกอบของกระดาดและยึดตามสคริปต์ การไหลของเฟรมจะง่ายต่อการอ่านคือไหลจากซ้ายไปขวา และจากบนลงล่าง ซึ่งจำนวนเฟรมต่อหน้าควรร้อยระหว่าง 6-7 เฟรมเป็นอย่างมาก

2.5 รูปแบบการสอน PSI (Personalized System of Instruction)

รูปแบบการสอน PSI หรือบางครั้งเรียกว่า เคลเลอร์แพลน (Keller Plan) เป็นรูปแบบการสอนที่นิยมใช้มากในระดับมหาวิทยาลัย ศาสตราจารย์เคลเลอร์และเพื่อนร่วมงานอีก 3 คนได้คิดขึ้น ในขณะที่เคลเลอร์และเชอร์แมน (Sherman) และอาจารย์ที่เป็นชาวบราซิลอีก 2 คน ได้หาวิธีแก้ปัญหการสอนได้คิดรูปแบบการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลและใช้แรงเสริม เพื่อช่วยให้นักศึกษาการเรียนรู้จนมีความรอบรู้ในวิชาที่เรียน หลังจากนั้น เคลเลอร์ (Keller, 1968) ได้นำรูปแบบการสอน PSI มาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2545 : 353-356)

2.5.1 หลักการสร้างรูปแบบการสอน PSI มีหลักการดังต่อไปนี้

2.5.1.1 แบ่งวิชาที่จะสอนออกเป็นหน่วยเรียน ส่วนมากมักจะแบ่งตามจำนวนครั้ง ในการสอนของแต่ละเทอมการศึกษา แต่ละหน่วยการเรียนจะมีคำถามให้นักเรียนตอบหลังจากได้เรียนจบ คำถามสร้างจากวัตถุประสงค์เฉพาะของหน่วยเรียน

2.5.1.2 ใช้ตำรา หนังสืออ่านประกอบ และการทดลองเหมือนกับการสอนโดยวิธีปาฐกถา แต่เป็นหน้าที่ของผู้เรียนที่จะต้องเป็นผู้อ่านทำความเข้าใจด้วยตนเอง ผู้เรียนจัดเวลาที่ใช้ในการศึกษาด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล

2.5.1.3 เมื่อผู้เรียนคิดว่าตนได้เรียนรู้พร้อมที่จะตอบคำถามได้หรือคิดว่าได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของหน่วยเรียนแล้ว ผู้เรียนจะขอรับการทดสอบ ผู้คุมสอบจะตรวจข้อสอบทันที และแจ้งผลสอบให้ผู้เรียนทราบ ถ้าทำได้หมดก็จะได้รับหน่วยเรียนใหม่ไปศึกษา แต่ในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้หมดหรือทำผิดน้อยกว่า 4 ข้อ ผู้คุมสอบจะซักถามให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผล หรือให้เวลาไปอ่านตอนฝึก แล้วกลับมาตอบคำถามใหม่ แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดมากกว่า 4 ข้อ จะต้องศึกษาหน่วยการเรียนนั้นซ้ำ โดยใช้เวลาตามที่ต้องการก่อนจะมาทดสอบใหม่

2.5.1.4 ให้โอกาสผู้เรียนได้เข้าฟังปาฐกถาและดูการแสดงการทดสอบเป็นครั้งคราว โดยกำหนดว่าจะต้องศึกษาจบที่หน่วยเรียน เคลเลอร์ใช้การเข้าฟังปาฐกถาพิเศษเป็นแรงเสริมบวกอย่างหนึ่ง

2.5.1.5 หลังจากหน่วยเรียนทั้งหมดแล้วจะมีการสอบไล่ คำถามต่างๆ ในข้อสอบไล่จะประกอบด้วยคำถามที่นักเรียนเคยทำหลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยเรียน

2.5.2 การใช้รูปแบบ PSI

เคลเลอร์ได้อธิบายการใช้ PSI ในการสอนวิชาจิตวิทยาทั่วไปไว้ในบทความชื่อ Goodbye Teacher! (Keller, 1968) ซึ่งจะขอแนะนำมาเป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้

วิชาจิตวิทยาทั่วไปแบ่งเป็น 30 หน่วยเรียน โดยจัดเวลา 2 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่ละหน่วยเรียนจะมีการบ้านให้อ่าน ซึ่งส่วนมากจากตำราหนังสือจิตวิทยา นอกจากนี้นักศึกษาจะต้องทำการทดลองด้วยการอ่านการบ้านควรจะใช้เวลาตามที่จัดไว้ในตารางสอน ทุกคนมีสิทธิที่จะใช้ห้องเรียนตามชั่วโมงที่จัดไว้ในตารางสอน

ปาฐกถาและการทดลองตัวอย่างจะแสดงเป็นครั้งคราว หลังจากนักศึกษากลุ่มหนึ่ง ได้ผ่านการทดลองของหน่วยเรียนตามที่กำหนดไว้

นักศึกษาที่จบหน่วยเรียนแต่ละหน่วย จะได้รับการทดสอบความรู้ก่อนที่จะได้รับหน่วยเรียนใหม่ นักศึกษาจะต้องตอบคำถามได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถ้าตอบไม่ได้ก็ไม่มีสิทธิ์สอบใหม่ โดยไม่ต้องเกรงว่าจะถูกลดคะแนน เมื่อนักศึกษาได้เรียนรู้ทุกหน่วยเรียนแล้วจะต้องสอบไล่ ซึ่งมีคำถามที่ประกอบด้วยการสาธิต (Demonstration) ตัวอย่าง คะแนนรวมทั้งหมดจะมาจากแหล่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

30% จากคะแนนการสอบไล่

20% จากแบบฝึกหัดการทดลอง (Laboratory Exercise) 10 การทดลอง

50% จากคะแนนสอบย่อยของหน่วยเรียน 30 หน่วยเรียน

(น้ำหนักของคะแนนอาจจะเปลี่ยนแปลงได้แต่ผู้สอน เป็นต้นว่า อาจจะให้น้ำหนักของคะแนนสอบย่อยรวมกับการทดลองรวมกัน 75% และคะแนนสอบไล่เพียง 25%)

ผู้รับผิดชอบในการสอน นอกจากอาจารย์แล้ว ยังมีผู้ช่วย ซึ่งเป็นนิสิตนักศึกษาที่กำลังเรียนปริญญาโท หรือปริญญาเอก ผู้ทำการทดสอบย่อย นิสิตเหล่านี้เป็นนิสิตที่เรียนดี และได้คะแนนดีในวิชาจิตวิทยา อย่างไรก็ตาม อาจารย์เป็นเจ้าของวิชามีความรับผิดชอบดังต่อไปนี้

2.5.2.1 เขียนวัตถุประสงค์จากการวิเคราะห์เนื้อหาของวิชาที่จะสอน และจัดหน่วยเรียน

2.5.2.2 เลือกหนังสือตำราและหนังสืออ่านประกอบ รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์การสอนที่จะใช้

2.5.2.3 เลือกวิธีการที่จะใช้วัสดุอุปกรณ์การสอน รวมทั้งการทดลอง

2.5.2.4 สร้างข้อทดสอบ ทั้งสอบย่อยและสอบไล่

2.5.2.5 แสดงปาฐกถา และแสดงตัวอย่าง หรือเป็นผู้ดำเนินการอภิปราย

2.5.2.6 เป็นผู้ตัดสินในกรณีที่มีผู้คุมสอบและนักศึกษาคถกกันไม่ได้

PSI หรือ “เคลเลอร์แพลน” ได้รับความนิยมสำหรับเป็นวิธีสอนในระดับมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ยังมีผู้นำรูปแบบ PSI ไปดัดแปลงใช้กับคอมพิวเตอร์ จากการวิเคราะห์ผลการวิจัยการสอนวิชาต่างๆ โดยใช้ PSI ได้การวิจัยที่เปรียบเทียบกับการสอนแบบใช้วิธีปรากฏภาพปรากฏผลดังต่อไปนี้ (Kulik, Kulik & Cohen, 1976)

ผู้อ่านที่ต้องการจะเป็นครูสอนให้นักเรียนเรียนรู้จนมีความรอบรู้ทุกคน ก็อาจที่จะพิจารณารูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับวิชาหรือสภาพแวดล้อมของโรงเรียน หรืออาจจะใช้รูปแบบผสมก็ได้ ครูมีบทบาทสำคัญที่จะให้การสอนเป็นรายบุคคลประสบความสำเร็จ ฉะนั้น แม้ว่าการสอนเป็นรายบุคคลจะเพิ่มงานให้ครูมากกว่าการสอนนักเรียนทั้งชั้น แต่ถ้าผลที่ได้ทำให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้ และสอบได้ดี ก็น่าทดลองใช้ ผู้เขียนเองได้มีโอกาสทดลองใช้การสอนเป็น รายบุคคล ในขณะที่ผู้เขียนได้ไปดูการสอนของนิสิตฝึกสอนของคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างปี พ.ศ. 2502 ถึงปี พ.ศ. 2507 ปรากฏผลว่า การสอนเป็นรายบุคคล นอกจากจะช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมชั้นเรียนและระเบียบวินัยของห้องด้วยวิธีการที่ผู้เขียนได้แนะนำให้นิสิตใช้เป็นวิธีการที่ครูทุกคนสามารถจะนำไปปฏิบัติได้ จะขอสรุปขั้นตอนของการสอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์พื้นความรู้ เช่น ความคิดรวบยอดที่สำคัญที่นักเรียนควรจะมีก่อนที่จะเริ่มบทเรียนใหม่ เพื่อนำมาสร้างคำถามในข้อทดสอบพื้นความรู้ของนักเรียน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้
 - กลุ่มที่หนึ่ง ประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นความรู้ที่จำเป็นสำหรับเรียนบทเรียนใหม่ น้อยมากหรือไม่มีเลย
 - กลุ่มที่สอง ประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นความรู้ที่จำเป็นสำหรับเรียนบทเรียนใหม่บ้าง แต่ยังไม่พอ
 - กลุ่มที่สาม ประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ทุกอย่าง
3. อธิบายเหตุผลให้นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทราบว่าวัตถุประสงค์ของการแบ่งกลุ่มก็เพื่อช่วยนักเรียนทุกคนเรียนรู้ และรู้สึกสนุกในการเรียนเพราะทำได้
4. เตรียมวัตถุประสงค์และกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นรายชั่วโมง โดยใช้กระดาษแผ่นใหญ่เขียนวัตถุประสงค์ที่นักเรียนจะต้องเรียนจนเกิดความรอบรู้ และงานที่นักเรียนจะต้องทำ เช่น อ่านหนังสือตำราโดยกำหนดหน้าให้อ่านและทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมอื่นๆ ในกรณีที่ทางโรงเรียนจะสามารถจัดพิมพ์แจกนักเรียนได้ก็จะทำให้สะดวกยิ่งขึ้น
5. ครูแบ่งเวลาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเท่าๆ กัน ตัวอย่างเช่น ถ้าอธิบายงานหรือสอนนักเรียนกลุ่มหนึ่ง นักเรียนอีก 2 กลุ่ม ก็จะมิงานทำอย่างอิสระด้วยตนเอง ต่อจากนั้นครูอาจจะตรวจงานกลุ่มที่ 2 ว่านักเรียนได้ทำงานตามที่ครูคาดหวังหรือไม่ ครูอาจจะสอนกลุ่มที่ 2 หรืออธิบายงานในขณะที่กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 1 ทำงานด้วยตนเอง หลังจากทีครูจบการสอนและตรวจงานกลุ่มที่ 2 ครูทำงานกลับกลุ่มที่ 3 ซึ่งอาจจะเป็นการให้งานต่อ ถ้านักเรียนทำได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ หรือให้

คำอธิบายถ้านักเรียนไม่เข้าใจ การให้เวลากับนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจจะหมุนเวียนลำดับก่อนหลัง เช่น วันแรกอาจจะให้เวลา กลุ่มที่ 1 เป็นอันดับแรก วันที่ 2 อาจจะให้เวลากลุ่มที่ 2 เป็นอันดับแรก และวันที่ 3 อาจจะให้เวลากับกลุ่มที่ 3 เป็นอันดับแรก ทั้งนี้จะต้องดูความเหมาะสมด้วย

6. ขอความร่วมมือจากนักเรียนที่มีความก้าวหน้าในการเรียนมากกว่าผู้อื่นช่วยในการอธิบาย หรือติวให้กับนักเรียนที่เรียนไม่ทัน

7. ทดสอบความรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นครั้งคราว เพื่อให้นักเรียนจะได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง และเป็นแรงเสริมให้นักเรียน

นิสิตฝึกสอนที่ได้ใช้การสอนเป็นรายบุคคล โดยการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามพื้นฐานความรู้ในวิชาที่สอนได้รับผลเป็นที่น่าพอใจ เพราะเป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้เนื้อหาของหลักสูตรที่ครูประจำชั้นกำหนดให้ ส่วนนักเรียนที่เรียนเร็วหรือมีความถนัดมากสามารถเรียนเนื้อหา มากกว่าที่ครูประจำชั้นกำหนดให้ นอกจากนี้การสอนเป็นรายบุคคลเป็นการแก้ปัญหาการปกครองชั้นและระเบียบวินัยในห้องเรียน ผู้อ่านที่จะต้องออกไปฝึกสอนอาจจะนำวิธีการสอนเป็นรายบุคคลดังกล่าวไปใช้โดยดัดแปลงให้เหมาะสมกับวิชาที่สอน ผู้เขียนเชื่อว่าวิธีการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคลจะช่วยให้งานของครูเป็นงานที่น่าสนใจ เพราะครูจะมีโอกาสเป็นพยานความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนทุกคน

2.6 ความพึงพอใจ

2.6.1 ความพึงพอใจหรือความพอใจ

ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Satisfaction” ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้ Good(1973 : 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง คุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

Newcumer (อ้างใน สุวัฒนา ใบเจริญ, 2540 : 27) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจเกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการ

Morse (อ้างใน จิรศักดิ์ ชานาญกัคดี, 2543 : 6) อธิบายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาวะจิตที่ปราศจากความเครียด ทั้งนี้เพราะธรรมชาติของมนุษย์มีความต้องการ ถ้าความต้องการนั้นได้รับการตอบสนองทั้งหมดหรือบางส่วน ความเครียดก็จะน้อยลง ความพึงพอใจก็จะเกิดขึ้น และในทางกลับกัน ถ้าความต้องการนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง ความเครียดและความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

วิลลิสทิส หรยางกูร (2536 : 86) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นการให้ค่าความรู้สึกของคนเราที่สัมพันธ์กับโลกทัศน์ที่เกี่ยวกับความหมายของสภาพแวดล้อม ค่าความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสภาพแวดล้อมจะแตกต่างกัน เช่น ความรู้สึกดี-เลว พอใจ-ไม่พอใจ สนใจ-ไม่สนใจ เป็นต้น

พิน กงพล (2529 : 21) ได้สรุปความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า หมายถึงความรู้สึก รัก ชอบ ยินดี เต็มใจ หรือเจตคติของบุคคล ที่เกิดจากการได้รับการตอบสนองตามความต้องการ ทั้งทางด้านวัตถุ และจิตใจ

จากความหมายความพึงพอใจที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึงการที่บุคคลมีความรู้สึกที่ชอบ ที่ดี ที่ประทับใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับ โดยความพึงพอใจนั้นมีทั้งทางบวกและทางลบ ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้แก่ อายุ เพศ การศึกษา ประสบการณ์ เชื้อชาติ ปัญญา บุคลิกภาพ และทัศนคติ

2.6.2 การวัดความพึงพอใจ

นภการณ์ ทักษิณนิมิต (2542 : 5-6) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจเป็นการประเมินทัศนคติของบุคคล โดยอธิบายว่าทัศนคติ (Attitude) เป็นการประเมินความพึงพอใจและความไม่พอใจของบุคคล ความรู้สึกและแนวโน้มของการปฏิบัติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะที่พอใจหรือไม่พอใจ ทัศนคติประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ส่วนของความรู้สึก (Affective Component) เป็นส่วนของทัศนคติที่สะท้อนถึงความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
2. ส่วนความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นส่วนของทัศนคติซึ่งแสดงถึงการรู้จักและความรู้ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
3. ส่วนของพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นส่วนของทัศนคติที่สะท้อนถึงความตั้งใจในการกระทำ และความคาดหวังของพฤติกรรม ตลอดจนการสะท้อนแนวโน้มของการปฏิบัติ

ปัญหาหนึ่งที่นักวิจัยและนักปฏิบัติต้องเผชิญก็คือความพยายามที่จะวัดทัศนคติ เพราะทัศนคติเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยาก ซึ่งประเด็นต่าง ๆ ที่ยอมรับกันโดยทั่วไปเกี่ยวกับทัศนคติดังนี้

1. ทัศนคติเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
2. ทัศนคติสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลสมัย
3. ทัศนคติเป็นสิ่งที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในบุคคลที่ส่งผลต่อพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นทางกายหรือทางวาจา
4. ทัศนคติดีมีคุณลักษณะในการกำหนดทิศทางของพฤติกรรมบุคคล หรือความรู้สึกต่อวัตถุในลักษณะทางบวก ทางลบ หรือความรู้สึกกลาง ๆ ต่อวัตถุ

2.7 การสร้างแบบทดสอบ

การทดสอบ เป็นวิธีวัดพฤติกรรมที่นิยมใช้กันมากที่สุดในวงการศึกษา หมายถึง กระบวนการอย่างมีระบบในการที่จะได้ทราบระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยกัน เครื่องมือใช้ในการทดสอบ คือ แบบทดสอบ (ดิเรก มณีวรรณ. 2543) การทดสอบเป็นวิธีวัดพฤติกรรมที่นิยมใช้กันมากที่สุดในวงการศึกษา หมายถึง กระบวนการอย่างมีระบบในการที่จะได้ทราบระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยกัน เครื่องมือใช้ในการทดสอบ คือ แบบทดสอบ

แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อความคำถามที่เขียนลงในกระดาษ หรือวัสดุแล้วนำไปเข้าหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมสนอง โดยการเขียนตอบออกมา แบบทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้สอน ทั้งนี้จะต้องคำนึงรูปแบบทดสอบด้วยว่า แบบใดจึงจะเหมาะสม และยังต้องคำนึงคุณภาพแบบทดสอบด้วย

แบบทดสอบ สามารถจำแนกออกเป็นลักษณะต่างดังนี้

2.7.1 จำแนกตามสมรรถภาพที่จะวัด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.7.1.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับมา เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสำเร็จในการวิชาการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้วเป็นส่วนใหญ่ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher made Test) เป็นชุดคำถามที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้ในการวัดผลความงอกงาม ในการเรียนการสอน แบบทดสอบประเภทนี้ ครูผู้สอนสามารถที่จะให้ผู้เรียนสนใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพิเศษ และสามารถจะสร้างปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพตรงตามจุดมุ่งหมาย

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความรู้ เนื้อหาวิชาอย่างกว้าง ๆ สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญการสร้างข้อสอบ มีการปรับปรุงจนกระทั่งได้คุณภาพ

2.7.1.2 แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดแนวโน้มเฉพาะอย่าง โดยพยายามวัดความถนัดของแต่ละบุคคล และทำนายหรือคาดคะเนโอกาสจะสำเร็จผลในการเรียน หรือการปฏิบัติด้านอื่น ในอนาคตแบบทดสอบประเภทนี้ มุ่งวัดสมรรถภาพทางสมองคนว่า แต่ละคนสามารถทำอะไรได้เพียงใด เป็นความพยายามที่จะพยากรณ์อนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อมูลในปัจจุบันเป็นรากฐานในการทำนาย แบบทดสอบความถนัดนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ คือ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) และแบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Specific Aptitude Test)

2.7.1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม (Personal-Social Inventory) เป็นแบบทดสอบประเภทวัดการปรับตัวให้เข้ากับสังคม หรือวัดทางด้านบุคลิกภาพ เช่น วัดความเข้าใจ วัดเจตคติ วัดการปรับตัว เป็นต้น แบบทดสอบบุคคล-สังคมนี้ เป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมซึ่งจะบอกถึงพฤติกรรมในเชิงประมาณ ไม่สามารถตัดสินได้ว่าถูกหรือผิด เป็นแบบทดสอบประเภทวัดการปรับตัวให้เข้ากับสังคม หรือวัดทางด้านบุคลิกภาพ เช่น วัดความเข้าใจ วัดเจตคติ วัดการปรับตัว เป็นต้น แบบทดสอบบุคคล-สังคมนี้ เป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมซึ่งจะบอกถึงพฤติกรรมใน เชิงประมาณ ไม่สามารถตัดสินได้ว่าถูกหรือผิด

2.7.2 จำแนกตามลักษณะการตอบ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.7.2.1 แบบให้ลงมือปฏิบัติ (Performance Test) หมายถึง แบบทดสอบปฏิบัติทั้งหลาย เช่น การทดสอบในวิชาปฏิบัติ โรงงาน

2.7.2.2 แบบให้เขียนตอบ (Writing Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องใช้การเขียนตอบ ซึ่งก็คือ การสอบข้อเขียนนั่นเอง

2.7.2.3 แบบสอบปากเปล่า (Oral Test) หมายถึง การสอบที่ดำเนินไปโดยการถามตอบ โดยใช้คำพูด ซึ่งจะเป็นการสอบทีละคน เหมาะสำหรับคนกลุ่มน้อย หรือในกรณีที่มีเวลาพอ

2.7.3 จำแนกตามรูปแบบคำถามและวิธีการเขียนตอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.7.3.1 ประเภทเขียนตอบ (Supply Type) เป็นแบบทดสอบที่ผู้ตอบจะต้องเขียนข้อความที่เป็นคำตอบลงไปเอง แบบทดสอบประเภทนี้ แบ่งออกเป็น แบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำหรือข้อความ หรือเขียนคำตอบอย่างสั้น ๆ

2.7.3.2 ประเภทเลือกตอบ (Selection Type) เป็นแบบทดสอบที่ผู้ตอบไม่ต้องเขียนข้อความลงไป เพียงแต่ทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับความต้องการของคำถาม หรืออาจจะให้พิจารณาว่าข้อความที่กำหนดมาให้นั้นถูกหรือผิด หรือให้หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อความก็ได้ แบบทดสอบประเภทนี้ได้แก่ ข้อสอบปรนัย แบบหลายตัวเลือก แบบถูก-ผิด และแบบจับคู่ เป็นต้น

2.7.4 จำแนกตามเวลาที่ใช้ในการทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.7.4.1 แบบให้ใช้ความเร็ว (Speed Test) หมายถึง การสอบที่มีข้อทดสอบหลาย ๆ ข้อ แต่ให้เวลาทำข้อสอบน้อย แบบทดสอบประเภทนี้แต่ละข้อมักจะมีความยากง่ายพอ ๆ กัน เช่น การวัดทักษะทางตา ความคล่องในการใช้มือทักษะในการบวก ลบ คูณ หารเลข เป็นต้น

2.7.4.2 แบบระดมพลัง (Power Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการตอบคำถาม การทำงาน โดยกำหนดเวลาให้ทำนาน ๆ หรือจนกว่าจะเสร็จ เช่น วิทยานิพนธ์ และข้อสอบแบบเรียงความ เป็นต้น

2.7.5 จำแนกตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.7.5.1 แบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย (Diagnostic Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งทดสอบเพื่อค้นหาจุดเด่น-ด้อย หรือข้อบกพร่องของผู้เรียนของระบบการสัด การเรียนการสอน ซึ่งจะนำมาใช้เป็นเครื่องช่วยในการแนะแนวหรือ การสอนซ่อมเสริม

2.7.5.2 แบบทดสอบเพื่อการทำนาย (Prognostic Test) เป็นแบบทดสอบเพื่อนำเอาผลการทดสอบไปทำนายหรือพยากรณ์ว่า ผู้เรียนแต่ละคนสามารถที่จะเขียนอะไร ได้สำเร็จเพียง แค่ไหน แบบทดสอบประเภทนี้ต้องอาศัยการวิจัย ค้นคว้ามาช่วยในการทำนาย เช่น แบบทดสอบความถนัด

2.7.6 การสร้างแบบทดสอบ

เพื่อให้การเขียนแบบทดสอบได้ผลดี จึงขอเสนอขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบไว้ 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

2.7.6.1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ เป็นขั้นตอนที่จะสร้างพิจารณา จะวัดผลหรือประเมินอะไร มีจุดมุ่งหมายเพื่ออะไร จะใช้เครื่องมือชนิดใดในการวัดผล จะดำเนินการอย่างไร และจะตีความของผลที่ได้อย่างไร

2.7.6.2 การเตรียมการ (Preparing) ในขั้นตอนนี้มีสิ่งที่จะต้องดำเนินการคือ การจัดเตรียมข้อสอบ การปรับปรุงข้อทดสอบ การคัดเลือกและจัดพิมพ์เป็นข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการสอบ

2.7.6.3 การดำเนินการสอบและการตรวจให้คะแนน (Administating and Scoring) ในขั้นนี้ เป็นขั้นนำข้อสอบที่จัดพิมพ์เสร็จเรียบร้อยแล้วไปทดสอบ มีสิ่งที่ควรพิจารณาคือการจัดห้องสอบ การกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับจำนวนข้อทดสอบ รวมทั้งการกำหนดวิธี การตรวจให้คะแนน

2.7.6.4 การประเมินแบบทดสอบ (Evaluation) ในขั้นนี้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อสอบ รายข้อ การหาค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงของข้อสอบ การวิจารณ์ข้อสอบ

2.7.7 ข้อคำนึงในการใช้แบบทดสอบ

ในการนำแบบทดสอบไปใช้วัดและประเมินผลการเรียนการสอนนั้น มีข้อที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงอยู่ 3 ประการคือ

2.7.7.1 แบบทดสอบเหมาะสำหรับที่จะใช้สำหรับตรวจสอบ ความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้วัดพฤติกรรมทางด้านปฏิบัติ และทางด้านความรู้ทางจิตใจ เพราะจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย เนื่องจากคำตอบที่ได้จากนักเรียน จะเป็นคำตอบที่มีลักษณะเป็น “พฤติกรรมประดิษฐ์” คือ ไม่ตรงกับความเป็นจริงนั่นเอง

2.7.7.2 ข้อคำถามในแบบทดสอบ เป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างของความรู้ ความสามารถของประสบการณ์เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งได้เลือกถามเพียงบางแง่มุมเท่านั้น หากข้อคำถาม

ในแบบสอบที่เลือกมา ไม่เป็นตัวแทนที่แท้จริงแล้ว การแปลผลการทดสอบก็ย่อมจะผิดพลาด ดังนั้นการเลือกข้อคำถามมาในแบบทดสอบ จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ คือควรกระจาย ข้อคำถาม ให้อ่าน และควรมีจำนวนมากข้อเพื่อได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

2.7.7.3 ในการทดสอบนั้นอาจจะมีตัวแปรอื่น ๆ เข้ามาปะปน จะทำให้ผลการวัดคลาดเคลื่อนได้ เช่น นักเรียนอยู่ในสถานที่ไม่พร้อมจะสอบ บรรยากาศในการสอบไม่ดี เกิดการทุจริตหรือเดาคำตอบได้ถูก เป็นต้นดังนั้นจึงต้องระมัดระวังอย่าให้เกิดมีตัวแปรดังกล่าวในการสอบ

2.7.8 คุณลักษณะที่ดีของเครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้

ในการวัดพฤติกรรม จำเป็นต้องเข้าใจถึงคุณลักษณะสมบัติที่ดี ของเครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เลือกเครื่องมืออย่างเหมาะสมและถูกต้องตามลักษณะของพฤติกรรมที่ต้อง การวัดคุณลักษณะสำคัญของเครื่องมือวัดพฤติกรรม

2.7.8.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณลักษณะของเครื่องมือที่สามวัดได้อย่างถูกต้องตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งการพิจารณาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ จะพิจารณาตามคุณลักษณะสำคัญ 2 ประการ คือ

1. ความถูกต้องแบ่งตามพฤติกรรมของเนื้อหาที่จะวัด กล่าวคือ เครื่องมือจะต้องวัดไม่ถูกต้องตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้หลักสูตร และจะต้องพฤติกรรมตามจุด มุ่งหมายที่กำหนดในวิชานั้น ได้อย่างถูกต้อง

2. ความถูกต้องแม่นยำสภาพผู้เรียนจริง กล่าวคือ ผลการทดสอบวัดด้วยเครื่องมือวัดนั้น ต้องสอดคล้องกับสภาพจริง ๆ ของนักเรียน ผู้ที่มีลักษณะสอดคล้องตามจุดมุ่งหมายมากก็จะได้คะแนนมาก และในทางตรงข้าม ผู้ที่มีลักษณะสอดคล้องตามจุดมุ่งหมายนั้นน้อย ก็ควรจะ ได้คะแนนเช่นกัน

2.7.8.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึงความมั่นคงการวัด กล่าวคือ ไม่ว่าจะนำเครื่องมือชนิดนั้นไปวัดกี่ครั้งก็ตาม คะแนนที่ได้จากการวัดไม่เปลี่ยนแปลงไปจากครั้งแรกเลย โดยปกติความเชื่อมั่นของเครื่องมือใด ๆ มักขึ้นอยู่กับ “ความคลาดเคลื่อนในการวัด” ของเครื่องมือ ชนิดนั้น ถ้าเครื่องมือมีความคลาดเคลื่อนในการวัดน้อย ก็จะมีเชื่อมั่นสูง แต่ถ้าความคลาดเคลื่อนในการวัดจะมีความเชื่อมั่นต่ำ

2.7.8.3 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการจำแนกผู้เรียนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ทุกชั้น ทุกระดับได้ครบถ้วน ว่าใครอ่อนกว่านั้น เช่น เด็กเก่งจะทำแบบทดสอบได้ถูกต้องมากกว่าเด็กอ่อนเสมอ โดยปกติเครื่องมือวัดจะมีอำนาจจำแนกสูงกว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนน้อยกว่า

2.7.8.4 ประสิทธิภาพในการใช้ หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการวัด ได้ เที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้มากที่สุด โดยลงทุนในด้านต่าง ๆ น้อย เช่น ใช้เวลาน้อย ใช้เวลาใน

การวัดน้อย เป็นต้น หรืออาจกล่าวได้ว่า ประสิทธิภาพในการใช้นี้ หมายถึงคุณสมบัติที่แสดงถึงความประหยัดทางเศรษฐกิจนั่นเอง

2.7.8.5 ความยุติธรรม (Fairness) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือวัดที่จะไม่ก่อให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบในหมู่ผู้เข้าทำการสอบด้วยกัน แต่จะต้องกระจายความยุติธรรมให้เกิดแก่ผู้ตอบทุกคนอย่างเสมอหน้ากันหมด

2.7.8.6 มีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการคือ

1. มีความชัดเจนในคำถาม
2. มีความชัดเจนในการตรวจคะแนน
3. มีความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน

2.7.8.7 มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึง แบบทดสอบแต่ละข้อควรมีคนตอบถูกผิดอย่างละครึ่งของจำนวนผู้เข้าสอบ ข้อสอบที่ง่าย คือ มีจำนวนคนตอบถูกต้องมาก และข้อสอบที่ยากเกินไป คือ มีจำนวนคนตอบถูกมานั้น จัดได้ว่าเป็นข้อสอบที่ไม่มีประโยชน์อะไร เพราะไม่สามารถผู้เรียนได้ว่า ใครเก่ง-อ่อน กว่าใคร

2.7.8.8 ความลึกซึ้ง (Searching) หมายถึง แบบทดสอบที่ถามอย่างลึกซึ้งตามหลักวิทยาการมากกว่าที่จะวัดตามแนวกว้างกว่า เด็กรู้มากหรือน้อยเพียงไร

2.7.8.9 ต้องชั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องมีลักษณะท้าทายชวนให้เกิดหาคำตอบ เมื่อสอบเสร็จแล้ว เด็กเกิดความรู้สึก ยากสอบอีก เพื่อนำข้อสอบให้ได้ทั้งหมด

2.7.8.10 จำเพาะเจาะจง (Specification) หมายถึง มีความชัดเจนในคำถาม คือ ทุกคนอ่านแล้วต้องเข้าใจตรงกัน

2.7.9 แบบทดสอบชนิดปรนัย (Objective Test)

แบบทดสอบปรนัย เป็นการทดสอบผู้ที่ตอบเขียนข้อความสั้น ๆ หรือทำเครื่องหมายลงไปในกระดาษคำตอบ อาจเป็นการพิจารณาข้อความที่ให้มาว่าถูกต้อง หรือสัมพันธ์กับข้อความใด แบบทดสอบปรนัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ชนิด แต่ละชนิดจะขอแยกกล่าวถึงรายละเอียดในเรื่องของลักษณะแบบทดสอบ ตัวอย่างแบบทดสอบ การใช้แบบทดสอบ

2.7.9.1 แบบทดสอบชนิดเติมหรือข้อความให้สมบูรณ์ (The Completion Test)

2.7.9.2 แบบทดสอบชนิดคำตอบสั้น (The Short Answer Test)

2.7.9.3 แบบทดสอบชนิดถูก – ผิด (The True-False Test)

2.7.9.4 แบบทดสอบสองชนิดจับคู่ (The Matching Test)

2.7.9.5 แบบทดสอบชนิดหลายตัวเลือก (The Multiple-Choice Test)

1. ลักษณะของแบบทดสอบชนิดหลายตัวเลือก และตัวอย่าง

แบบทดสอบที่แต่ละข้อประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นคำถามหรือตอนนำ ส่วนที่สองเป็นคำตอบให้เลือกตั้งแต่ 3 คำตอบขึ้นไป โดยมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1 คำตอบ นอกนั้นเป็นคำตอบผิด ซึ่งเรียกว่า ตัวลวง ดังตัวอย่าง

ข้อสอบแต่ละข้อมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ คือ ก ข ค และ ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อเลือกได้คำตอบใด ให้เขียนวงกลมล้อมตัวอักษรหน้าข้อนั้น

1. ดวงอาทิตย์และดวงดาว ให้ประโยชน์เหมือนกันมากที่สุดข้อใด

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ก. การหาทิศ | ข. การบอกเวลา |
| ค. การให้ความร้อน | ง. การให้แสงสว่าง |

2. การใช้แบบทดสอบ

แบบทดสอบชนิดนี้ ใช้วัดความสามารถทางความรู้ ความคิด ให้หลายระดับคือ นอกจากวัดความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเหตุการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ แล้วยังวัดความสามารถในการจำแนก รายละเอียดได้ดี เช่น ให้เลือกเหตุผลสำคัญ เลือกคำอธิบายที่ดีที่สุด เลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถออกให้วัดพฤติกรรมในระดับอื่น ๆ ได้อีกด้วย แบบทดสอบชนิดนี้ ผู้ตอบจะได้ยากกว่าชนิดถูก – ผิด ยังมีตัวเลือกให้มากก็ยังเดาถูกยากขึ้น จึงสามารถใช้แบบทดสอบชนิดนี้ ตัดสินผลการเรียนของนักเรียนได้ดี เพราะผลการตอบแต่ละข้อ เชื่อถือได้ มากกว่าแบบถูกผิด

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาตรี ลามะไห (2540) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกฎแห่งกรรมและพุทธศาสนสุภาษิต วิชาพระพุทธศาสนา ระหว่างการสอนด้วยนิทานประกอบการ์ตูนและการสอนปกติ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านกุตรัง กลุ่มโรงเรียนนาเชือก อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน รวม 50 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และใช้วิธีการจับฉลาก (Random Assignment) จัดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกฎแห่งกรรมและพุทธศาสนสุภาษิต วิชาพระพุทธศาสนา หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยนิทานประกอบการ์ตูน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีระวุฒิ สุวรรณกฎ (2541) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งเสพติด โดยการสอนด้วยหนังสือการ์ตูนกับการสอนแบบปกติ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มโรงเรียนกุศลเสลา สำนักงานการประถมศึกษา

อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ ปีการศึกษา 2541 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 7 โรงเรียน นักเรียนจำนวน 154 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนารังกา สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ ปีการศึกษา 2541 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 22 คน รวม 44 คน ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งเสพติด ที่เรียนโดยการสอนด้วยหนังสือการ์ตูนสูงกว่าที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จกกุล กานเปรม (2529) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สไลด์การ์ตูนประกอบเสียงบรรยายประเภทต่าง ๆ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ภาพการ์ตูนเป็นสื่อสไลด์โดยมีเสียงบรรยายเรียงแบบต่าง ๆ ดังนี้ เสียงเด็ก เสียงผู้ใหญ่ผู้ชาย และเสียงผู้ใหญ่ผู้ชายสลับกับผู้หญิง โดยมีกลุ่มตัวอย่าง โดยสุ่มตัวอย่างเด็กนักเรียน 84 คน จากนักเรียนในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แบ่งเป็นเด็กผู้ชายเป็น 42 คน และผู้หญิงเป็น 42 คน ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สไลด์การ์ตูนประกอบเสียงบรรยายประเภทต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีความหมายที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นเพศของผู้เรียน และเสียงประกอบการบรรยายไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดความแตกต่างกัน

นิตยา เวียสุวรรณ (2538) การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียน สไลด์เทป ประกอบเสียงภาพการ์ตูนผสมภาพถ่าย และสไลด์เทปประกอบเสียง ภาพถ่ายวิชา ความปลอดภัยเรื่อง ความปลอดภัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนทวิธาภิเศก สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2538 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 60 คน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่ง กลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่บทเรียนสไลด์เทป ประกอบเสียงภาพการ์ตูน ผสมภาพถ่าย และสไลด์เทปประกอบ เสียงภาพถ่าย และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยบทเรียน สไลด์เทป ประกอบเสียง ภาพการ์ตูนผสมภาพถ่าย แล้วทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยบทเรียน สไลด์เทปประกอบเสียง ภาพถ่าย แล้วทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของคะแนนด้วยค่าที (t-test)

ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียน สไลด์เทปประกอบเสียง ภาพการ์ตูนผสมภาพถ่าย และกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียนสไลด์ เทปประกอบเสียง ภาพถ่าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.01

ศิริพร จันทน์าวงศ์ (2542) ได้ทำการศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ภาษาไทยในการ์ตูนเพื่อพัฒนาแบบฝึกหัดเสริมทักษะในการเรียนภาษาไทย ระดับประถมศึกษา โดยนำหนังสือการ์ตูนที่มีอยู่ในท้องตลาดประกอบด้วย หนังสือการ์ตูนมหาสนุก ขว่นหัวเราะ สบายหัวเราะ

และตลาดตก วิจัย 1) วิเคราะห์คำศัพท์และสำนวน 2) พัฒนาแบบฝึกหัดเสริมทักษะภาษาไทย ซึ่งปรากฏว่าผลที่ได้ทำให้นักเรียนเข้าใจคำศัพท์ สำนวน และคำแสดง และนักเรียนได้รู้คำศัพท์ สำนวน และคำแสดงใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้น เพราะในการ์ตูนจะมีคำใหม่ที่ได้มาจากหนังและภาพยนตร์ การต่อสู้แบบจีน ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น