สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงการออกแบบชุดการเรียน

เรื่อง

หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

Project Learning Package Design of Design Principle of Exhibition Lighting

สยาม เกตุสุวรรณ์

รหัส 44035115

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....58731

วัน,เดือน,ปี.....1 ก.พ. 2549

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาสถาปัตยกรรมภายใน ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

b.....

i.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โครงการออกแบบชุดการเรียน เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ
นักศึกษา	นายสยาม เกตุสุวรรณ์
รหัสประจำตัว	44035115
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมภายใน
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ว่าที่ร้อยโท พิชัย สดภิบาล
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ อรุณ ศรีจันทร์ อาจารย์ ชำนาญ ห่อเกียรติ.

.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาเห็นชอบแล้วอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตประจำปีการศึกษา 2546

(รศ.ดร. ระวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณะบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โครงการออกแบบชุดการเรียน เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ
นักศึกษา	นายสยาม เกตุสุวรรณ์
รหัสประจำตัว	44035115
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมภายใน
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ว่าที่ร้อยโท พิชัย สดภิบาล
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ อรุณ ศรีจันทร์
	อาจารย์ ชำนาญ ห่อเกียรติ.

บทคัดย่อ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการเรียน เรื่อง หลักการออกแบบแสงส่างในการจัดนิทรรศการ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง และเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียน โดยการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 สาขา สถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวิธีการเลือกจำเพาะเจาะจง เพื่อประเมินความพึงพอใจในการเรียนสถานที่ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง รวมทั้งหมด 9 คน ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมามีจำนวนทั้งสิ้น...313...กรอบ บทเรียนเป็นแบบการสอนแบบเนื้อหา (Tutorial) ที่มีลักษณะเป็นโปรแกรมแบบสาขา (branching programs)

จากผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และผลการประเมินประสิทธิ์ภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.14 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้อง หรือ ค่อนข้างเหมือนกัน ผลการประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.70 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน หรือค่อนข้างเหมือนกัน

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้จัดเป็นสิ่งใหม่ในการทำปริญญานิพนธ์ ของสาขาสถาปัตยกรรมภายใน ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื่องจากเป็นการทำสื่อการเรียนการสอน ซึ่งโดยปกติแล้วจะเป็นการทำโครงการออกแบบตกแต่งภายในอาคารต่างๆ ดังนั้นในการจัดทำครั้งนี้จึงมีความยากลำบากมากพอสมควร เนื่องจากยังขาดตัวอย่าง และแนวทางในการทำงานวิจัย รวมถึงเวลาที่จำกัดในการจัดทำปริญญานิพนธ์ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์สนับสนุนช่วยเหลือ และให้คำแนะนำ จากอาจารย์ พิชัย สดภิบาล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์ อรุณ ศรีจันทร์ และอาจารย์ ชำนาญ ห่อเกียรติ. ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ร่วม ซึ่งผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ฉัตรภิรมย์ สุรเชษฐ อาจารย์ ปิยะ ตันศิริ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาในด้านการทำงานวิจัยจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณตา คุณแม่ ที่กรุณาให้การสนับสนุนในการเรียน ให้กำลังใจ รวมทั้งสนับสนุนในด้านค่าใช้จ่ายทุกอย่างตลอดมา

ขอขอบคุณ นวพร แววทองคำ ที่เป็นเรขาส่วนตัวที่คอยดูแลงานทุกอย่าง และเพื่อนๆ ที่ที่ช่วยในยามที่เดือดร้อน พี่มาดที่สละเวลาให้คำปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ และที่ขาดไปไม่ได้คือกล้องคู่ใจที่ช่วยส่งเรียนจนมาถึงวันนี้

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจต่อไปไม่มากก็น้อย

นายสยาม เกตุสุวรรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	5
1.4 กรอบการเรียนรู้ในการวิจัย	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น	7
1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7
1.8 ประโยชน์ของการวิจัย	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักสูตรวิชาการจัดนิทรรศการ รหัสวิชา 07-331-105	9
2.2 ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ	12
2.3 ความรู้เกี่ยวกับชุดการเรียน	13
2.4 ความรู้เกี่ยวกับนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน	34
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	56
3.2 เครื่องมือที่ใช้วิจัย	57
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	64
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการสร้างชุดการเรียน 67

4.2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 70

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 74

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 79

5.3 ข้อเสนอแนะ 80

บรรณานุกรม 81

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 84

ภาคผนวก ข แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน 86

ภาคผนวก ค เนื้อหาชุดการเรียน เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ 86

ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน, หลังเรียนและแบบทดสอบประจำหน่วย 162

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้ชุดการเรียน 187

ประวัติผู้เขียน 195

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความแตกต่างของบทเรียนโมดูลกับการสอนทั่วไป	20
2.2	แสดงการออกแบบชุดการเรียน ตามแนวคิดของการ์เย่	35
3.1	แสดงการแปรผลระดับค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น	63
4.1	แสดงจำนวนกรอบการเรียนทั้งหมดภายในชุดการเรียน	68
4.2	แสดงจำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยชุดการเรียน	69
4.3	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ	71
4.4	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ	72

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบฝึกและปฏิบัติ	26
2.2	แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบใช้สอนเนื้อหา	27
2.3	แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบการสร้างสถานการณ์จำลอง	28
2.4	แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอน	29
2.5	แสดงการวิเคราะห์งาน (Job Analysis)	38
3.1	แสดงลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัด	58
3.2	แสดงขั้นตอนการสร้างชุดการเรียน	61

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

การศึกษาถือเป็นเครื่องบ่งบอกถึงความเจริญของแต่ละประเทศอย่างหนึ่ง เพราะถ้าหากว่าอัตราประชากรในประเทศได้รับการศึกษาที่ดีแล้วก็ย่อมจะหมายถึงการมีทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้ความสามารถพร้อมที่จะเป็นกำลังที่จะช่วยกันพัฒนาประเทศให้มีความเจริญรุ่งเรืองได้ ดังนั้นการศึกษาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกที่จะนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของบุคคลากรที่มีคุณภาพออกสู่สังคมปัจจุบันการศึกษาของไทยได้มีความพยายามเป็นอย่างมากที่จะพัฒนาคุณภาพทางด้านการศึกษาให้สามารถทัดเทียมกับนานาประเทศดังนั้นการนำนวัตกรรมทางการศึกษาจึงเริ่มมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการศึกษาของไทย

เมื่อกล่าวถึงระบบการศึกษา คนส่วนใหญ่มักนึกถึงเพียงแค่ระบบโรงเรียนเท่านั้น เพราะการศึกษาที่ได้ถูกจัดไว้อย่างเป็นระบบที่มากที่สุด คือ การศึกษาตามระบบโรงเรียน ตั้งแต่ระดับอนุบาลไปถึงระบบปริญญา รัฐบาลไทยในทุกยุคทุกสมัยได้ทุ่มเทงบประมาณ เพื่อการศึกษาในระบบดังกล่าวเป็นจำนวนมากจนอาจกล่าวได้ว่า เกือบจะเป็นอันดับหนึ่งของงบประมาณแผ่นดินที่จัดสรรให้กับกิจการของรัฐด้านต่างๆ แม้กระนั้นก็ตามเสียงสะท้อนว่าปัญหาการศึกษาแห่งชาติกำลังเข้าสู่วิกฤติกลับดังขึ้นเรื่อยๆ อาทิเด็กที่จบชั้นประถมศึกษา ไม่สามารถอ่านเขียนได้คล่อง เด็กที่จบมัธยมศึกษา กลายเป็นคนที่ทำอะไรไม่เป็น และกลับดูถูกงานพ่อแม่ตัวเอง คนที่เรียนจบมหาวิทยาลัยไม่มีคุณภาพสถาบันอุดมศึกษาไม่ได้ผลิตนักคิดให้กับสังคม มากเท่าที่ต้องการ

การจัดการศึกษามี 3 รูปแบบ คือ การจัดการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย

(1) การจัดการศึกษาในระบบ เป็นการศึกษาที่กำหนดจุดมุ่งหมาย วิธีการศึกษา หลักสูตร ระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการสำเร็จการศึกษาที่แน่นอน

(2) การศึกษานอกระบบเป็นการศึกษาที่มีความยืดหยุ่นในการกำหนดจุดมุ่งหมายรูปแบบ

วิธีการจัดการศึกษา ระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญของการสำเร็จการศึกษา โดยเนื้อหาและหลักสูตรจะต้องมีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของบุคคลแต่ละกลุ่ม

(3) การศึกษาตามอัธยาศัย เป็นการศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความสนใจศักยภาพ ความพร้อมและโอกาส โดยศึกษาจากบุคคล ประสบการณ์ สังคม สภาพแวดล้อม สื่อหรือแหล่งความรู้อื่นๆ

" การศึกษาด้วยตนเอง " ตรงกับภาษาอังกฤษว่า " Independent study" มีคำภาษาอังกฤษอื่นๆที่มีความหมายเหมือนกันอีกได้แก่ " Homework" " Study Hall " " Contracts " " Learning Modules "และ" Unsupervised Study " นอกจากนี้ยังมีคำภาษาอังกฤษอื่นๆที่สัมพันธ์อีก ดังนั้น " การศึกษาด้วยตนเอง " จึงหมายถึง วิธีสำหรับการเรียนเนื้อหารายวิชา (a body of content) ครูจะเป็นผู้พัฒนาและจัดโครงสร้างของวิธีการ (methodology) และเนื้อหา (content)

การศึกษาในแบบที่เน้นตัวผู้สอนเป็นจุดศูนย์กลางของการเรียน (Teacher center) ซึ่งถ้าหากครูผู้สอนนั้นด้อยคุณภาพแล้วการเรียนการสอนก็จะยิ่งบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้ยาก เนื่องจะการสอนส่วนใหญ่จะเน้นการบรรยายหน้าชั้นเรียนซึ่งครูผู้สอนแต่ละท่านก็จะมีกรรมวิธีการสอนที่แตกต่างกันไปจึงทำให้มาตรฐานของวิธีการสอนที่ได้แบบนี้ไม่เท่ากัน ด้วยสาเหตุนี้เองนักการศึกษาจึงมีความพยายามค้นคว้าเพื่อหาวิธีการสอนแบบใหม่ที่จะให้ตัวผู้เรียนบรรลุถึงเป้าหมายได้โดยลุล่วงโดยมีการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาต่างๆเข้ามาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน

ชุดการเรียนเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านการศึกษาในปัจจุบันได้ ซึ่งชุดการเรียนเป็นชุดที่ทำสำเร็จในตัวเองตัวผู้เรียนหรือนักเรียนสามารถทำการศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตัวเอง โดยมีวัตถุประสงค์ของการเรียนที่มีความแน่นอนมีคำบรรยายประกอบ คำแนะนำต่างๆและโดยเฉพาะอุปกรณ์ประกอบการเรียนรวมอยู่ด้วยอย่างสมบรูณ์

การออกแบบชุดการเรียนในปัจจุบันนั้นได้ใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการเรียนและเป็นแนวทางใหม่ซึ่งจะทำให้เกิดการโต้ตอบกันได้ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนระหว่างครูกับนักเรียนภายในชั้นเรียนปกติ และนอกจากนั้นแล้วคอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถตอบสนองกับตัวผู้เรียนตามข้อมูลที่ผู้เรียนเขียนให้ทันทีเป็นการเสริมแรงแก่ผู้เรียนด้วย และทั้งในแต่ละบทเรียนสามารถแทรกตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบคำบรรยายในลักษณะสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกกับการเรียนรู้ได้โดยไม่รู้สึกเบื่อหน่าย เพราะการสร้างโปรแกรมบทเรียนการสอนใช้คอมพิวเตอร์นั้น "ได้อาศัยแนวทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองโดยการออกแบบจะเริ่มให้สิ่งเร้าแก่

ผู้เรียนประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อเป็นแรงเสริม และสุดท้ายให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าในลำดับขั้นต่อไป"

(รศ. ดร. กิดานันท์ มลิทอง : เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม) อย่างที่กล่าวกันว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปรียบเสมือนคุณครูผู้ไม้รู้จักเหน็ดเหนื่อย อุปกรณ์การสอนที่เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรม สามารถเข้าใจได้ง่าย รวดเร็ว และสร้างเสริมบรรยายกาศในการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

สิ่งต่างๆ ดังกล่าวนี้ เมื่อนำมาใช้กระบวนการการศึกษาหรือการเรียนการสอนโดยเชื่อว่าจะช่วยให้การรับประสบการณ์การศึกษาดียิ่งขึ้นได้ เป็นที่รู้จักหรือเราเรียกกันว่า "อุปกรณ์การสอน" บ้าง ซึ่งในสมัยใหม่เรียกว่า"สื่อการสอน" หรือ"สื่อโสตทัศน"เมื่อความคิดทางสื่อโสตทัศนศึกษาเป็นที่ยอมรับกัน เราจึงเรียกอุปกรณ์หรือสื่อเหล่านี้ว่า"โสตทัศนวัสดุและอุปกรณ์"

การที่โสตทัศนศึกษาเข้ามามีบทบาทในการให้การศึกษาเพราะเชื่อว่าคนเราเรียนรู้จากการสัมผัสสิ่งเร้าเพื่อการเรียน ถ้าสิ่งเหล่านั้นเป็นรูปธรรม เป็นของจริง หรือคล้ายจริงมากเท่าใด การเรียนรู้ก็จะมีความถูกต้องลึกซึ้ง และมีความหมายมากกว่าสิ่งเร้าที่เป็นนามธรรม หรือค่อนข้างเป็นนามธรรม

นอกจากนั้นการวิจัยยังพบว่าประสบการณ์ที่คนเราแต่ละคนมีอยู่ร้อยละ 83 เกิดจากตาหรือการดู ร้อยละ 11 เกิดจากหูหรือการฟัง รวนกันระหว่างการดูและการฟังนั้นมีปริมาณร้อยละ 94 ซึ่งนับว่าเป็นที่มาของประสบการณ์ส่วนใหญ่ของคนเรา อย่างไรก็ตามโสตทัศนศึกษามิได้จำกัดการเรียนรู้แค่การฟังและการดูเท่านั้น แต่รวมถึงการสัมผัสทุกๆด้าน เพราะทุกส่วนของบุคคลย่อมมีบทบาทในการเรียนรู้ทั้งสิ้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2518 : 5) ได้กล่าวว่า ชุดการสอน หรือชุดการเรียน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาหรือประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมามาช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ฉะนั้นชุดการเรียนจึงถือว่าเป็นนวัตกรรมในการสื่อแบบประสม Car W.H. Eriksson (1970: 11) กล่าวว่า สื่อการสอนแบบประสมนั้นคือ วิธีการอาศัยหลักการนำสื่อการสอนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้า หรือดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และเพื่อป้องกันการเข้าใจความหมายผิดๆ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523 : 188-189) ได้กล่าวว่าสื่อการสอนแบบประสมอาจให้ประโยชน์ทางการเรียนการสอนดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความต้องการจากแหล่งความรู้หลายๆแหล่ง
2. ช่วยในการประหยัดเวลา ไม่จำเป็นต้องเรียนในสิ่งที่รู้แล้ว
3. ช่วยลดจำนวนนักเรียนสอบตก เพราะว่า ทั้งนักเรียนเก่งหรืออ่อนต่างก็เรียนเสร็จแม้ว่าจะใช้เวลาที่ต่างกัน

นอกจากนี้ยังเปิดกว้างให้ผู้ที่สนใจในงานออกแบบตกแต่งการจัดนิทรรศการได้ทำการศึกษาด้วยตนเองโดยที่ไม่ต้องเข้าเรียนในสถาบันการศึกษาซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้เรียนที่สนใจนอกเหนือจากนักศึกษาเอง

สื่อตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้สึก ทักษะ และเจตคติให้ผู้เรียน หรือทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ตลอดจนวิธีการที่แปลกใหม่มาเป็นชุดการเรียน ในปัจจุบันได้นำเอาความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ประกอบการเรียนการสอนกันอย่างกว้างขวาง เนื่องมาจากความสามารถในการสอนของครูผู้สอนนั้นบางครั้งยังไม่มีมาตรฐานที่สามารถวัดได้ว่าดีหรือไม่ ดังนั้นการถ่ายทอดความรู้ การฝึกฝนรวมทั้งการอบรมต่างๆที่เป็นการสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางด้านวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้ต่างจึงอาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆในการเรียน การสอนได้

ข้อดีของการออกแบบชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์

1. คอมพิวเตอร์จะเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นับเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่ มีความน่าสนใจ เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองมากที่สุด
2. การใช้สี ภาพลายเส้น ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวภายใน เสียงดนตรีประกอบจะเพิ่มความเหมือนจริงและสิ่งเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียน
3. ลักษณะการเรียนที่เป็นส่วนตัว ทำให้ผู้เรียนเป็นอิสระจากภาวะทางอารมณ์ของผู้สอน เพราะชุดการเรียนทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา
4. ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถบันทึกคะแนนและโต้ตอบกับผู้เรียนได้โดยตรงและมีความถูกต้องครบถ้วนทำให้ช่วยปรับระบบการเรียนการสอนให้ได้มาตรฐานเดียวกัน
5. สำหรับปัญหาในเรื่องบุคลิกภาพของครูผู้สอนบางท่านที่อาจพูดไม่ค่อยเก่ง อาจเลือกใช้ชุดการเรียนมาช่วยถ่ายทอดเนื้อหาแทนได้
6. เสริมสร้างและยังเป็นการเตรียมความพร้อมรวมถึงความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการเรียนผลิตเป็นหมวดหมู่สามารถเลือกหยิบไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะในกรณีที่ผู้สอนไม่มีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

จากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นผู้วิจัยใคร่มีความสนใจในการออกแบบชุดการเรียนเนื้อหารายวิชาการจัดนิทรรศการโดยชุดการเรียนใช้สื่อทางคอมพิวเตอร์โปรแกรม Author ware , verion 6.0 มาใช้ โดยนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนต้องให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านต่างๆทั้งทางภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติซึ่งการเรียนการสอนแบบเดิมมีปัญหาคือไม่สามารถสร้างความเข้าใจและการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และในปัจจุบันยังไม่มีชุดการเรียน , สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นจึงเกิดการออกแบบชุดการเรียน เรื่อง"หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ "ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)ชั้นปีที่1 ภาคเรียนที่ 2ในวิชาการจัดนิทรรศการ โดยใช้สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ออกมาในลักษณะที่มีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่ดี อีกทั้งเป็นการยกระดับการศึกษาของประเทศไทยให้เจริญก้าวหน้านับเป็นประโยชน์ต่อวงการการศึกษาของไทยได้อย่างแพร่หลาย ทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีความสนใจในด้านการออกแบบตกแต่งสามารถที่จะศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตัวเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สร้างชุดการเรียนรายวิชา การจัดนิทรรศการ (07-302-105) เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ"ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545

1.2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดการเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดการเรียนที่สร้างใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินผล

1.4 กรอบการเรียนรู้ในการวิจัย

ชุดการเรียนนี้ได้นำกรอบของการวิจัยของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยโท พิชัย สดภิบาลมาใช้ในการสร้างชุดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

หลักการออกแบบระบบการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่ง(E-learning Instructional Systems Design)

ขั้นตอนที่ 1 คุณสมบัติของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์หลักสูตร/วิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับชั้น

ขั้นตอนที่ 3 เขียนข้อกำหนดการวัด

ขั้นตอนที่ 4 เขียนข้อกำหนดการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 5 นำรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 6 จัดทำแม่แบบเอกสารการนำเสนอหน้าจอ

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ขั้นตอนที่ 8 ออกแบบ สร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญในสาขาเข้ามามีส่วนร่วม

ขั้นตอนที่10 เตรียมเขียนร่างรายละเอียดการนำเสนอ e-learning

ขั้นตอนที่11 ผลิตร่างมาตรฐานของชุดการเรียน

ขั้นตอนที่12 ควบคุมคุณภาพของผลผลิต

ขั้นตอนที่13 เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เข้าเรียน

ขั้นตอนที่14 สร้างต้นฉบับสุดท้ายของการเรียน

ขั้นตอนที่15 บำรุงรักษาชุดการเรียนให้ทันสมัย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.5.1 ชุดการเรียนพัฒนาขึ้นตามหลักสูตร ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 ในรายวิชาการจัดนิทรรศการ (07-302-105) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ "

1.5.2 เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างชุดการเรียนมีดังนี้

1.5.2.1. ความหมายและความสำคัญของกระแสไฟฟ้าและแสงสว่าง

1.5.2.2. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

1.5.2.3. หลักการออกแบบระบบแสงสว่าง

1.4.2.4. หลักการออกแบบระบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

1.4.2.5. กรณีศึกษาเปรียบเทียบ

1.5.3 โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้พัฒนาชุดการเรียน ใช้สื่อทางคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Authorware version 6.0, Flash version 5.0, 3D studio max, Quick Time player, Photo shop version 7.0 ซึ่งคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1.5.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.4.1 ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง จำนวน 35 คน

1.5.4.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง จำนวน 9 คน

1.6ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มทดลองได้มีความรู้เดิมในการเรียนวิชา การจัดนิทรรศการ (07-302-105) การจัดนิทรรศการและได้มีการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้นมาก่อนที่จะมีการเรียนในชุดการเรียน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียน ชุดการเรียนเรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ "

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 ชุดการเรียน หมายถึง ระบบการผลิต และการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหา หรือ ประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.7.2 ผู้เรียน หมายถึง นักเรียนสาขาวิชาการจัดนิทรรศการ (07-302-105) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1. ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่างที่ลงทะเบียนวิชา การจัดนิทรรศการ (07-302-105) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2545 แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมดซึ่งสื่อสารการฝึกนั้นๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างละเอียดรอบคอบก่อนการนำไปใช้

1.7.3 แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียนและประเมินความรู้หลังจากการเรียนด้วย ชุดการเรียนแบบสื่อประสมเรื่อง เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ "

1.7.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง บทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นระบบการเรียนแบบ CBST (**คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**)ซึ่งในแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะ และความสามารถย่อยๆ ซึ่งผู้เข้ารับการเรียนแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติและมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับระบบการเรียนแบบปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้โดยสะท้อนผลจากคะแนนได้รับและแบบทดสอบความรู้ต่างๆในหัวข้อเรื่อง เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ "

1.7.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา หมายถึง ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชุดการเรียนสำเร็จรูปแบบโปรแกรมนำเสนอ เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ"ซึ่งสามารถวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา การจัดนิทรรศการ (07-302-105) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ รวมถึงการนำไปใช้

1.7.6 วิชา การจัดนิทรรศการ (07-302-105) หมายถึง รายวิชาที่เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาเป็นวิชาที่เปิดสอนให้แก่ นักศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545

1.8 ประโยชน์ของการวิจัย

1.8.1 เพื่อให้ได้ชุดการเรียนเรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ"

1.8.2 เพื่อช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนวิชา **ออกแบบตกแต่ง** 2ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.8.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ CBST แก่นักศึกษาที่มีความสนใจ

1.8.4 เพื่อได้ทราบถึงรายละเอียด การสร้างชุดการเรียนเรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ"

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับทฤษฎีต่างๆ และทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษาอยู่เพื่อที่จะได้นำแนวทางที่ได้ไปทำการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งจะมีเนื้อหาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ"ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง ซึ่งต้องทำการศึกษาในส่วนที่สำคัญต่างๆดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรวิชาการจัดนิทรรศการ

2.2 เนื้อหาเกี่ยวกับ"หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ"

2.3 ความรู้เกี่ยวกับชุดการเรียน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1หลักสูตรวิชาการจัดนิทรรศการ รหัสวิชา 07-302-105

หลักสูตรวิชา การจัดนิทรรศการ รหัสวิชา 07-302-105 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับหลักและวิธีการจัดนิทรรศการ ขั้นตอนและ วิธีการดำเนินการจัดวางผังบริเวณ รวมถึงระบบแสง เสียง ในการจัดนิทรรศการ ตลอดจนออกแบบป้าย สัญลักษณ์ โลโก้ สื่อสาธารณะ และสิ่งพิมพ์ วิธีการติดตั้ง การประชาสัมพันธ์ รวมทั้งการติดตามผลในการจัดนิทรรศการ ทั้งนิทรรศการถาวร และนิทรรศการแบบชั่วคราว

2.1.2 จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. เข้าใจหลักและวิธีการจัดนิทรรศการ
2. มีความรู้ความเข้าใจประเภทของนิทรรศการ และกลุ่มผู้ชม
3. เข้าใจการจัดวางผัง การออกแบบผังบริเวณเนื้อที่รวมถึงระบบแสง เสียง สำหรับนิทรรศการ
4. เข้าใจการออกแบบป้าย สัญลักษณ์ โลโก้ สื่อสิ่งพิมพ์และสื่อสาธารณะ วิธีการติดตั้ง การประชาสัมพันธ์ รวมทั้งการติดตามผล
5. เห็นความสำคัญของการออกแบบจัดนิทรรศการและการจัดแสดงผลงาน

2.1.3. **เนื้อหารายวิชา**

2.1.3.1 ความหมายและหลักการออกแบบการจัดนิทรรศการ

2.1.3.2 ประเภทของนิทรรศการและองค์ประกอบของการจัดแสดงนิทรรศการ

2.1.3.3 ครุภัณฑ์และขนาดสัดส่วน

2.1.3.4 รูปแบบการจัดส่วนนิทรรศการ

2.1.3.5 เทคโนโลยีการจัดแสดงนิทรรศการ

2.1.3.5 สีที่ใช้ในการจัดแสดงนิทรรศการ

2.1.3.6 วัสดุที่ใช้ในการจัดแสดงนิทรรศการ

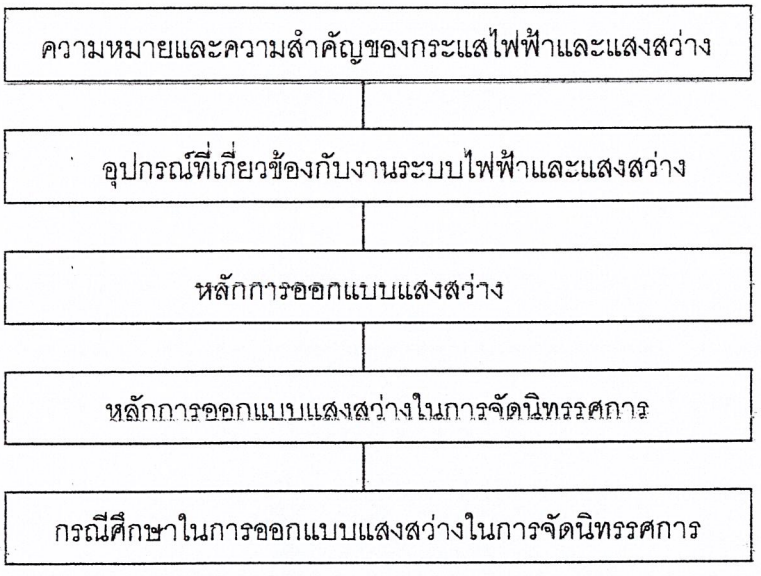
2.1.3.7 งานระบบในการจัดแสดงนิทรรศการ

แผนการสอนรายวิชา

สัปดาห์ที่สอน	เนื้อหารายวิชา	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
สัปดาห์ที่ 1	แนะนำรายวิชา สังเขปรายวิชา วัตถุประสงค์รายวิชา	2	0
สัปดาห์ที่ 2	ความหมายและการออกแบบการจัดนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 3	ประเภทและองค์ประกอบของการจัดนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 4	ครุภัณฑ์และขนาดสัดส่วน รูปแบบของการจัดนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 5	เทคโนโลยีการจัดแสดง สี และวัสดุในการจัดแสดงนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 6	งานระบบในการจัดแสดงนิทรรศการ - ความหมายและความสำคัญของกระแสไฟฟ้าและแสงสว่าง - อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง - หลักการออกแบบแสงสว่าง - หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ - กรณีศึกษาในการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 7	ทำการศึกษากรณีศึกษาเปรียบเทียบในการออกแบบจัดนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 8	วิเคราะห์กรณีศึกษาเปรียบเทียบ	2	0
สัปดาห์ที่ 9	สอบมิดเทอม		
สัปดาห์ที่ 10	สั่ง Project การจัดนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 11	ตรวจแบบร่าง (หัวข้อการจัดนิทรรศการ)	2	0
สัปดาห์ที่ 12	ตรวจแบบร่าง (การออกแบบการจัดนิทรรศการ)	2	0
สัปดาห์ที่ 13	ตรวจแบบร่าง (การออกแบบการจัดนิทรรศการ)	2	0
สัปดาห์ที่ 14	ตรวจงาน (สรุปแบบการจัดนิทรรศการของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม)	2	0
สัปดาห์ที่ 15	ให้นักศึกษาจัดนิทรรศการ	2	0
สัปดาห์ที่ 16	สอบปลายภาค		

2.2 กระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

ดังนั้นจึงได้แบ่งกระบวนการเรียนรู้ออกเป็นหน่วยย่อย ดังต่อไปนี้



2.3 ความรู้เกี่ยวกับชุดการเรียน

2.3.1 ชุดการเรียนและความหมายของชุดการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2518 : 5) ได้กล่าวว่า ชุดการสอน หรือชุดการเรียน หมายถึงระบบการผลิตและการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาหรือประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ฉะนั้นชุดการเรียนจึงถือเป็นนวัตกรรมในการใช้สื่อแบบประสม Carlton W.H. Eriksson (1970 : 11) กล่าวว่า สื่อการสอนแบบประสมนั้นคือ วิธีการอาศัยหลักการนำสื่อการสอนหลายๆอย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้า หรือเพื่อดึงดูดความสนใจของตัวผู้เรียน ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอาจชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และเพื่อป้องกันการเข้าใจความหมายผิดๆ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523 : 188-189) ได้กล่าวว่า สื่อการสอนแบบประสมอาจให้ประโยชน์ทางการเรียนการสอนดังนี้ คือ

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตัวเองตามที่ต้องการจากแหล่งความรู้หลายแหล่ง
2. ช่วยให้ประหยัดเวลาไม่จำเป็นต้องเรียนในเรื่องหรือสิ่งที่รู้แล้ว
3. ช่วยลดจำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน เพราะว่า ทั้งนี้นักเรียนเก่งหรืออ่อนต่างกันก็เรียนเสร็จแม้ว่าจะใช้เวลาที่แตกต่างกัน

2.3.2 ความหมายของ “สื่อประสม”

สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อหลายๆประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุอุปกรณ์และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วยเพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการเสนอทั้งข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดีทัศน์และเสียง

สื่อประสม คืออะไร

บุคคลแต่ละคนอาจจะให้ความหมายของ “สื่อประสม” แตกต่างกันไปตามความเข้าใจ สมัยก่อนหน้านี้เมื่อกล่าวถึงสื่อประสม จะหมายถึง การนำสื่อหลายๆ ประเภทมาใช้ร่วมกัน เช่น รูปภาพ เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส เทปบันทึกเสียง วีดีทัศน์ ฯลฯ เพื่อให้การเสนอผลงานหรือการเรียนการสอนสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเสนอเนื้อหาและรูปแบบต่างๆ นอกเหนือจากการบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยที่ผู้ฟังหรือผู้เรียนมิได้ปฏิสัมพันธ์ต่อสื่อนั้นโดยตรง

แต่มาในปัจจุบันนี้ ด้วยบทบาทของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีเพิ่มมากขึ้นในการทำงาน จึงทำให้ความหมายของสื่อประสมเพิ่มขึ้นจากเดิม ความหมายที่เพิ่มขึ้นของสื่อประสมในปัจจุบันจะหมายถึง "สื่อประสมเชิงโต้ตอบ" (Interactive Multimedia) โดยการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อและผู้ใช้ สื่อประสมสมัยนี้ จึงหมายถึง การนำเอาอุปกรณ์ต่างๆ เช่นเครื่องเล่นซีดี-รอม เครื่องเสียงระบบดิจิทัล เครื่องเล่นแผ่นวีดีทัศน์ และเสียงในระบบสเตริโอ โดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต การนำเสนอเนื้อหา และเพื่อเป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ร่วมเหล่านี้ เพื่อให้ทำงานตามโปรแกรมที่ได้ทำการเขียนไว้ เป็นการให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้มิใช่เพียงแต่นั่งดู หรือฟังข้อมูลจากสื่อที่เสนอมาเท่านั้น แต่ผู้ใช้สามารถควบคุมให้คอมพิวเตอร์ทำงานในการตอบสนองต่อคำสั่งและให้ข้อมูลป้อนกลับในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเต็มที่ ผู้ใช้และสื่อสามารถมีปฏิสัมพันธ์ตอบสนองซึ่งกันและกันได้ทันที เนื้อหาในสื่อประสมจะมีลักษณะไม่เรียงลำดับกันเป็นเส้นตรง และมิใช่เป็นสิ่งพิมพ์ เพราะเนื้อหาเหล่านั้นจะเป็นภาพจากแผ่นวีดีทัศน์ หรือจาก ซีดี-รอม เป็นเสียงจากแผ่นเพลงซีดี หรือเครื่องเสียงระบบดิจิทัล หรือเป็นตัวอักษรจากแฟ้มคอมพิวเตอร์และสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ตลอดเวลา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องอ่านตามลำดับของเนื้อหาแต่เป็นการอ่านในลักษณะของข้อความหลายมิติ (Hypertext) และสื่อหลายมิติ (Hypertext Media)

จากความหมายที่เพิ่มขึ้นของสื่อประสมจึงทำให้นักเทคโนโลยี ได้แบ่งสื่อประสมออกเป็น 2 ส่วน คือ

สื่อประสม I (Multimedia I) เป็นสื่อประสมที่ใช้โดยการนำเอาสื่อหลายประเภทมาใช้รวมกันในการเรียนการสอน เช่น นำเอาวีดีทัศน์มาสอนในการบรรยายของผู้สอนโดยมีสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบด้วย หรือการใช้ชุดการเรียน หรือชุดการสอน การใช้สื่อประสมนี้ผู้เรียนและสื่อจะไม่มีปฏิสัมพันธ์ตอบโต้กันและจะมีลักษณะเป็นสื่อหลายแบบ "สื่อหลายแบบ" ตามศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน

สื่อประสม II (Multimedia II) เป็นสื่อประสมที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศ หรือการผลิตเพื่อเสนอข้อมูลต่างๆ เช่นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษรและเสียงในลักษณะของสื่อหลายมิติ โดยที่ผู้ใช้มีการตอบโต้กับสื่อโดยตรง การใช้คอมพิวเตอร์ในสื่อประสม II

การเสนอข้อมูลของสื่อประสม II นี้จะเป็นไปในลักษณะสื่อหลายมิติที่ช่วยให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้สามารถดูข้อมูลบนจอภาพได้หลายลักษณะ คือ ทั้งตัวอักษร ภาพ และเสียง และถ้าต้องการจะทราบข้อมูลมากกว่านั้น ผู้ใช้ก็เพียงแต่คลิกที่คำหรือรูปที่ทำปุ่มในการเชื่อมโยงก็จะมีภาพ เสียงหรือข้อความอธิบายปรากฏขึ้นมา

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521 : 105) ได้กล่าวว่าแนวความคิดที่นำมาสู่การผลิตชุดการสอนมีดังนี้ คือ

แนวคิดที่หนึ่ง ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีหลายด้าน เช่น ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม เป็นต้น ในการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดก็คือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการสอนตามเอกัตภาพตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจ โดยมีครูคอยช่วยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่สอง คือ ความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่ยึด "ครู" เป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการวัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ ซึ่งได้จัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่างๆ การเรียนด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด อีกสองส่วนผู้เรียนจะต้องศึกษาด้วยตนเอง จากสิ่งที่ผู้สอนเตรียมไว้ในรูปแบบของชุดการสอน หรือชุดการเรียน

แนวคิดที่สาม คือ การใช้โสตทัศนูปกรณ์ ในรูปของการจัดระบบการใช้สื่อการสอนหลายอย่างมาช่วยในการสอนให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียนแทนการให้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนอยู่ตลอดเวลา แนวทางใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการเรียน

แนวคิดที่สี่ คือ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อมเดิม นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้จากครูเท่านั้น แทบจะไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นต่อเพื่อนๆ และต่อครู นักเรียนจึงขาดทักษะการแสดงออกและการทำงานเป็นกลุ่ม จึงได้มีการนำเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเปิดโอกาสให้แก่ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งนำมาสู่การผลิตสื่อออกมาในรูปแบบของชุดการเรียน

แนวคิดที่ห้า คือ การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งอาจหมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน

1.ได้ร่วมกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเอง

2.ได้ทราบว่าการตัดสินใจหรือการปฏิบัติงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร

3.ได้รับการเสริมแรงที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ทำถูกหรือคิดถูกอันจะทำให้เกิดการกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต

4.ได้เรียนรู้ไปทีละลำดับขั้นตอนตามความสามารถและความสบายใจของผู้เรียนเอง

2.3.3 คุณลักษณะของชุดการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2518 : 5) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนถือเป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปที่ช่วยให้เทคนิคการเรียนการสอนและกระบวนการเรียนรู้ได้ผลซึ่งได้มีผู้ทดลองมาแล้วหลายท่าน โดยสรุปแล้วชุดการเรียนมีคุณลักษณะ ดังนี้

1. กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เพราะชุดการเรียนผลิตขึ้นจากกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญหลายด้าน เป็นต้นว่า ครูผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น นักโสตทัศนศึกษาได้ร่วมกันผลิตและมีการทดลองใช้จนแน่ใจแล้วว่าได้ผล จึงได้นำออกมาใช้ทั่วไป ถ้านำมาใช้แล้วเกิดข้อบกพร่องจะต้องตรวจดูสภาพทั่วไปทุกประเภทของการใช้ว่า มีส่วนทำให้ชุดการเรียนนั้นบกพร่องหรือไม่ เช่น ความบกพร้อมของผู้เรียน การจัดห้องเรียน เป็นต้น

2. ช่วยลดภาระของผู้สอน เมื่อมีชุดการเรียนสำเร็จรูปแล้ว ผู้สอนจะดำเนินการตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการเรียนตามลำดับขั้น ซึ่งแต่ละขั้นจะมีอุปกรณ์ กิจกรรม ตลอดจนข้อแนะนำไว้พร้อม

3. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนมีความรู้ในแนวเดียวกัน แม้ผู้เรียนจะมีจำนวนมากเท่าใดก็ตาม ซึ่งจะแตกต่างจากการเรียนการสอนแบบเดิม กล่าวก็คือ เมื่อมีผู้เรียนเป็นจำนวนมากจะต้องมีผู้สอนหลายคนในวิชาเดียวกันซึ่งจะทำให้เกิดความแตกต่างกันในด้านของประสิทธิภาพของการสอน

4. ช่วยผู้สอนในการประเมินผลการเรียน โดยมีข้อทดสอบไว้ให้อย่างครบถ้วน

5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการ และชุดการสอนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ทั้งสิ้นตามอัตราการเรียนของผู้เรียน

6. ช่วยสร้างเสริมการเรียนแบบต่อเนื่อง เพราะชุดการเรียนจะแยกเป็นรายวิชา แต่ละวิชาจะมีหน่วยการสอนเรียงลำดับ เมื่อจบแต่ละหน่วยแล้วมีโอกาสติดตามหน่วยต่อไปได้ตามความต้องการของผู้เรียน

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.4 คุณค่าของชุดการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521 : 105-106) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนถือเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งช่วยขจัดปัญหาทางการศึกษาได้บางประการ เช่น

1. ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมการศึกษารายบุคคล ชุดการเรียนสามารถทำให้ผู้เรียนได้ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ ตามเวลา และโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู ชุดการเรียนช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย

3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะชุดการเรียนสามารถนำไปสอนนักเรียนสามารถนำไปสอนนักเรียนได้ทุกสถานที่ และทุกเวลา

4. ช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังเช่น ผลการวิจัยของวนิดา วิศวรบุตร (2517) เรื่อง การจัดระบบการเรียนรายบุคคล สำหรับวิชาการจัดการศึกษานอกสถานที่ผลการวิจัยปรากฏว่าการจัดระบบชุดการเรียนรายบุคคลนั้นสามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิชาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทำให้ผู้เรียนรู้เกิดการเรียนรู้ได้จริง และ พจนีย์ จันเกษม (2519) ได้ทำวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการเรียนวิชาภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาวิทยาลัยอุเทนถวาย ชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และสามารถทำให้ผู้เรียนรู้อย่างแท้จริง เป็นต้น

2.3.5 ประเภทของชุดการเรียน

วิชัย วงค์ใหญ่ (2521: 4) จำแนกชุดการเรียนออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะการใช้ คือ

1. ชุดการเรียนสำหรับประกอบการบรรยาย หรือชุดการเรียนสำหรับครู เป็นชุดการเรียนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบการบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ชุดการเรียนนี้จะมีจะมีเนื้อหาวิชาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

2. ชุดการเรียนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดการเรียนแบบนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดการเรียนในรูปแบบของศูนย์การเรียน ชุดการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบด้วยชุดการเรียนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น เพื่อการเรียนอาจจะจัดในรูปของรายบุคคลหรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้เรียนจากชุดการเรียนแบบ

58731

กิจกรรมกลุ่มอาจจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการแล้วผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือกันและกันได้เอง ระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนหากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนแต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนอาจจะสนใจการเรียนเสริมเพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้ เพื่อเป็นการไม่เสียเวลารอคอยบุคคลอื่น

3. ชุดการเรียนรายบุคคล เป็นชุดการสอนหรือชุดการเรียนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนตามความสามารถของตน เมื่อทำการศึกษาจบแล้วจะทำการสอนประเมินผลความก้าวหน้าและศึกษาชุดการเรียนอื่นต่อไปตามลำดับเมื่อมีปัญหาผู้เรียนสามารถปรึกษากันได้ระหว่างผู้เรียน และผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทาง การเรียนชุดการเรียนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลได้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปจนสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยคนอื่น อันเป็นการถูกต้องและยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ ชุดการเรียนแบบนี้บางครั้งเราเรียกว่า “บทเรียนโมดูล”

2.3.6 **การเรียนรายบุคคล**

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ได้นำเอาชุดการเรียนแบบรายบุคคล หรือเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า “ ชุดการเรียนโมดูล” มาใช้ในการทำวิจัยทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าเป็นการเรียนการสอนที่มีความแปลกใหม่และน่าสนใจและยังมีความสอดคล้องเหมาะสมกับการศึกษาในปัจจุบัน โดยยึดหลักการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักแก้ปัญหา และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยรายละเอียดของบทเรียนโมดูลดังต่อไปนี้

2.3.7 **ชุดการเรียนโมดูล**

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2518 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า โมดูลเป็นสื่อการเรียนที่ใช้ในการเรียน การสอนรายบุคคล โดยถือหลักปรัชญาที่ว่ามนุษย์มีความแตกต่างกันในเรื่องของภูมิหลังประสบการณ์ ลักษณะนิสัย และรูปแบบการเรียนรู้ ฉะนั้นในเรื่องการเรียนรู้จึงควรให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความก้าวหน้าไปตามความสามารถ ดังนั้นการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนจำเป็นต้องปรับปรุง ดัดแปลงสภาพแวดล้อมให้เข้ากับความแตกต่างของแต่ละบุคคล ซึ่งครอบคลุมถึงการพัฒนานิสัยความรับผิดชอบและความคิดริเริ่มด้วยตนเองของผู้เรียนด้วย โดยใช้ระเบียบวิธีการสอนซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกเรียน และประเมินผลได้ด้วยตนเอง ตลอดจนการจัด

ประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนได้กระทำด้วยตนเอง ด้วยเหตุที่มนุษย์มีความแตกต่างกัน แต่ละคนมีความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความต้องการที่แตกต่างกัน ทำให้การเรียนรู้แตกต่างกันด้วย ฉะนั้นในการจัดการศึกษาจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) นอกจากนี้การเรียนเป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนเอง และผู้เรียนเองที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น ครูไม่ควรเป็นผู้บงการให้ตัวผู้เรียนเรียนตามแนวความคิดของตนเอง

ในการเรียนรู้เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้ สื่อการเรียน นับว่ามีบทบาทที่มีความสำคัญตลอดจนวิธีการใช้สื่อด้วย สื่อการเรียนจะต้องเอื้ออำนวยต่อตัวผู้เรียนให้ได้เลือกกิจกรรมตามความถนัดของตนเองและความสนใน ให้ได้มีการลงมือกระทำกิจกรรมเองรวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเองด้วย สื่อประเภทนี้ได้แก่ บทเรียนสำเร็จรูปต่างๆ เช่น บทเรียนโปรแกรม(Programmed Instruction) ชุดการเรียนการสอน (Instruction Package) หน่วยบทเรียนโมดูล (Instruction Module) เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) หรือวิธีการใช้สื่อประสม (Multimedia Approach) เป็นต้น

ความหมายของชุดการเรียนโมดูล

โมดูลเป็นทับศัพท์ภาษาอังกฤษ Module ซึ่งคำนี้ในภาษาไทยเรียกกันไปต่างๆ นาๆ เช่น หน่วยการเรียนการสอน โมดูล หน่วยบทเรียนโมดูล สำหรับความหมายของบทเรียนโมดูลได้มีนักการศึกษาหลายๆท่านได้ให้คำจำกัดความหมายของคำว่า โมดูล ไว้ ดังเช่น

APEID (1975: 1) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโมดูล หมายถึง หน่วยบทเรียนสำเร็จรูปในตัวเอง มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในแต่ละโมดูลจะมีคำนำ จุดมุ่งหมาย กิจกรรมการเรียนที่มีสื่อการเรียนพร้อมทั้งการทดสอบหลังเรียนบทเรียนสำเร็จรูปในแต่ละโมดูล

ชม ภูมิภาค (2524 : 102) ได้กล่าวว่า บทเรียนโมดูลหมายถึง ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลเพื่อให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นหน่วยย่อยมีระบบขั้นตอนที่สมบูรณ์ในตัวเอง และสามารถประกอบเป็นหน่วยใหญ่ๆ ได้ว่า "โมดูล" หรือหน่วยบทเรียนโมดูลเป็นชุดการเรียนรายบุคคลที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง โดยมุ่งเน้นที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นหลักสำคัญ คือ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน และการประเมินผล

ข้อเปรียบเทียบระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนโมดูลกับการสอน โดยทั่วๆ ไป

Lawrence (1973 : 10-12) ได้กล่าวเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของบทเรียนโมดูลกับการสอนทั่วไปไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างของบทเรียนโมดูล กับการสอนทั่วไป

การสอนโดยทั่ว ๆ ไป	**การเรียนด้วยบทเรียนโมดูล**
1. ยึดเวลาที่กำหนดเป็นเกณฑ์ และต้องยึดเนื้อหาเป็นหลัก	1. ไม่กำหนดเวลา และยึดวัตถุประสงค์เป็นหลัก (objective)
2. เรียนพร้อมกันทั้งชั้นเรียน	2. สามารถเรียนเป็นรายบุคคล
3. เรียนตามความต้องการของกลุ่ม	3. เรียนตามความต้องการของแต่ละบุคคล
4. เฉลยแบบฝึกหัดทันทีไม่ได้	4. เฉลยแบบฝึกหัดทันทีได้
5. ใช้หนังสือเรียน สมุดแบบฝึกหัด	5. ใช้บทเรียนโมดูลเป็นสื่อการเรียน
6. ใช้ครูสอนแบบบรรยายและสาธิต	6. ครูเป็นผู้ช่วยในการเรียน
7. จุดประสงค์กว้าง	7. จุดประสงค์เน้นเฉพาะเรื่อง
8. วัดโดยเอาความสามารถของกลุ่มเป็นหลัก	8. วัดโดยเอาความสามารถของผู้เรียนเป็นหลัก
9. เน้นที่ผลงาน (Product)	9. เน้นที่กระบวนการ (Process)
10. ประเมินผลจากการผ่านเกณฑ์ครั้งสุดท้าย	10. ประเมินผลทุกขั้นตอนที่ทำงาน

ลักษณะของชุดการเรียนแบบโมดูล

ลักษณะของบทเรียนโมดูล จะมีลักษณะที่เด่นชัดในตัวเอง ดังต่อไปนี้คือ

1. ให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ
2. มีความสมบูรณ์ในตัวเอง คือ มีจุดมุ่งหมาย มีเนื้อหา กิจกรรมการเรียน และการวัดผล
3. มีวิธีการประเมินผลที่เหมาะสมในแต่ละหน่วย มีคำตอบเฉลยสำหรับแบบทดสอบนั้นไว้อย่างชัดเจน

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2525: 7) ได้กล่าวไว้ว่า หน่วยบทเรียนโมดูลที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง นั่นคือ สามารถให้บรรจุจุดมุ่งหมายได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยดูแลและคอยให้คำปรึกษาแนะนำเท่านั้น
2. จุดมุ่งหมายและกิจกรรมการเรียน ควรมีการจัดลำดับที่ดี เพื่อที่ให้ผู้เรียน เรียนด้วยความเข้าใจและเกิดความรู้ความเข้าใจตามลำดับ ไม่เกิดการสับสน และจะได้เป็นการเพิ่มพูนความรู้ทีละน้อย เป็นขั้นตอน

3. จูงใจผู้เรียนในทุกๆ กิจกรรมการเรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสนใจเรียนด้วยความอยากรู้อยากเห็นซึ่งอาจเป็นผลให้การเรียนนั้นมีความหมายมากยิ่งขึ้นสำหรับเขา

4. ภาษาที่ใช้นั้นมีความถูกต้องชัดเจน และเหมาะสมกับระดับความรู้ และระดับชั้นของผู้เรียน

5. เนื้อหามีความถูกต้อง คำอธิบายมีความชัดเจนจะเป็นการทำให้ผู้เรียนเข้าใจไม่ไขว่เขว

6. ให้ผู้เรียนมีพัฒนาการหลายๆ ด้าน ในเนื้อหาบทเรียนบางเรื่อง บางตอน หรือบางบทอาจมีความจำเป็นจะต้องให้ผู้เรียน ได้มีการพัฒนาการด้านเจตคติ มีความซาบซึ้งและเห็นคุณค่าด้วยนอกเหนือจากความรู้และทักษะ

ส่วนประกอบของหน่วยบทเรียนโมดูล

ไม่ว่าลักษณะรูปแบบของโมดูลจะมีลักษณะใดก็ตาม โมดูลนั้นๆ จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 5 อย่าง คือ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต , 2526 : 20-21)

1. บทนำ หรือคำชี้แจง (Introduction or prospectus)
2. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Specific or behavioral objective)
3. การประเมินผลก่อนการเรียน (Pre-assessment)
4. กิจกรรมการเรียน (Enabling activities)
5. การประเมินผลหลังการเรียน (Post- assessment)

1. **บทนำ หรือคำชี้แจง** (Introduction or prospectus)

ส่วนประกอบนี้จะอธิบายความสำคัญของบทเรียนโมดูล ขอบข่ายของบทเรียน สิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และขอบข่ายขบวนการเรียนทั้งหมดของโมดูลนั้น ซึ่งจะมีบทบาทต่อการเรียนอย่างยิ่ง ช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของโมดูลนั้นๆ กับโมดูลอื่นๆ ที่ผู้เรียนต้องเรียน

2. **จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม** (Specific or behavioral objective)

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่กำหนดว่า ผู้เรียนจะประสบผลสำเร็จอะไรบ้างหลังจากที่ได้เรียนหน่วยบทเรียนโมดูลนั้นๆ แล้ว การเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้จะต้องใช้ถอยคำที่มีความชัดเจน ไม่ใช้คำที่มีหลายความหมายหรือความหมายคลุมเครือ ควรใช้คำเฉพาะที่แสดงออกเป็นการกระทำ สังเกต และวัดได้ เขียนให้มีความชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง

3. **ประเมินผลก่อนการเรียน**

การประเมินผลก่อนการเรียน จัดทำการวัด หรือประเมินผล 2 อย่างดังนี้

a. วัดหรือประเมินผลเพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในส่วนที่เรียนแล้วหรือยัง ถ้าเนื้อหาในหน่วยบทเรียนโมดูลนั้นไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานมาก่อน ก็ไม่จำเป็นต้องวัดหรือประเมินผลความรู้พื้นฐาน

b. วัดหรือประเมินผลดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ในหน่วยการเรียนโมดูลนั้นหรือไม่

การประเมินผลก่อนการเรียนหรือการประเมินผลเบื้องต้นอาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบข้อเขียนหรือการปฏิบัติงานได้ซึ่งปกติมักใช้แบบทดสอบและเกณฑ์การประเมินผลอาจคิดเป็น% ดังนี้ ถ้าได้ถึงเกณฑ์ที่วางไว้ คือ 80% ผู้เรียนได้คะแนน 80% ขึ้นไปก็ให้เรียนหน่วยโมดูลต่อไปได้

4. **กิจกรรมการเรียน**

กิจกรรมการเรียนนับว่าเป็นหัวใจสำคัญของโมดูล เพราะกิจกรรมการเรียนคืองานที่จะให้ผู้เรียนได้ทำเพื่อช่วยให้เกิดความรู้ และบรรลุจุดมุ่งหมายที่ได้ระบุเอาไว้กิจกรรมการเรียนที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

a. จัดให้สามารถเรียนเป็นรายบุคคล

b. ควรมีกิจกรรมให้เลือกหลายๆ ทาง ในแต่ละกิจกรรมต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้เท่าเทียมกัน

c. ถ้าในบทเรียนโมดูลนั้นๆ มีกิจกรรมให้ผู้เรียนกระทำหลายอย่าง จะต้องทำแผนผังหรือคำอธิบายของการจัดลำดับกิจกรรมที่ต้องเรียนไว้อย่างชัดเจน

5. **การประเมินผลหลังเรียน**

การประเมินผลหลังเรียน เป็นการวัดและประเมินผลความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนโมดูลนั้นๆ มาแล้ว เนื่องจากการประเมินผลหน่วยเรียนโมดูลทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ประเมินด้วยตนเอง ครูผู้สอนจึงควรให้คำแนะนำชี้แจงและให้คำปรึกษาให้ผู้เรียนนั้นมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง เคารพในความสามารถของตนเอง อันจะเป็นทางหนึ่งในการสร้างวินัยและความซื่อตรงจากกิจกรรมการเรียนไปด้วยในตัว ผู้เรียนจะได้เห็นความสำเร็จหรือข้อบกพร่องของตนเองจะได้มีแรงจูงใจที่จะเรียนให้เกิดความก้าวหน้าต่อไปตามขีดความสามารถของตนเอง

บทเรียนโมดูล โมดูลฝึก แบบ CBST (Computer – Based Self-instruction Training)

ในปัจจุบันสื่อการเรียนการสอนได้มีการพัฒนาให้ก้าวทันยุคสมัยมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพทางด้านการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น บทเรียนโมดูล หน่วยบทเรียนโมดูล หรือ โมดูลฝึก (ในกรณีนี้ขอใช้คำว่า บทเรียนโมดูล) แบบ CBST เป็นระบบการเรียนการสอนที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องมาจากตรงตามความต้องการในการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน คือ การเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แทนครู

ความหมายทั่วไป ของบทเรียนโมดูล แบบ CBST

ดร. ไมเคิล เดอบลอยส์ (2543) ได้ให้ความหมายว่า ระบบการฝึกหรือการเรียนแบบ CBST นั้นจะมีความหมายในตัวของมันเอง กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะและความสามารถย่อยๆ ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติ และมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับระบบการฝึกแบบปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้โดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับและแบบทดสอบความรู้ต่างๆ

ลักษณะของบทเรียนโมดูล แบบ CBST

ในการเรียนบทเรียนโมดูลแบบ CBST นั้นผู้เรียนจะเรียนตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจะมีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา ผู้เรียนจะเรียนรู้ไปตามลำดับขั้นตอน และเมื่อเรียนจนจบครบทุกหน่วยแล้วผู้เรียนสามารถที่จะปฏิบัติซ้ำได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

การเรียนบทเรียนโมดูลแบบ CBST นั้น สื่อการเรียนการสอนจะต้องได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีโดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนทั้งหมด ซึ่งสื่อนี้จะประกอบไปด้วยสื่อการเรียนและกิจกรรมการเรียนต่างๆ ที่สามารถให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จนจบครบถ้วนทั้งหมด และสื่อนั้นๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างรอบคอบก่อนการนำไปใช้ โดยลักษณะของบทเรียนโมดูลแบบ CBST สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. บทเรียน / สื่อการเรียนโมดูลถูกพัฒนามาหลายรูปแบบ เช่น เอกสาร สื่อโสตทัศน์ต่างๆ หรือสื่อที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

2. บทเรียน / สื่อการเรียนโมดูล ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละบุคคลสามารถเรียนได้ด้วยตนเองและยังสามารถควบคุมการเรียนได้ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาที่ต้องการเรียน เริ่ม หยุด เร่ง ทำซ้ำ ได้ตามความต้องการ โดยอาศัยหลักการที่ว่า มนุษย์มีภูมิหลังที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นระดับในการเรียนรู้จึงแตกต่างกันตามไปด้วย

3. ผู้เรียนจะเรียนรู้จากเนื้อหาย่อยๆ ก่อนต่อไปเรื่อยๆ ตามลำดับและขั้นตอน เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและจบการเรียนโดยการผ่านการทดสอบในแต่ละรายการตามระดับความสามารถที่กำหนดไว้

4. ผู้สอนจะเป็นคนคอยให้คำแนะนำ สนับสนุนให้แก่ผู้เรียนตลอดเวลา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกสื่อการสอนที่เป็นสื่อแบบสื่อประสมมาใช้ ซึ่งสื่อประสมดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนแล้วจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เนื่องมาจากเป็นสื่อที่มีความทันสมัย มีความสมบูรณ์ในทักษะการเรียนรู้แบบต่างๆ และยังเป็นสื่อที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรายบุคคลที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2.3.8 การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการการศึกษา

ความรู้เกี่ยวกับการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้เสริมประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์ที่สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง (สันทัด ภิบาลสุข. 2537) ประเทศไทยแม้จะเป็นประเทศกำลังพัฒนา ก็ได้รับเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน จนเป็นที่ยอมรับว่าคอมพิวเตอร์ซึ่งถือเป็นทรัพยากรการเรียนในลักษณะของการสื่อสารสองทาง เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอน จึงเป็นสิ่งกระตุ้นและเกื้อหนุนให้ผู้เรียนอยากเรียน ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนและตามความต้องการของผู้เรียน (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533)

เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถบันทึกข้อมูลและสารสนเทศทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นเสียง ตัวอักษร กราฟิกหรือภาพเคลื่อนไหว ไว้ในหน่วยความจำได้ สามารถจัดเก็บค้นหา ประมวลผลในลักษณะต่างๆ และแสดงผลตามระบบคำสั่งที่จัดไว้ได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็ว ในวงการศึกษาจึงนำมาใช้ในการบันทึกสารสนเทศทางการศึกษา ประมวลสาระและให้การบริการทางการศึกษา

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน

โดยทั่วไปแล้วเราจะมองว่า คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือการสอนที่ถือว่าเป็นเทคโนโลยีของการสอนซึ่งก็เป็น CAI ดังกล่าวแล้ว เนื่องมาจาก CAI มีลักษณะที่ค่อนข้าง Active คุณประโยชน์ที่เห็นได้จึงมีดังนี้ คือ

1. ผู้เรียน สามารถเรียนได้ตามความช้าเร็วของตนเอง ทำให้สามารถควบคุมอัตราการเร่งของการเรียนได้ด้วย

2. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็วด้วย

3. อาจจัดทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศที่น่าชื่นชม ซึ่งเหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้าได้

4. สามารถรวมเอาเสียงดนตรี สีสัน กราฟิกเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้ดูเหมือนของจริง และน่าเร้าใจในการทำการปฏิบัติฝึก (Drill) หรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

5. ความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนแบบเอกัตบุคคลเป็นไปได้อย่างง่ายดาย ซึ่งครูผู้สอนออกแบบให้เรียนได้โดยลำพัง

6. ผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้ เพราะคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลไว้

7. ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์จะเป็นการเพิ่มความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนมากขึ้น

8. คอมพิวเตอร์ให้การสอนที่เชื่อถือได้แก่ผู้เรียน โดยไม่เกี่ยวกับผู้สอนแต่อย่างใด

9. CAI จะช่วยให้การเรียนมีทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่สามารถลดเวลาและลดค่าใช้จ่ายลง และประสิทธิผลในแง่ที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนมีอยู่หลายประเภท สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ (Heinich, Molenda and Russell, 1993)

1. **ใช้เป็นผู้สอน** (Tutor applications)

โดยใช้ช่วยครูผู้สอนซึ่งแบ่งตามลักษณะของการสอนได้ดังต่อไปนี้

1.1 **การฝึกหัดและปฏิบัติ** (drill and practice)

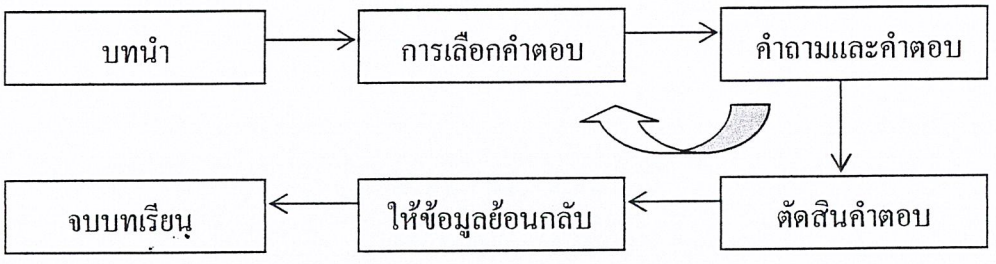
บทเรียนในแบบฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการนำเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อนแต่จะมีการตั้งคำถามหรือปัญหาที่ได้รับคัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ การนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อให้ผู้เรียนตอบ แล้วมีคำตอบที่ถูกต้องเพื่อการ

ตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามนั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อนจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ (กิดานันท์ มลิทอง , 2535)

ผู้เรียนพัฒนาทักษะโดยฝึกฝนกับแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์ ตามความสามารถและความเร็วของแต่ละบุคคล เช่น ใช้สอนสะกดคำและฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นต้น Alessi and Trollip (1991) กล่าวไว้ว่า บทเรียนในลักษณะที่เป็นแบบฝึกหัดและปฏิบัตินี้เป็นบทเรียนที่สร้างง่าย มีลักษณะเด่น คือ การนำเสนอคำถามหรือปัญหาซ้ำๆ ในลักษณะเดียวกัน จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูกหรือแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ถึงเกณฑ์ระดับหนึ่ง

โครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบฝึกและปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

(Alessi and Trollip .1991)



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบฝึกและปฏิบัติ

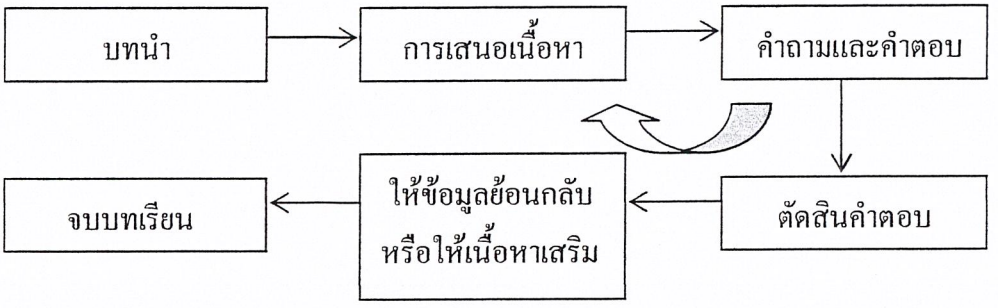
1.2 **การสอนเนื้อหา** (tutorial)

บทเรียนในแบบการสอนนี้จะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาย่อยๆ ให้แก่ผู้เรียน ในรูปแบบข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์ให้คำตอบกลับทันที และถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหาทบทวนใหม่ จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก จึงให้ตัดสินใจว่ายังคงต้องการเรียนเนื้อหาในบทเรียนนั้นอีกหรือจะเรียนในบทเรียนใหม่ต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้เป็นขั้นพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้กับทุกสาขาวิชา (กิดานันท์ มลิทอง , 2535)

การออกแบบบทเรียนนี้อาศัยธรรมชาติของการตอบสนองและการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนแบบนี้มีการตั้งคำถามแบบถาม – ตอบจำนวน

มาก มีการเสริมแรงตลอดเวลา สามารถใช้สอนสิ่งใหม่ในลักษณะบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นบทเรียนที่นิยมใช้กันมาก รูปแบบโดยทั่วไปจะมีการแสดงกรอบเนื้อหา มีการถามคำถาม มีการตรวจคำตอบและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะสอนเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะมีการช่วยเหลือหรือสอนเสริมเสียก่อนแล้วจึงกลับไปคำถามเดิม

โครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบใช้สอนเนื้อหา มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip .1991)



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบใช้สอนเนื้อหา

1.3 **การจำลองสถานการณ์** (simulation)

คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ในการเสนอสถานการณ์การเรียน ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะของความจริง ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการตัดสินใจและสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์คล้ายอยู่ในเหตุการณ์จริง จากนั้นคอมพิวเตอร์จะแสดงผลที่ได้จากการตัดสินใจนั้น บทเรียนแบบนี้มีประโยชน์ในการสร้างประสบการณ์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งยังประหยัดและปลอดภัยในการฝึก สิ่งที่อาจเป็นอันตรายเสียค่าใช้จ่ายสูง เช่น การสร้างสถานการณ์การฝึกบิน เป็นต้น

Alessi and Trollip . (1991) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลองเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในทางสร้างสรรค์และน่าสนใจ เพราะได้ศึกษาสภาพของคอมพิวเตอร์เต็มที่

กิดานันท์ มลิทอง (2535) กล่าวว่า โปรแกรมเรียนสถานการณ์จำลอง จะมีโปรแกรมเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมสาธิต (demonstation) ซึ่งโปรแกรมจะสาธิตให้ผู้เรียนได้ดูเพียงอย่างเดียว การจำลองสถานการณ์นี้มี 3 ลักษณะ คือ

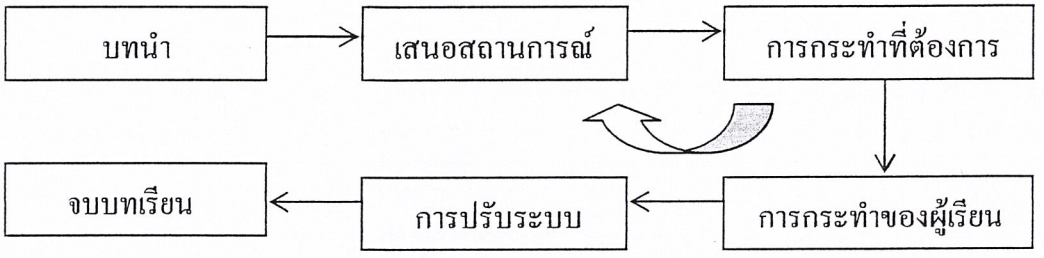
ก. การจำลองสถานการณ์แบบการทำงาน (Work performance simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การจำลองสภาพการขับรถ

ข. การจำลองสถานการณ์แบบจำลองระบบ (System modeling simulation) เช่น การจำลองระบบการจราจรวันเวย์ในนครหลวง ว่ามีปัญหาอย่างใด หรือไม่ก่อนลงมือทำบนถนนจริง

ค. การจำลองสถานการณ์แบบประสบการณ์ (Experience/Encounter) เช่น การจำลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองบางอย่าง หรือตัดสินใจบางเรื่อง การกระทำจริงๆ อาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสถานการณ์ว่าประสบการณ์ของตนเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสภาพนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่าควรจะให้พิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆ อย่างไร

โครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบการสร้างสถานการณ์จำลองมีลักษณะดังนี้

(Alessi and Trollip .1991)



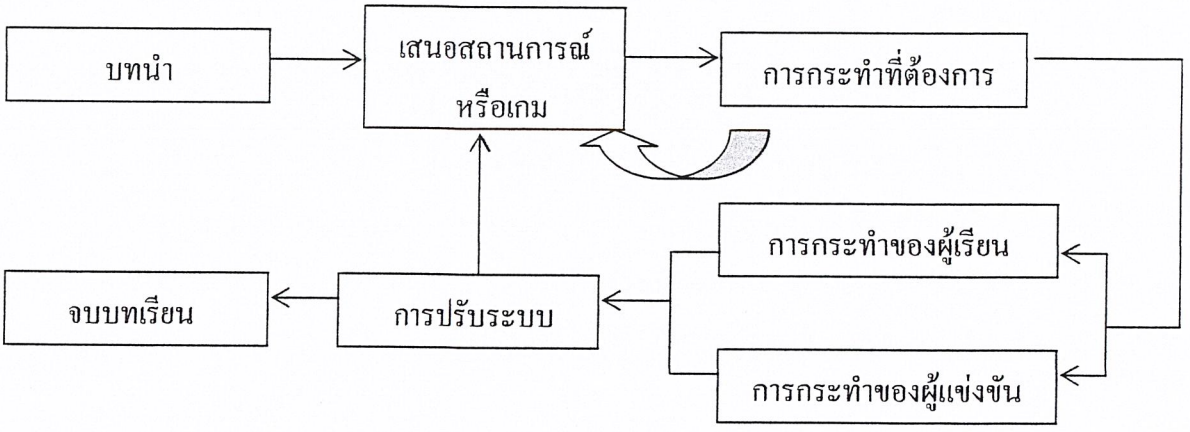
ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบการสร้างสถานการณ์จำลอง

1.4 **เกมการสอน** (Instructional games)

การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นได้โดยง่าย จึงสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น ช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเบื่อหน่ายเหม่อลอย ซึ่งนับว่าเป็นอุปสรรคในการเรียนการสอน เนื่องจากมีการแข่งขันทำให้ผู้เรียนมีอาการตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา รูปแบบโปรแกรมของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกัน โดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย (กิดานันท์ มลิทอง . 2535)

ยุทธศาสตร์ของบทเรียนประเภทนี้อยู่ที่การสร้างแรงจูงใจ มีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้มีผู้ชนะในตอนจบ ผู้เรียนจึงได้รับทั้งความรู้ ทักษะ และความสนุกสนานไปในตัว บทเรียนแบบนี้มีคุณโยชน์คล้ายกับแบบสถานการณ์จำลอง ตรงที่ให้ผู้เรียนเกิดได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และปัญหาที่เสนอให้ทั้งหมด Alessi and Trollip .1991 กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนนี้ เป็นบทเรียนและเครื่องมือประกอบการสอนที่มีประสิทธิภาพ การใช้เกมประกอบบทเรียนซึ่งให้ความสนุกสนาน แต่มีจุดมุ่งหมายชัดเจนในการเรียนรู้

โครงสร้างของคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอน มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip .1991)



ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของสื่อคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอน

1.5 **การค้นพบ** (Discovery)

การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองได้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

1.6 **การแก้ปัญหา** (Problem-solving)

เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก. โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและเป็นคนเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหาโดยการคำนวณข้อมูลและการจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้เอง

ข. โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว เพื่อช่วยผู้เรียนในการที่จะแก้ปัญหาโดยคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณ ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

1.7 **การทดสอบ** (TEST)

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบและวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอบมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่าๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ทำการทดสอบ ซึ่งเป็นที่น่าสนุกและมีความน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็ยังเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่นำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย (กิดานันท์ มลิทอง . 2535)

คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยให้ครูผู้สอนมีความสะดวกสบายมากขึ้นในการออกข้อสอบและการคิดคะแนน นอกจากเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหรือตอบคำถามแบบธรรมดาแล้ว ในบางครั้งอาจใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเสนอสภาพทางปัญหา หรือการสร้างสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนให้หาทางออกได้ด้วย ส่วนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบนั้น พบว่าให้ประสิทธิผลที่ดีพอๆ กับการทดสอบแบบธรรมดา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการจำ

1.8 **การสาธิต** (Demonstration)

บทเรียนชนิดนี้เหมาะกับบทเรียนทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งในบางครั้งต้องมีการสาธิตวิธีทดลองหรือแก้ปัญหา การแสดงการสาธิตจึงเหมาะที่จะใช้คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ทางด้านกราฟิกและสีสัน ซึ่งช่วยให้ความสะดวกต่อผู้สอนและลดความยุ่งยากเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์โสตทัศน์อื่นๆ ที่จะนำมาประกอบได้เป็นอย่างมาก

2. **ใช้เป็นเครื่องมือ** (Tool application)

ใช้เป็นเครื่องเขียน เช่น ปากกา ดินสอในการฝึกวาดรูป ใช้เป็น Side rule ช่วยในการคำนวณ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติช่วยในการวาด การลบเมื่อวาดผิด การแต่งเติมสีสันซึ่งในโปรแกรมจะมีสีให้ผู้เรียนเลือกได้มาก โดยเฉพาะในโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟิก จึงทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และสนุกสนานเมื่อเปรียบเทียบกับการวาดกระดาษ (Weishampel .1989)

3. **ใช้เป็นผู้เรียน** (Auditor application)

ผู้เรียนจะเป็นผู้สอนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ทำงานบางอย่างโดยเครื่องคอมพิวเตอร์เปรียบเสมือนนักเรียนและผู้เรียนเป็นผู้สอน แต่การนำมาใช้ในกรณีนี้ ผู้เรียนจะต้องสามารถเขียนโปรแกรมได้ด้วย

ข้อดีและข้อจำกัดของการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน

ก). **ข้อดี** มีดังนี้ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง . 2531 ; นิพนธ์ ศุขปรีดี . 2533 ; วิชัย บุญเจือ . 2532 ; ศรนรินทร์ ไชยบุรี. 2538)

1. ด้านสีสันความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนที่มีสีสันย่อมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาว ดำ โดยเฉพาะความสนใจของเด็กนั้นจะชอบสีสัน และมีผลในด้านความจดจำคงทนกว่าอีกด้วย การนำเอาดนตรี สีสัน กราฟิกเคลื่อนไหว มาทำให้ดูเหมือนของจริงและน่าเร้าใจในการทำแบบฝึกหัดหรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

2. ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้า ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในการตอบคำถามถูกหรือผิด

3. ด้านกราฟิก การใช้ภาพ หรือกราฟิกประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายได้ เช่น การทำให้หน้าจอเคลื่อนไหวช้าๆ หรือเร็วๆ พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไปด้วย จะทำให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้น และกราฟิกจะเป็นส่วนช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

4. ด้านการศึกษารายบุคคล เนื่องมาจากผู้เรียนสามารถที่จะเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้และวิธีการได้มากมายหลายแบบตามระดับความสามารถและความสนใจของตนเอง ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนบทเรียนให้เหมาะกับความต้องการได้ตลอดเวลาเมื่อเกิดความเบื่อหน่าย และมีอิสระที่จะเลือกเวลาเรียนตามความช้าเร็วของตนเอง ทำให้ควบคุมอัตราเร่งการเรียนได้โดยไม่ต้องคอยเพื่อสามารถทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศให้น่าชื่นชม เหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุด และได้เปรียบบทเรียนแบบโปรแกรม คือ สามารถนำมาใช้ได้อีก เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ

5. ด้านกิจกรรม ลักษณะของบทเรียนจะเป็นการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสเลือกและตัดสินใจ หรืออาจจะแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการเพิ่มหรือการใส่ข้อมูล ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น จึงเกิดความกระตือรือร้นและเร้าความสนใจ

6. ด้านความรู้สึก ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังศึกษาหรือกำลังคุยอยู่กับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้เป็นการช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบ ให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่ใช่เป็นการบังคับให้เรียนแต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

7. ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตนเองทำไปหรือได้ตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไร คอมพิวเตอร์สามารถทำการตอบสนองได้อย่างรวดเร็วทันทีทันใดทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็ว เมื่อผู้เรียนมีปัญหายังไม่เข้าใจในบทเรียนหรือตอบคำถามได้ถูกต้องเครื่องก็จะรายงานผลให้ทราบได้ทันที ในรูปแบบของคำอธิบาย หรือมีภาพและเสียงประกอบ ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ต่อไป

8. ด้านการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องมาจากผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่าเขาจะพบอะไรในหน้าต่อๆไป ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและเกิดความตั้งใจมากขึ้นที่จะเรียนรู้

9. ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองได้ ในการปฏิบัติกิจกรรมเร็วกว่าสื่ออื่นๆ เนื่องมาจากผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนกับตำราเรียน และไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้

10. สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนในแต่ละคน สามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้เพราะจะช่วยบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนในแต่ละครั้งมาวิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคน

11. สามารถลดเวลาของการเรียนการสอนลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนในห้องเรียน ช่วยให้ประสิทธิภาพและการประเมินผล กล่าวคือ มีประสิทธิภาพในการลดย่นเวลาเรียน ทุ่นแรงผู้สอนและมีประสิทธิภาพประสิทธิผลเนื่องจากทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายได้เอง

12. ผู้เรียนไม่ต้องเปลืองสมองและเสียเวลาที่จะต้องท่องจำ หรือทำการคิดคำนวณ แต่จะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาด้วยตัวเองอยู่ตลอดเวลา

13. ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการและสาระของบทเรียนต่างๆได้รวดเร็วขึ้น

14. เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถทำในสิ่งที่สื่ออื่นๆ ไม่สามารถทำได้ เช่นการตัดสินใจในการเสนอเนื้อหาใหม่ หรือให้นักศึกษาทำการศึกษาในเนื้อหาเดิมอีก

15. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นลำดับขั้นตอน ทีละน้อยจากง่ายไปยาก ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีก สามารถยืดยุ่ยตารางเรียนได้ตามสถานที่ๆสะดวก

นอกจากนี้การนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการเรียนการสอนยังเป็นการช่วยอำนวยประโยชน์แก่ครูผู้สอนได้หลายประการ ดังต่อไปนี้ (Hill, 1994: ศรนรินทร์ ไชยบุรี. 2538)

1. ช่วยลดชั่วโมงการสอนลง ทำให้ครูมีเวลาในการพัฒนาด้านอื่นๆ ต่อไป
2. ช่วยลดเวลาในการติดต่อกับผู้เรียน
3. ช่วยการสอนในห้องเรียนสำหรับครูที่มีงานสอนมากโดยเปลี่ยนมาใช้เป็นระบบคอมพิวเตอร์แทน
4. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนางานทางด้านนวัตกรรมใหม่ๆ
5. ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. ช่วยลดปัญหาระหว่างผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน เพราะเป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล

ข). ข้อจำกัด มีดังนี้

1. การออกแบบโปรแกรม เป็นงานที่ต้องใช้เวลาและความสามารถมาก ต้องมีครูผู้รู้เนื้อหารายวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงเป็นอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูงๆ ของพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ได้ทั้งนี้ไม่รวมถึงจิตพิสัย (Affective domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเกิดความเคยชินกับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้น และแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยสื่อทางคอมพิวเตอร์ลดลง บางครั้งก็ให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางด้านสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

5. ผู้เรียนบางประเภทโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหน้าที่หลักในการออกแบบให้เรียนไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6. ถึงแม้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่างๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจดีแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในช่วงชนบทที่ห่างไกลความเจริญ ที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทยความรู้ในด้านคอมพิวเตอร์ของบุคคลากร ทางด้านการศึกษาตลอดจนโปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลนอยู่มาก การพัฒนาโปรแกรมต่างๆ

มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายซอฟต์แวร์ จะมีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับซอฟต์แวร์ทางด้านธุรกิจ

8. ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่างๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกในตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพ นอกจากนี้ โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐาน หลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2.4 การออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน

ก). แนวคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องมีบทเรียนที่สามารถปรับกลวิธีการสอนให้มีความเหมาะสมกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ในที่นี้ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดสำคัญของนักการศึกษา นักเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์3 แนวคิดได้แก่ (วชิระ อินทร์อุดม. 2540:50)

1. **แนวความคิดของไมเซนโดและอีวาน** (Mizendo and Evans) (Bradley.1983-1984)

Mizendo and Evans ได้เสนอแนะแนวทางการออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพไว้ดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหาและภารกิจการเรียน การวิเคราะห์จะทำให้กำหนดได้ว่าเนื้อหาส่วนใดจะต้องสอนก่อนหรือหลัง เนื้อหาส่วนใดเป็นพื้นฐานการเรียนเนื้อหาต่อไป ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด

1.2 การควบคุมบทเรียนและความเร็วในการเรียน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมการฝึกปฏิบัติด้วยตัวผู้เรียนเอง

1.3 ให้โอกาสผู้เรียนในการเลือกวิธีการเรียนที่เหมาะสม กับความถนัดและความต้องการของผู้เรียน

1.4 ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนให้มากที่สุดทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน

1.5 วิธีการสอนที่ใช้ในบทเรียน ต้องเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน โดยผู้เรียนเก่งจะเรียนได้เร็ว ส่วนผู้ที่เรียนอ่อนก็สามารถเรียนได้ดี โดยมีการซ่อมเสริมและแนะนำแนวทางที่เหมาะสม

1.6 มีการประเมินผลความก้าวหน้าและการบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนของผู้เรียน

1.7 ผู้เรียนต้องได้ทราบผลการตอบสนองที่มีต่อบทเรียน ในรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับ คำตอบที่ถูกต้องจะได้รับการยืนยัน และคำตอบที่ผิดจะได้รับการแก้ไข

1.8 การเสนอเนื้อหาใหม่ต้องเสนอภายหลังที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเดิมแล้ว โดยการบรรจุการฝึกหัดที่ถูกต้องและเหมาะสมเสียก่อน

1.9 ผู้เรียนสามารถย้อนกลับได้ตลอดเวลาในระหว่างที่เรียนนั้น

2. **แนวคิดของกาเย่** (Gagne) (Gagne .Wager and Rojas.1981)

แนวคิดของ Gagne .Wager and Rojas เกี่ยวกับการออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์เน้นที่การใช้ยุทธศาสตร์ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์สอน(Events of instruction) ทั้ง 9 ขั้น คือ

ตารางที่ 2.2 แสดงการออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของกาเย่ (Gagne)

เหตุการณ์การสอน	ยุทธศาสตร์
1. เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน	1. ใช้สื่อรูปภาพ สี เสียง
2. รักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่	2. แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนให้ผู้เรียนทราบ
3. ให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม	3. ใช้การทบทวนหรือการทดสอบก่อนเรียน
4. แสดงสิ่งเร้า	4. เสนอเนื้อหาในรูปแบบต่างๆ
5. ให้แนวทางการเรียนรู้	5. ใช้ตัวชี้นำ การกระตุ้น การบอกใบ้และการให้คำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนผ่านมา
6. ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม	6. กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม
7. ให้ผู้เรียนได้ทราบผลการปฏิบัติกิจกรรมซ่อมและได้รับการเสริมแรง	7.ให้ข้อมูลป้อนกลับช่วยเหลือหรือการสอนเสริม เมื่อผู้เรียนตอบผิด ให้คำยืนยันและการเสริมแรง เมื่อผู้เรียนตอบถูก

8. ประเมินผล	8. ตรวจสอบการปฏิบัติกิจกรรมหรือการทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่ แล้วแสดงผลให้ผู้เรียนทราบ
9. ถ่ายโยงการเรียนรู้	9. โดยการสรุปสาระสำคัญให้การบ้าน

3. **แนวคิดของปาร์ค** (Park) (Park OK – Choon.1981-1982)

Park ได้เสนอแนวคิดในการออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพโดยการใช้ยุทธศาสตร์ RSIS (Response Sesitive Instructional Strategies) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

3.1 สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยการใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว การใช้สี การใช้ข้อความที่น่าสนใจก่อนที่จะมีการสอน การเขียนบทนำที่เน้นความสำคัญของผู้เรียนจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้

3.2 การรับรู้ของผู้เรียนในเนื้อหา ด้วยการใช้ยุทธศาสตร์เตรียมการก่อนสอน เช่น แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนว่าภายหลังจากการเรียนจบบทเรียนแล้วผู้เรียนจะทำอะไรได้บ้าง

3.3 ให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาใหม่ โดยปกติแล้วจะนำเสนอในรูปแบบบทเรียนแบบการสอน (Tutorial program) ซึ่งจะมีการเสนอเนื้อหา การถาม-ตอบ การตัดสินผลการตอบการให้ข้อมูลย้อนกลับหรือเป็นการสอนซ่อมเสริม

3.4 เพิ่มความเข้าใจของผู้เรียน โดยการให้ทำแบบฝึกหัด ให้ตอบปัญหาให้ข้อมูลป้อนกลับ ให้การเสริมแรง จัดหาแนวทางการเรียนที่เหมาะสมและมีการประเมินผลกิจกรรมของผู้เรียนเป็นต้น

3.5 เพิ่มความคงทนในการจำ โดยใช้การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน หรือการถามคำถามเพิ่มเติม

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมานี้ พอจะสรุปได้ว่า ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องครอบคลุมการสอนทั้ง 4 ระยะคือ การให้สารสนเทศ แนะแนวทางทางการเรียน ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม และประเมินผลการปฏิบัติ ซึ่งชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่ครอบคลุมการสอนทั้ง 4 ระยะ และสอดคล้องตามแนวคิดของนักการศึกษาทั้งสามท่านก็คือ ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์แบบ Tutorial

นอกจากระเบียบวิธี (Methodology) ที่ดีของบทเรียนแล้ว การใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง จะช่วยเพิ่มความสนใจและรักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่ และการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา (content summary) ก็เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้และความคงทนในการจำทั้งในระยะสั้น และการจำในระยะยาว

4.แนวความคิดของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดภิบาล
(คู่มือการพัฒนาอีเลิร์นนิ่ง 21-79)

หลักการออกแบบระบบการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่ง(E-learning Instructional Systems Design)

ขั้นตอนที่ 1	คุณสมบัติของผู้เรียน
ขั้นตอนที่ 2	วิเคราะห์หลักสูตร/วิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับชั้น
ขั้นตอนที่ 3	เขียนข้อกำหนดการวัด
ขั้นตอนที่ 4	เขียนข้อกำหนดการทดสอบ
ขั้นตอนที่ 5	นำรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้
ขั้นตอนที่ 6	จัดทำแม่แบบเอกสารการนำเสนอหน้าจอ
ขั้นตอนที่ 7	การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้
ขั้นตอนที่ 8	ออกแบบ สร้างสรรค์
ขั้นตอนที่ 9	ผู้เชี่ยวชาญในสาขาเข้ามามีส่วนร่วม
ขั้นตอนที่10	เตรียมเขียนร่างรายละเอียดการนำเสนอ e-learning
ขั้นตอนที่11	ผลิตร่างมาตรฐานของชุดการเรียน
ขั้นตอนที่12	ควบคุมคุณภาพของผลผลิต
ขั้นตอนที่13	เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เข้าเรียน
ขั้นตอนที่14	สร้างต้นฉบับสุดท้ายของการเรียน
ขั้นตอนที่15	บำรุงรักษาชุดการเรียนให้ทันสมัย

ขั้นตอนที่ 1 ระบุคุณสมบัติผู้เข้าเรียน (Identify the Learner)

คุณสมบัติของผู้เข้าเรียนจะต้องคำนึงถึง

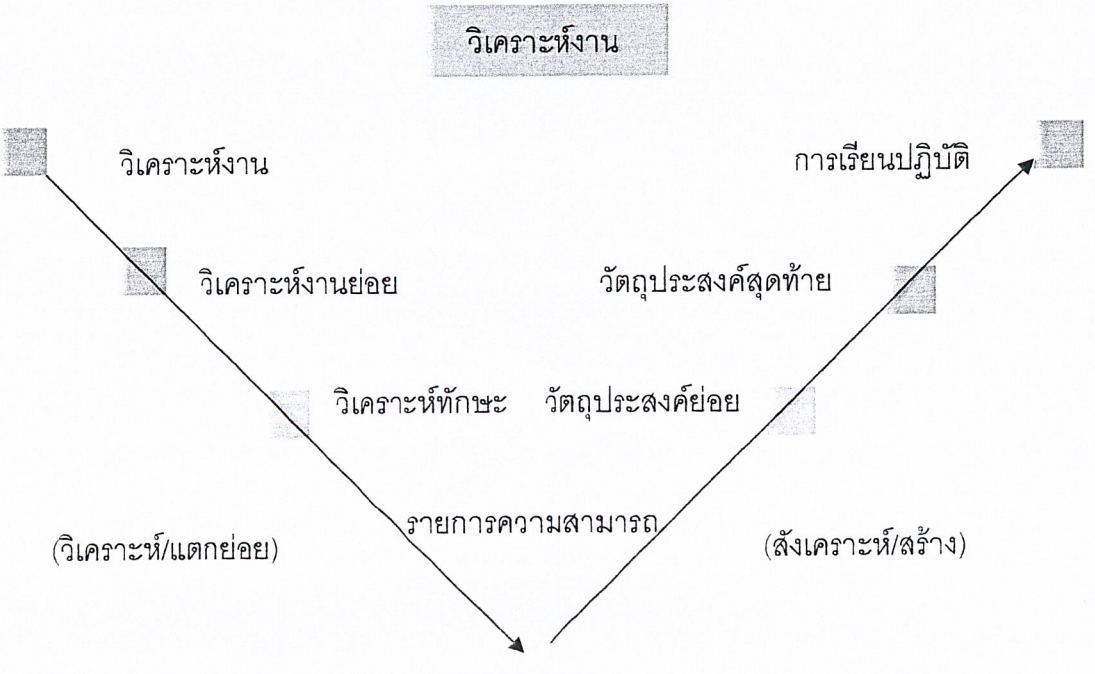
- อายุ เพศ ประสบการณ์ ระดับการศึกษา
- ระบุพฤติกรรมของผู้เรียน เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ การอ่าน ฯลฯ
- ความรู้พื้นฐาน
- ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรมของผู้เรียน

สรุปคุณสมบัติ คุณลักษณะพิเศษของกลุ่มเป้าหมายของผู้เรียนจะกำหนดเป็น คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical) คุณสมบัติทางการศึกษา (Education) คุณสมบัติทางกายภาพคือการมองถึงความสมบูรณ์ของร่างกายสามารถเรียนได้โดยทั่วไปจะมีการตรวจร่างกายมีผลการทดสอบการครบถ้วนของร่างกายพิการลักษณะใด มีโรคประจำตัวรึเปล่า คุณสมบัติทางการศึกษา ศึกษาวิชาใดมาบ้าง ระดับการศึกษาใด ประถม มัธยม อุดมศึกษา ในระบบ นอกระบบ หรืออัธยาศัยพื้น

ความรู้อ่านออกเขียนได้ และโดยเฉพาะวิชาด้านเทคโนโลยี เรียนคอมพิวเตอร์มารีเปล่า ภาษาอังกฤษระดับใด เป็นต้น ทั้งสองอย่างผู้เชี่ยวชาญแต่สาขาวิชาจะเป็นผู้กำหนดรวบรวมด้วยการลงสมัครระบบอิเลคทรอนิก (Electronic Registration) ซึ่งถูกออกแบบจากผู้รับผิดชอบของหน่วยงานคอมพิวเตอร์ (Computer Based Learning: CBL)

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์หลักสูตร/วิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับชั้นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Curriculum Analysis Job Analysis and develop Performance Hierarchies) ในการทำความเข้าใจระบบ e-learning จะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์และย่อยเนื้องานของหลักสูตรออกมาเป็นส่วนย่อยๆ ในลักษณะของรายการความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนต้องแสดง และทำให้เห็นโดยประจักษ์ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการเรียน และสอดคล้องกับความต้องการของตลาด
2. การสร้างอุปกรณ์การเรียนให้เหมาะสมกับรายการความสามารถเพื่อใช้ในการเรียน ขั้นตอนนี้จะมีส่วนสำคัญมาก เพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดีจะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียน



ภาพที่ 2.5 แสดงการวิเคราะห์งาน (Job Analysis)

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Write Performance Objective. Write terminal, enabling and sub-objective that match the task hierarchies)

เขียนวัตถุประสงค์ของการเรียนปละการฝึกว่าผู้เรียนและผู้รับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้และกระทำอะไรได้บ้าง ผู้ที่มีหน้าที่จัดทำชุดการเรียนและฝึกควรจะเขียนวัตถุประสงค์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้วัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับกิจกรรมที่จะต้องกระทำและวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับในเรื่องของอารมณ์ความรู้สึกโดยคิดว่า อารมณ์ความรู้สึกนั้นมีส่วนสำคัญมากต่อการเรียนรู้ ต่อไปนี้ตัวอย่างเช่นการเขียนวัตถุประสงค์ โดยเรียงลำดับ ดังนี้

A. ผู้เรียน/ผู้รับการฝึก (Audience)

B. พฤติกรรม (Behavior)

C. เงื่อนไขสำหรับประเมินผล (Condition for Evalution)

D. ระดับชั้น (Degree)

A. ผู้เรียน/ผู้รับการฝึก (Audience)

กำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้เรียนและฝึกตัวอย่าง เช่น ผู้เรียนและผู้ที่จะเข้ารับการฝึกแต่ละกลุ่มจะมีวัตถุประสงค์ในการเรียนและการฝึกที่แตกต่างกัน เช่น ผู้เรียนและการฝึกรุ่นก่อนสามารถที่จะเลื่อนขั้นการเรียน การฝึกต่อไปได้เลยโดยไม่ต้องเริ่มฝึกขั้นแรกใหม่

B. พฤติกรรม (Behavior)

ลำดับต่อไปเป็นการระบุพฤติกรรมที่ผู้เข้าฝึกควรจะมีหลังจากที่สำเร็จการเรียนและฝึกตามโมดูลแล้วการระบุควร ทำโดยใช้คำที่แสดงกิริยาที่เหมาะสม ประโยคกำหนดพฤติกรรมของท่านจะต้องสามารถวัดผลได้ ควรใช้คำจำกัดความเช่น จงอธิบาย จงวาด จงคำนวณ จงสร้าง กิริยาต่างๆเหล่านี้ สามารถได้รับการสังเกตการณ์และประเมิณผลได้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำเช่น จงทำความเข้าใจ จงเรียนรู้ จงรู้สึก จงตีความหมาย คำเหล่านี้เป็นคำที่ซึ่งไม่สามารถทำการสังเกตการณ์ได้และไม่สามารถวัดได้

C.เงื่อนไขสำหรับประเมินผล (Condition for Evalution)

ระบุเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้และการฝึกเช่น "จัดดินสอและกระดาษให้ผู้เรียนฝึกโดยจะต้องอธิบายรูปแบบ A B C D สำหรับการเขียนวัตถุประสงค์การปฏิบัติการณ์" "ใช้อุปกรณ์การเชื่อมที่จัดไว้ในห้องปฏิบัติการ" ประโยคเหล่านี้อธิบายถึงเงื่อนไขในการประเมินผลการปฏิบัติของผู้เรียน

D. ระดับชั้น (Degree)

บ่อยครั้งที่ผลการปฏิบัติการณ์ของผู้เรียนจะผ่านเกณฑ์ที่ใช้ได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนอาจถูกให้ทำการกลึงท่อนเหล็กที่มีระยะเพื่อความแม่นยำให้เพียง 0.02 มม. ผู้เรียนอาจต้องตอบคำถาม 50ข้อโดยที่ทำผิดไม่เกิน 2 ข้อ หรืออาจต้องเย็บผ้าเป็นเส้นตรงเป็นมุมฉาก 90 องศา โดยไม่มีร่องรอยการจุกกันเป็นก้อนของผ้าชั้นที่สองประโยคที่แสดงถึงระดับชั้นจะต้องระบุจำนวนและคุณภาพ

- เขียนวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์สุดท้ายที่จะจัดกลุ่มความสามารถย่อยต่างๆ เข้าด้วยกัน
- ขอบเขตของการเรียนรู้ของวัตถุประสงค์แต่ละข้อควรได้รับการระบุไปพร้อมๆกับทักษะบังคับพื้นฐานต่างๆ ที่ผู้เข้ารับการฝึกจำเป็นต้องทำสำเร็จก่อนเพื่อที่จะทำการสาธิตความสามารถย่อยต่างๆ
- วัตถุประสงค์สามารถได้รับการระบุโดยสองวิธีดังต่อไปนี้โดยให้ขอบเขตการเรียนรู้ระบุถึงชนิดของวัตถุประสงค์ โดยเรียงขึ้นไปตามลำดับที่สำคัญขึ้นไป เช่น ทักษะการใช้ภาษาการสร้างความสามารถแยกแยะแนวความคิด การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินผลและการแก้ปัญหารูปแบบที่สองซึ่งง่ายกว่า คือ การระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น ความรู้ ความเข้าใจหรือการนำมาปฏิบัติ วัตถุประสงค์เหล่านี้ควรสร้างโดยอิงรายชื่อมาตรฐานทักษะซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นในแต่ละสาขาวิชาควรทำการระบุวัตถุประสงค์เหล่านี้อย่างระมัดระวังและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนและการฝึกอบรมของท่านระบุรายชื่อของวัตถุประสงค์การปฏิบัติการสำหรับหลักสูตรหรือโมดูลลงในรายงานออกแบบชั้นสูงควรศึกษารูปแบบที่1 เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนวัตถุประสงค์การปฏิบัติการการวิเคราะห์และจัดกลุ่มเข้าเป็นลำดับชั้นของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เรียนหรือฝึกสำหรับวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์สุดท้าย (Write test- items to measure the trainee's level of achievement and performance for terminal and enabling objective)

การวัดผลความสามารถของผู้เรียนหรือฝึกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของระบบ e-learning ระบบe-learningที่ดีที่สุดมีการจักสร้างศูนย์รวมของข้อสอบซึ่งข้อสอบแต่ละข้อโยงเข้ากับวัตถุประสงค์การปฏิบัติหรือเชิงพฤติกรรมบ่อยครั้งที่วัตถุประสงค์ปฏิบัติหนึ่งจะมีข้อสอบที่เกี่ยวข้องหลายข้อถึงแม้ว่าจะใช้คำต่างกันแต่ว่าในความจริงต่างก็วัดพฤติกรรมเดียวกัน คำเหล่านี้สามารถ

นำมาผสมผสานกันเพื่อสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนต่างกันหลายชุดอีกทั้งยังสามารถนำมาสร้างแบบฝึกหัดหรือข้อสอบวัดผลหลังเรียนได้ด้วย

- ตัววัดผลเชิงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติต้องได้รับการระบุและแสดงเป็นรายลักษณ์อักษรเพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติสำหรับวัตถุประสงค์หลักต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนหรือฝึกแบบตรวจสอบและแบบทดสอบหลังเรียนตามโมดูลนั้นๆ ได้อีกด้วย
- ท่านต้องจัดทำแบบทดสอบซึ่งจำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังเรียนสำเร็จที่เกี่ยวข้องของทุกๆ กลุ่มงานย่อยโดยใช้ขั้นตอนการทดสอบที่เชื่อถือได้ในการวัดความสำเร็จของผู้เรียนหรือฝึก
- การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติและข้อความที่ใช้ในการอธิบายวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องทำให้เล็งเห็นถึงความเกี่ยวข้องกัน
- จัดส่งแบบทดสอบสำหรับโมดูลโดยรายงานไว้ในรายงานการออกแบบขั้นสูง

ขั้นตอนที่ 5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกลุ่มเป้าหมายผู้เรียนและฝึก (Adopt a learning model that is appropriate to targeted learner

- ทฤษฎีการเรียนรู้หลายข้อได้ถูกนำมาใช้โดยการนำเอาแบบจำลองการเรียนรู้ที่นำเสนอหัวข้อการเรียนรู้จากง่ายไปยากแบบจำลองนี้เป็นวงจรและครูฝึกผู้เรียนและผู้ฝึกสามารถเรียนจากความรู้ระดับล่างไปสู่ระดับบนโดยผ่านขั้นตอนต่างๆ ของชุดการเรียนและการฝึกหลายครั้งขณะเรียนคำสั่งของการเริ่มปฏิบัติใหม่ในแต่ละครั้งควรผ่าน 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ : เรียนรู้ (Know) แสดง (Show)ปฏิบัติจริง (Do) ทบทวน (Review) ผ่าน(Pass Through)

ในขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการเรียนการฝึก ควรจะให้ครูหรือใช้โปรแกรมการเรียนรู้ด้วยตนเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อนผู้รับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญ เช่นทักษะการใช้ภาษาและความสามารถก้าวขึ้นไปเรียนรู้ทักษะชั้นสูงขึ้นไป ผู้เรียนและผู้รับการฝึกจะต้องเรียนรู้ และสามารถใช้คำศัพท์เฉพาะได้อย่างถูกต้องและมีความคิดพื้นฐานที่ถูกต้องในการกล่าวถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

ครูหรือโปรแกรม e-learning สามารถทำให้ผู้เรียนและฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ได้ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและความเหมาะสมหรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่างการแสดงหรือนำเสนอ (Show) ตัวอย่างที่มี การวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เรียนและฝึกสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ๆ เข้ากับสิ่งที่คุ้นเคยหรือสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว ก็จะจดจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูหรือสื่อการสอนระบบ e-learningหยุดทำการสอนหากแต่ให้ผู้เรียนและฝึกควบคุมตัวเองภาคปฏิบัติ (Do) เป็นส่วนของการฝึกปฏิบัติ ทำซึ่งจะทำให้ผู้เรียนและฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์การสังเคราะห์ และการประเมินผลที่เกิดขึ้นการแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติที่ได้ตั้งไว้จะต้องถูกนำมาปฏิบัติขณะที่ครูทำการสังเกตเหตุการณ์ว่าผู้เรียนและฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามที่กำหนดหรือไม่

การทบทวน (Review) จำทำให้ผู้เรียนและฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติของเขาระหว่างการฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนและฝึกจะได้รู้ว่าการปฏิบัติของเขาช่วงใดทำได้อย่างถูกต้องและช่วงใดที่จะต้องได้รับการปรับปรุงการที่ได้นำทักษะต่างๆ มาปฏิบัติจริงและได้รับผลตอบสนองของการปฏิบัตินั้นๆ ในทันทีจะสามารถช่วยสงเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้หลังจากที่ผู้เรียนและฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองแล้ว ควรให้มีการปฏิบัติทักษะนั้นๆซ้ำจนกว่าจำทำได้ถูกต้องทั้งหมดและมีความมั่นใจในตัวเอง

ในการออกแบบชุดการเรียนและการฝึก หรือจะดำเนินการออกแบบโดยใช้ให้ครบทั้งห้าของแนวคิดรวบยอดของการจำลองการเรียนรู้ จำไว้ว่าทุกชุดการเรียนและชุดการฝึกจะต้องเริ่มที่องค์ความรู้ (Know) แสดงนำเสนอ(Show) การปฏิบัติหรือกระทำ(Do) ทบทวนซ้ำ (Review) ผ่านการฝึก(Pass Through)

ขั้นตอนที่ 6 รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษสื่อการนำเสนอและหน้าจอโมดูล e-learning (Layout templates for printed pages, presentation media, and e-learning modules screens) ในการพัฒนาวัสดุการเรียนการสอนและการฝึก

ระบบ e-learningควรใช้รูปแบบซึ่งเป็นมาตรฐานและต่อเนื่องกันเพื่อให้เข้าใจง่าย ควรลดจำนวนของการใช้หน้ากระดาษพิเศษเกินไป เราสามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลิตผลโดยใช้รูปแบบมาตรฐานซึ่งสร้างก่อนแล้ว การทำให้การนำเสนอเป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้ง่ายสำหรับผู้เรียนและฝึกที่จะหาข้อมูลและใช้โปรแกรมการเรียนและฝึกนักออกแบบหลายคนสร้างหน้ากระดาษและรูปแบบหน้าจอที่กลายเป็น พื้นฐานสำหรับบางสาขาวิชาซึ่งได้ถูกนำมาใช้ซ้ำๆ ในการสร้างองค์ประกอบของโมดูลหรือหลักสูตร

การออกแบบและการจัดหน้าจอ (template for Screen design) ควรให้มีออาชีพทางด้านสื่อสิ่งพิมพ์ช่วยเหลือซึ่งมีขั้นตอนสองส่วนด้วยกันคือ

1. **ภาคการออกแบบ** (Design) ตามขั้นตอนในการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกขั้นตอนที่1-5 ถือได้ว่าเป็นภาคการออกแบบระบบการเรียนการสอนหรือการฝึก เป็นข้อมูลที่จะถูกรวบรวมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบระบบการสอน

2. **ภาคปฏิบัติและการประเมินผล** (Development & Evaluation) จากขั้นตอน 6-15 ในการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกเป็นภาคการพัฒนาการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกเป็นข้อมูลที่จะถูกรวบรวมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบระบบการสอน จะถูกพัฒนาให้ออกมาเป็นชุดการฝึก การเรียนตามหลักการ

การสร้างรูปแบบของหน้าจอ Screen design จะต้องถูกสร้างขึ้นมาตามหลักการดังต่อไปนี้

1. จุดเน้นของความคิดรวบยอด (Focus on Key Concept) แนวความคิดของการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการเรียนรู้ ออกแบบให้ได้จุดเน้นของแต่ละวิชา
2. ทุกอย่างจะต้องเป็นเหตุเป็นผลกัน (Logical) การออกแบบจะต้องชัดเจนมีแรงจูงใจในการอ่านตืดตามตั้งแต่ต้นจนจบ
3. ความสอดคล้องถูกต้อง (Consistency) ของเนื้อหา สาระในการให้ความรู้ถูกต้องคงเส้นคงวาตามหลักการเรียนรู้
4. อ่าน ฟัง ดู ง่าย (Easy to Watch, to read and to Listen) การให้เนื้อหาที่ชัดเจนอ่านง่าย ขนาดของตัวอักษร ยึดหลักการมองเห็น
5. ง่ายต่อการติดตาม (Navigator) มีเครื่องนำทางหรือบอกทางที่ง่ายและชัดเจน
6. ภาพประกอบ(Illustration) ภาพประกอบที่เป็นภาพถ่าย ภาพลายเส้นจะต้องถูกต้องตามเนื้อหาสาระ และใช้เครื่องมืออาชีพถ่ายทำหรือสร้างจากคอมพิวเตอร์
7. มีการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ใช้การตอบสนองการเรียนรู้ของกลุ่มผู้รับการฝึกและการเรียนแบบสองทาง ออกแบบให้โต้ตอบกันกับสิ่งพิมพ์
8. การทดสอบและผลการตอบสนอง (Testing and Feedback) จะต้องมีระบบทดสอบที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันทั้งระบบ
9. การจัดการกับฐานข้อมูล (Databasses Management) ฐานข้อมูลเป็นส่วนเก็บข้อมูลทุกๆ ด้านของระบบการฝึก e-learning
10. ฉากหลัง (Background) จะถูกออกแบบโดยมืออาชีพให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชานั้นๆ
11. ความสุนทรีย์ (Aesthetic Theatment) มีความงามตามความเหมาะสมในกลักกาวออกแบบในเรื่องของความงามที่ผู้เรียนและฝึกการเรียน พอใจและกระตุ้นให้ต้องการที่เรียนและฝึก

12. การให้เสียงบรรยาย (Narration) จะต้องจัดหาผู้ที่มีความทสามารถในการบรรยายที่เป็นมืออาชีพให้เสียงที่ชัดเจนเหมาะกับวิชานั้น ๆ
13. เสียงคนตรี (Music) ประกอบเหมาะกับเนื้อหารสาระ และได้เอกลักษณ์ของวิชานั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้ (Design databases of stop of all digital learning resources)

ทุกวันนี้เราอยู่ในโลกดิจิทัลในศตวรรษหน้าจะเป็นช่วงที่มีการค้าการสื่อสาร และการฝึกอบรมจะถูกอบรมทางอินเตอร์เน็ต แหล่งฝึกต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใช้ได้ง่ายโมดูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการฝึกเพื่อตอบสนองความต้องการนี้ด้วย ระหว่างที่การออกแบบหลักสูตรการฝึกควรจัดระบบให้ดีเพื่อโยงข้อมูลเข้าหากันเพื่อจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในคอมพิวเตอร์หลายๆคำที่เขียนขึ้นในช่วงการออกแบบสามารถนำมาใช้ซ้ำๆระหว่างการพัฒนาและการเคลื่อนไหว กราฟิก เสียงต่างๆ ควรถูกจัดเก็บในคอมพิวเตอร์ให้ดีด้วยให้ดีด้วย

ขั้นตอนที่ 8 การออกแบบโมดูลให้สร้างสรรค์และสวยงาม (Design a creative, aesthetic treatment of the modules)

การสร้างชุดฝึกยังไม่เป็นการเพียงพอ การพัฒนาชุดฝึกให้มีความสวยงามก็มีความสำคัญ เราควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบที่จำเจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างโมดูล พยายามใช้ลักษณะนิสัยของผู้ฝึกเข้ามาร่วมในการพัฒนาสถานการณ์ที่น่าสนใจ บางครั้งก็สามารถใช้วีดีโอของตัวแทนหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีอำนาจในการนำเสนอหลักสูตรหลายครั้งที่การเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้คำเฉพาะ กราฟิก และสีสันต่างๆ ซ้ำไปซ้ำมา เพราะนั้นจึงควรพยายามหาวิธีการที่น่าสนใจเพื่อช่วยให้ผู้รับการฝึกเรียนรู้ทักษะที่ถูกสอนควรให้ผู้รับการฝึกมีส่วนร่วมในสิ่งที่น่าสนใจและน่าจดจำบ่อยๆ วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการสร้างหลักสูตรคือการก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตรที่มีอยู่แล้วเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติหรือความสามารถย่อย (Interact with a subject matter expert all us existing course material to obtain the content require to teach each enabling objective all competency cluster)

ผู้ออกแบบหลักสูตรอาจไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นเพราะฉะนั้นขั้นตอนการที่8 ควรแล้วเสร็จพร้อมกับขั้นตอนที่ 9 และอาจเป็นประโยชน์ที่จะร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ในการ

เขียนหลักสูตรที่ละหน้าในการสร้างโมดูลท่านต้องทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อที่จะนำเสนอหลักสูตรที่มีความแม่นยำผู้เชี่ยวชาญจะรู้ได้ว่าสิ่งใดจะต้องได้รับการเรียนรู้และท่านต้องจัดทำการเรียนการฝึกในลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนและผู้ฝึกบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้ หน้าที่ของท่านคือตัดสินใจว่าจะนำเสนหลักสูตรในรูปแบบใดและทดสอบ ผลลัพธ์อย่างไรโดยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญท่านสามารถพัฒนาการนำหลักสูตรที่น่าสนใจมีประสิทธิภาพประสิทธิผลและแม่นยำได้ หากแต่ว่าควรจะมีการคาดการองค์ประกอบโมดูลการฝึกที่อาจจะล้าสมัยหรือจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงตามสมัย ข้อควรระวังในการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญคือ ระวังอย่างให้เข้าเอางานไปทำทั้งหมด เพราะโดยมากแล้วผู้เชี่ยวชาญรู้เรื่องเกี่ยวกับหลักสูตรเป็นอย่างดีและมีความรู้ในด้านคุณภาพของการออกแบบการสอนการทดสอบหรือวิธีการนำเสนอไม่มากนักผู้ที่มีการรับผิดชอบในการจัดทำวัสดุการเรียนการฝึกจะต้องรับรองได้ว่าวัสดุการเรียนการฝึกมีความแม่นยำการเปลี่ยนแปลงใดๆที่ทำบนแบบร่างจะไม่เปลืองต้นทุนควรจะทำการแก้ไขข้อบกพร่องหรือจุดที่ขาดหายไปบนแบบร่างแทนที่จะไปทำบนชุดการฝึกที่สำเร็จแล้วหรือบนเทปอัดเสียงหรือวีดีโอที่อัดเสียงแล้ว

ขั้นตอนที่ 10 การจัดทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก : สิ่งพิมพ์ สื่อนำเสนอ หรือ บนแบบหน้าจอของคอมพิวเตอร์e-learningโมดูล (Prepare written drafts of the training program: print pages, presentation media or CBT module screens and logic.)

การจัดทำวัสดุฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อประสมเข้ามาร่วมในการเสนอถ้าหากว่าการฝึกระบบ e-learning จะต้องนำมาใส่ในโปรแกรมการฝึกโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เนื้อหาและการดำเนินเรื่องสำหรับโมดูลหรือหลักสูตรจะต้องได้รับการพัฒนาขึ้นขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนซึ่งจะจะต้องออกแบบเนื้อหาและตรรกะของโปรแกรมเขียนคำบรรยายที่จะนำไปอัดเป็นเสียงพูดและคำบรรยายที่นำมาเป็นเนื้อหาบนจอ ควรระบุรูปจำลอง กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือวีดีโอที่จะปรากฏขึ้นบนจอสุดท้ายจึงเชื่อโยงแต่ละหน้าบนจอเข้าด้วยกันตามลำดับ แล้วจึงนำปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้มาใส่ข้าไปเพื่อข้อสอบต่างและเขียนขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนและผู้ได้รับรู้ว่าเขาปฏิบัติดีแค่ไหนท่านอาจจะต้องการที่จะเขียนทุกๆอย่าง ตั้งแต่เริ่มหรือจะให้เนื้อหาซึ่งมีอยู่แล้วในเอกสารแผ่นฟิล์มหรือหนังสือต่างข้อควรจำคือควรพัฒนาการฝึกโดยคำนึงถึงแบบจำรองการเรียนรู้ซึ่งได้นำเสนอไปแล้วในขั้นตอนที่ 5 ซึ่งจะช่วยให้พัฒนาการฝึกคิดที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้สูงสุด

ขั้นตอนที่ 11 จัดทำแบบร่างโมดูลแบบเรียนชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนและชุดฝึก (Product drafts training module in a form appropriate to the need of the trainee and require by the project)

ควรทำแบบจำลองของโมดูลชุดการเรียนฝึกให้เสร็จสิ้นเสียก่อนแผนร่างของวัสดุการฝึกคือผลผลิตการฝึกที่สำเร็จสามารถปฏิบัติได้และมีรูปแบบเป็นทางการแต่อาจจะยังไม่ได้รับการขัดเกลาที่เพียงพอและอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทุกๆองค์ประกอบ ของโมดูลนี้ต้องได้รับการเสนอต้องสามารถทำงานได้เต็มที่และต้องไม้ควรมีไวรัสใดๆที่อาจทำให้เกิดปัญหากับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งอาจไม่มีความรู้ในด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน

ขั้นตอนที่ 12 การควบคุมคุณภาพของชุดการเรียนการฝึก (Perform in-house Quality Control the e-learning training Product)

การประเมินผล(Evaluation) ไม่ใช่การกระทำที่จะเกิดขึ้นครั้งเดียวจบ แต่ควรจะมาจากการวางแผนที่ดี และมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุกๆองค์ประกอบของโมดูลท่านจะต้องให้เวลากับบุคลากร นอกเหนือจากผู้ออกแบบ หรือผู้เขียนที่จะตรวจสอบทุกๆหน้ากระดาษ หรือจอภาพของโปรแกรม เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือใจความที่ขาดหายไปอย่างพอเพียง ไม่เช่นนั้นแล้วชุดฝึกอาจไม่ดีเพียงพอ ท่านอาจต้องการจำลองการใช้ชุดฝึกจริงของผู้เข้ารับการฝึก โดยทำตามคำสั่งต่างๆ ในโมดูลทุกๆสาขาของโปรแกรมและดูว่ามีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ที่ดีหรือไม่ เพื่อที่จะรองรับได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกก่อนการทดสอบใกล้เคียงกับผลสำเร็จสุดท้ายของชุดฝึกจริงมากเท่าไหร่ ผลตอบสนองที่จะมากขึ้นเท่านั้น หลังจากนั้น ควรส่งโปรแกรมให้ผู้เชี่ยวชาญ (Subject Matter Expert) ในด้านนั้นๆ ตรวจสอบ และยอมรับเสียก่อน เพื่อมิให้เกิดการฝึกที่ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์หรือข้อมูลที่ผิดพลาด

ขั้นตอนที่ 13 จัดเก็บข้อมูลการใช้ชุดการเรียนฝึกต้นแบบของผู้เรียนและรับการฝึกปฏิบัติโดยเทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการเพื่อจัดทำการแก้ไข ปรับปรุงชุดการเรียนชุดการฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้าย (Collect Data on learner use of the prototype materials and their performance on enabling and terminal objectives in order to make revisions to the module and produce the final drafts)

ทำการทดสอบโมดูล(test) กับตัวแทนกลุ่มผู้เรียนหรือผู้รับการฝึกเพื่อหาข้อผิดพลาดและดูว่าโมดูลใช้งานได้ดีแค่ไหนในระบบ e-learningการฝึกควรจะมีการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ทำการสังเกตการณ์ระหว่างการทดลอง(Tryout) และเจ้าหน้าที่เหล่านี้ควรมีอิสระในการหาความไม่

ต่อเนื่องของชุดฝึกหรือความผิดพลาดของข้อมูลเพื่อที่จะระบุได้ว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงใดบ้างในการที่จะจัดทำแบบร่างสุดท้าย ที่มีคุณภาพแบบประเมินผลควรได้รับการจัดส่งไปพร้อมๆกับชุดทดลองฝึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลผลลัพธ์ของข้อสอบย่อยและข้อสอบท้ายหลักสูตรควรได้รับการบันทึกไว้ด้วยประสิทธิภาพของชุดการเรียนชุดฝึกจะต้องได้รับการทดสอบ เพื่อหาว่ามีส่วนใดซึ่งยังไม่ดีพอ หรืออาจทำให้ผู้เรียนหรือผู้ฝึกสับสนหรือผิดพลาด แบบประเมินผลนี้จะสามารถให้ข้อมูลในการที่จะปรับปรุงชุดการเรียน

ขั้นตอนที่ 14 จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูล ชุดการเรียนและชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อการใช้งานจริง (Produce final drafts of e-learning training modules and package them for delivery to the field)

หลังจากได้ข้อมูลของการทดลองชุดการเรียนชุดฝึกข้อมูลนั้นๆ ควรได้รับการตรวจสอบอย่างระมัดระวังและModules หรือหลักสูตรต้องได้รับการปรับปรุงหากว่าท่านได้ทำตามขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ 11 และ 12 การปรับปรุงแก้ไขควรเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ไม่ควรมีสิ่งน่าประหลาดใจเกิดขึ้นในการจัดทำแบบร่างสุดท้ายนี้ เพราะเหตุว่าสิ่งเหล่านั้นควรได้รับการคาดการณ์แก้ไขไว้ก่อนล่วงหน้าหลังจากที่ปรับปรุง แก้ไขดำเนินการเสร็จแล้ว module ชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการจัดเข้าเล่มมีความดึงดูดผู้ใช้และสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 15 การจัดให้ชุดการฝึกมีความทันสมัยอยู่เสมอ ใช้การได้อย่างมีประสิทธิผลในการฝึก (Maintain training modules to ensure they are up to date, usable, and efficient training tools)

ท่านควรจัดทำวัสดุที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้ทันสมัยด้วยตัวเองและโดยผู้ใช้ท่านควรปกป้องการลงทุนที่ใช้ไปกับการผลิต module ชุดฝึกโดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านั้นให้ทันสมัย การ update อย่างสม่ำเสมอและการจัดตารางการบำรุงรักษาข้อมูลจะช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้นอีก ไม่น้อยกว่า 10 ปี การละเลยการบำรุงรักษาโปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้าสมัยภายในไม่กี่ปี

จิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์

หลักการทางจิตวิทยาที่นำมาใช้ในการออกแบบ ธรรมชาติของการเรียนการสอนทั่วไปมักจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 5 ลักษณะด้วยกันคือ (ฉลอง ทับศรี . 2541)

(1) **หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการเร้าความสนใจ**

จิตวิทยาพุทธิปัญญากล่าวไว้ว่า ถ้าจะให้คนเราเกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจ เกิดการจำ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่าได้นั้น คนผู้นั้นจะต้องมีความสนใจก่อน มิฉะนั้นแล้วข้อมูลต่างๆ ที่นำเสนอก็จะไม่ผ่านเข้าสู่สมองของคนๆ นั้นเลย

การเร้าความสนใจนอกจากจะหมายถึง การทำให้เกิดการรับรู้จดจำแล้ว ยังหมายถึงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ๆ ที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วในสมอง เป็นที่เชื่อกันว่าถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ได้ ก็จะสามารถเรียนรู้และจดจำความรู้ใหม่ได้ดีกว่าทนนานกว่าและสมบูรณ์กว่า

ส่วนที่เร้าความสนใจเป็นส่วนแรกที่มองเห็นทันทีคือ บริเวณหน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการออกแบบหน้าจอจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องพิจารณา การออกแบบหน้าจอหมายถึง การออกแบบข้อความ ภาพประกอบที่จะปรากฏบนจอภาพ ซึ่งจะมีส่วนประกอบที่จะต้องพิจารณาหลายประการ (วชิระ อินทร์อุดม. 2540) ซึ่งการออกแบบหน้าจอที่ดี นับเป็นองค์ประกอบที่ดีอย่างหนึ่งของการออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์หรือสื่ออื่นใดก็ตาม ที่มีการใช้จอภาพในการนำเสนอ (Schaefer Meyer. 1990)

การออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีจะต้องประยุกต์จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะสร้างชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดี การออกแบบบทเรียนจะต้องคำนึงถึงภาษาที่ใช้ควรจะเป็นคำที่สั้นและสามารถสื่อความหมายที่ดีด้วย ดังนั้นบทเรียนส่วนใหญ่จึงมีการผสมผสานของกราฟิก สี การเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ดีขึ้น และเพื่อเป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียน

การออกแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ใช้หลักการดังต่อไปนี้ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531)

1. ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟิกนั้นควรมีขนาดใหญ่ และง่ายที่ซับซ้อน และในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องไว้ด้วย
2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว ควรสั้นและง่าย
3. ควรใช้สีเข้ามาช่วย
4. ให้เสียงที่สอดคล้องกับกราฟิก
5. กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกว่าผู้เรียนจะกดแป้นใดๆ

แนวทางในการออกแบบเพื่อเร้าความสนใจผู้เรียน

1. ใช้สีช่วยกระตุ้นให้เตะตาผู้เรียนก่อน กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2539) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความชอบของสีบนจอคอมพิวเตอร์ โดยการกำหนดคู่สีให้ทั้งหมด 36 คู่สี จากการศึกษาพบว่าจำนวนสีที่ใช้เป็นตัวอักษรบนจอคอมพิวเตอร์ไม่ควรมากกว่า 3 สี เพื่อลดการสับสนจำนวนสีที่พอดีคือ 2 สี บนหนึ่งจอ และถ้าจะใช้สีเป็นเครื่องชี้นำบอกหัวข้อต่างๆ (Highlighting) ควรใช้สีที่อ่อนกว่า หรือเข้มกว่า เพื่อสังเกตเห็นได้เมื่อมีการเคลื่อนย้ายแถบสีนั้นๆ

2. ใช้ขนาดของตัวอักษรที่ใหญ่กว่าปกติเป็นตัวกระตุ้น

3. ใช้รูปภาพเป็นตัวกระตุ้น (ควรเป็นรูปภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหา)

4. ใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นตัวกระตุ้น

5. ใช้เทคนิคพิเศษต่างๆ เกี่ยวกับการเห็น เช่น การใช้การกระพริบ การกลับภาพพื้น (Reverse) การซูมภาพเข้า – ออก การวาดภาพ การซ้อนภาพ การใช้ภาพ 3 มิติ

6. ใช้เสียงประกอบในลักษณะต่างๆ

7. ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวช่วยชี้นำ (Prompts) เช่นการใช้หัวลูกศร การใช้เส้นนำสายตา การใช้สัญลักษณ์แทนตัวอักษร

8. การเร้าความสนใจควรเป็นขั้นตอนสั้นๆ เรียบง่าย อย่าให้เยิ่นเย้อ

(2) หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนเนื้อหาหรือหรือการสอน

เมื่อสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้แล้ว ก็จะทำให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับรู้เนื้อหาต่าง พร้อมที่จะจดจำ ทำความเข้าใจในเนื้อหาข้อมูลใหม่ที่จะให้

แนวทางการออกแบบที่เกี่ยวกับการเสนอเนื้อหา

1. เสนอเนื้อหาในแต่ละครั้งทีละน้อยๆ

2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกเรียนเนื้อหาเอง แทนที่จะบังคับให้เรียนตามความรู้พื้นฐานของแต่ละคนซึ่งไม่เหมือนกัน

3. เนื้อหาประเภทข้อความจริง ควรจะให้ผ่านประสาทสัมผัสหลายๆ ทางเช่น ได้เห็น ได้เห็น ได้ยิน ได้ทำตาม เพื่อให้เกิดการรับรู้ การเข้าใจ และการจดจำในที่สุด

4. เนื้อหาที่เป็นความคิดรวบยอด หรือเรียกอีกอย่างว่า "สังกัป" (concept) ควรจะให้ตัวอย่างมาก ๆ ทั้งที่เป็นตัวอย่าง (Example) และตัวเทียบเคียง (nonexample)

5. ควรจัดเนื้อหาให้เข้าใจได้ง่าย เช่น เรียงลำดับก่อน หลัง มีเหตุผล มีผลซึ่งกันและกัน

6. เนื้อหาที่จะเรียนควรปรับจัดให้ปฏิสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน ทำให้มีความหมายกับผู้เรียน และสามารถจำได้นาน

7. การชี้นำ การบอกนำ ในการเสนอเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ยากแก่การเข้าใจ ซึ่งอาจทำได้โดย

- การขีดเส้นใต้ข้อความที่สำคัญ
- แนะนำให้อ่านข้อความส่วนที่สำคัญ
- บอกว่าส่วนไหนของเนื้อหามีความสำคัญเป็นพิเศษ
- ใช้เครื่องหมายคำพูด

8. ในการสอนเนื้อหาประเภททัศนคติ อาจทำได้ 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

ก. การสอนเนื้อหาให้ค่อยๆ ซึมเข้าไปสู่ความรู้สึกนึกคิด โดยการให้รับรู้สิ่งนั้นบ่อยๆ จนชินจนกลายเป็นความคุ้นเคย แล้วนานๆ ก็จะกลายเป็นค่านิยมไปเอง วิธีนี้ต้องใช้เวลา ต้องให้ผู้เรียนค่อยๆ รับรู้สิ่งๆ นั้นไปเรื่อยๆ

ข. การสร้างทัศนคติ สร้างความรู้สึก โดยการทำให้เกิดการช็อค ให้เกิดอารมณ์ความคล้อยตาม การต่อต้านอย่างรวดเร็ววิธีการนี้ต้องสร้างอารมณ์ร่วมในสิ่งนั้นๆ โดยการใช้ภาพเสียง และอย่าให้ผู้เรียนถูกรบกวนจากสิ่งเร้าภายนอก ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้คิดตาม ได้นำตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์นั้นๆ ให้ได้มีอารมณ์ร่วมอย่างจริงจัง วิธีนี้จะได้ผลอย่างรวดเร็วกว่ามาก และจะไม่ลืมง่ายๆ

9. การเสนอเนื้อหาประเภททักษะ ต้องเสนอเป็นตอนๆ อย่างชัดเจน บอกวิธีการฝึกปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนอย่างถูกต้องชัดเจน แล้วให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงอย่างทันทีทันใด

(3) หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือแนะนำ

ในการที่คนเราจะเรียนรู้ โดยปกติแล้วจะต้องมีการทำความเข้าใจ มีการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยง ไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วในสมองให้ได้ ถ้าผู้เรียนทำไม่ได้คอมพิวเตอร์ต้องสามารถให้ความช่วยเหลือได้

แนวทางการออกแบบเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือ

1. ควรมีปุ่ม แถบ หรือข้อความหน้าต่างเพื่อให้ผู้เรียนขอความช่วยเหลือได้ตลอดเวลา
2. ควรจัดตำแหน่งให้ความช่วยเหลือนั้นอยู่ในตำแหน่งที่ใช้ได้ง่ายและสะดวก
3. ข้อมูลที่ให้ควรเป็นข้อความและอาจมีภาพเสียงอื่นๆ ประกอบตามความจำเป็น

4. การช่วยเหลือควรแบ่งเป็นระดับๆ เช่น ให้ข้อมูลเบื้องต้นก่อนและมีข้อความประเด็นที่เกี่ยวข้องให้เลือกสอบถามลึกลงไป โดยการเมาท์คลิกลงไปที่ข้อความ รูปภาพ หรือรูปสัญลักษณ์ในลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext)

5. การให้ความช่วยเหลือผู้เรียนให้เข้าใจโครงสร้างของเนื้อหา (Structure of content) เป็นสิ่งที่น่าจะทำเป็นอย่างยิ่ง

(4) หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการให้ได้ฝึกปฏิบัติ

โดยปกติแล้วคนเรามักจะต้องรับรู้สิ่งใหม่ เนื้อหาใหม่ ข้อมูลใหม่ มากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถจำได้ การได้ฝึกปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนจดจำได้ดียิ่งขึ้น ทำให้สามารถเรียกข้อมูลได้อย่างทันทีทันใด

แนวทางการออกแบบเกี่ยวกับการให้ฝึกปฏิบัติ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติทันทีหลังจากได้เรียนเนื้อหานั้นๆ ไปแล้ว อย่าเสนอเนื้อหาให้มากเกินไป แล้วจึงให้ฝึกปฏิบัติรวมพร้อมกันภายหลัง

2. บอกผลของการฝึกปฏิบัติทันทีทันใดพร้อมๆ กับการบอกผลการปฏิบัติ ควรจะบอกว่าผลการปฏิบัตินั้นผิดเพราะอะไร

3. หลังจากบอกผลการปฏิบัติ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาซ่อมเสริมถ้าจำเป็น

4. ควรจะให้มีจำนวนการฝึกปฏิบัติในเนื้อหาที่เรียนให้มากและบ่อยที่สุดเท่าที่ทำ

5. การฝึกปฏิบัติควรกระจายอยู่ในเนื้อหาทุกส่วนให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์

6. การฝึกปฏิบัติควรเริ่มจากง่ายและค่อย ๆ เพิ่มความยากขึ้นทีละน้อย

7. เนื้อหาที่นำมาใช้ในการฝึกปฏิบัติจะต้องมีความหมายและสัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียน

(5) หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล

1). จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล สำหรับการพัฒนา CAI นั้นมีจุดมุ่งหมายหลักอยู่ 2 ลักษณะ คือ

ก. เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ตรวจสอบความก้าวหน้า ความแม่นยำในเรื่องนั้นๆ ของผู้เรียน กล่าวคือ ถ้าผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนไม่ผ่าน จำเป็นที่ผู้ออกแบบบทเรียน CAI ต้องให้เนื้อหาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงแก้ไขความเข้าใจผิดต่างๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

ข. เพื่อวัดผลครั้งสุดท้ายว่าที่ผู้เรียนได้เรียนมา ผู้เรียนเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นเท่าใด ควรจะผ่านไปเรียนส่วนอื่นๆ ได้หรือไม่ อย่างไร

2). หลักการออกแบบเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล

ก. คำถามในตอนแรกๆ ของเนื้อหา ควรเป็นคำถามที่ไม่ยากเกินไป เพื่อสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เป็นการหาแนวทางในการแก้ไขให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในเนื้อหานั้นๆ

ข. คำถามประเภทเลือกคำตอบ ผู้เรียนใช้ง่ายกว่าการให้พิมพ์คำตอบ โดยการใช้แป้นพิมพ์

ค. การบอกผลของการตอบคำถามที่ใช้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหานี้ ปกติจะไม่มีการเก็บคะแนน นอกจากจะนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพ

ง. คำถามประเภทที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา (Embedded test) นี้จะถามบ่อยและกระจายอยู่ในเนื้อหาอย่างทั่วถึง

จ. ในการใช้คำถามต้องคำนึงถึงอย่างยิ่งเกี่ยวกับระดับความสามารถในการอ่านของผู้เรียน กล่าวคือ คำถามต้องสั้นและเข้าใจง่ายที่สุด

ฉ. คำถามบางคำถามใช้เพื่อชี้แนะแนวทางหรือคำตอบในข้ออื่นๆ

ช. ในการถามอาจใช้รูปภาพประกอบ

ซ. ไม่ควรถามละเอียดจนเกินไป เพราะจะทำให้เบื่อหน่ายได้

ฌ. ตำแหน่งของคำถามอาจจะมาก่อนหรือหลังเนื้อหาที่นำเสนอก็ได้

ญ. คำถามที่ดี คือ คำถามที่ใช้วิธีการตอบง่ายๆ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เบญจา โสตรโยม (2520: 33) กล่าวว่า บทเรียนโมดูลหน่วยการเรียนการสอบได้เริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทย โดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ ประสานมิตรได้จัดให้มีการสัมมนาปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนโมดูล เพื่อใช้ในการสอนวิชาวิทยาและวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ เมื่อปีที่2517 และต่อมาก็ได้เผยแพร่ไปตามสถานศึกษาต่างๆ ซึ่งการวิจัยได้ทำมาเรื่อยทั้งตามหลักสูตรประถมศึกษา มัธยมศึกษา อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา การวิจัยส่วนมากกระทำกันอยู่ 2 ลักษณะ คือ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบปกติ และการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูลเช่น การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปร โดยใช้หน่วยการเรียนการสอน

ผลปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้ศึกษายังได้เสนอว่าควรให้มีการสร้างหน่วยการเรียนการสอนในวิชาอื่นๆอีกด้วย

วสุมดี นาคธร (2521: 29) กล่าวว่า การสร้างโมดูลการสอนเรื่องไฟฟ้าสถิตย์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงตามหลักสูตรกรมการฝึกหัดครู ได้ทำการศึกษากับนักศึกษาวิทยาลัยครูลำปาง จำนวน 106 คน กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 85/85 ผลปรากฏว่าแบบทดสอบมีความเชื่อถือได้ได้ 0.804 โมดูลชุดนี้มีประสิทธิภาพ 86.55/82.71 ผลการเรียนมีความก้าวหน้าคือคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01

ปัญญา ผิวเผือก (2533: 56) กล่าวว่าการทดลองวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียน วิชาสังคมศึกษา เรื่องความรู้เบื้องต้นสำหรับพุทธศาสนิกชน โดยใช้กับชุดการเรียนการสอนปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอน สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ (2539) ได้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะสำหรับนักศึกษาสาขาวิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพเป็น 31.20/70.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งเอาไว้

เตือนใจ ชัยอินคำ (2522: 64) กล่าวว่าจากการทดลองสร้างชุดการเรียนการสอน เรื่องการจัดจำพวกพืชสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลปรากฏว่าชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90/81.1 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 90/90

สุภาพ สุภสา (2538 :37) กล่าวว่า ผลจากการวิจัยการสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคขอนแก่น จำนวน 54 คน ผลปรากฏว่า ชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 94.46/93.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 90/90 ที่กำหนดไว้

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540: บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพาณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.83/82.40 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

อิสรา ศรีสวัสดิ์ (2529: 36) การสร้างและการประเมินภาพบทเรียนโมดูล เรื่องระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น ผลปรากฏว่าบทเรียนโมดูลที่ทำขึ้นมีประสิทธิภาพ 92.90/92.62 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์90/90ที่กำหนดไว้

ณรงค์ คำใหม่ (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 85.33 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.83 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อมร สุขจำรัส (2533 :บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง การย่อยอาหาร นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ก็พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการทดลองของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$ และ $p = 0.001$) ตามลำดับ นั่นคือภายหลังการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและครูเป็นผู้สอน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

ธีระ โสภณจิตต์ (2531) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง วิธีการเขียนภาพตัดวิชาการเขียนเครื่องกล 2 นำไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสร้างมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 83.3 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.02 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนอย่างมีประสิทธิภาพ และการทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่าเมื่อนักศึกษาเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นแล้วมีความรู้เพิ่มขึ้น

Deadmond(1975:33-65) กล่าวว่า จากผลการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียนในการตีความหมายข้อมูลจากบทเรียนโมดูลโดยกระทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี และปริญญาโท มหาวิทยาลัยฟลอริดา ผลการศึกษาปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยจากการเรียนระหว่างนักศึกษาทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลจากการทดลองยังสรุปได้อีกว่าวิธีการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลนั้นนักศึกษาทั้งสองกลุ่มสามารถเรียนได้ดีเท่ากันไม่ว่าประสบการณ์แตกต่างกันหรือไม่

Robertson (1976: 5112-A) จากการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของทักษะในการคำนวณและการแก้ปัญหาของนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมกับมีคำบรรยายอธิบายประกอบ อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้วิธีการสอนโดยใช้ตำราวิชาคณิตศาสตร์ (Textbook for Mathematics) นักเรียนที่ใช้การทดลองเป็นนักเรียนของโรงเรียนแกรี (Gary Public school) มลรัฐอินเดียนา ระดับ 3, 4 และ 5 ระดับละ 2 กลุ่ม ผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางด้านการคำนวณและการแก้ปัญหาของทั้ง 2กลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.5

จากผลการทดลองและการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่าบทเรียนโมดูลที่ได้สร้างขึ้นส่วนมากจะมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนในระดับต่างๆ ได้ และเมื่อนำบทเรียนโมดูลมาใช้สอนจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากันหรือสูงกว่า เช่น เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนโดยปกติ ประการที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือผู้เรียนด้วยบทเรียนโมดูลยังสามารถเลือกเรียนได้อย่างอิสระ และก้าวหน้าไปตามขีดความสามารถของผู้เรียนเอง ทั้งยังเป็นการส่งเสริมวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองและยังทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาเพื่อพัฒนาชุดการเรียนครั้งนี้เป็นการวิจัย พัฒนาชุดการเรียน เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ" สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบตกแต่ง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบตกแต่ง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง จังหวัด กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 35 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบตกแต่ง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง จังหวัด กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 และเรียนวิชาการจัดนิทรรศการ ซึ่งยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาเรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ " มาก่อน จำนวน 9 คน (small group) ได้มาโดยวิธีการเลือกสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก (Convenience Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.2.1 ชุดการเรียนวิชาการจัดนิทรรศการเรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ "

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.1 ชุดการเรียน

ชุดการเรียนที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ และชุดการเรียนฉบับเอกสาร ซึ่งในการทดลองผู้วิจัยได้ทำการทดลอง โดยใช้ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน ที่สร้างขึ้นตามหลักทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบการสอนเนื้อหา tutorialที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Author ware 6 เพื่อใช้ในการสอนเนื้อหาภาคทฤษฎีวิชา การจัดนิทรรศการ เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ "

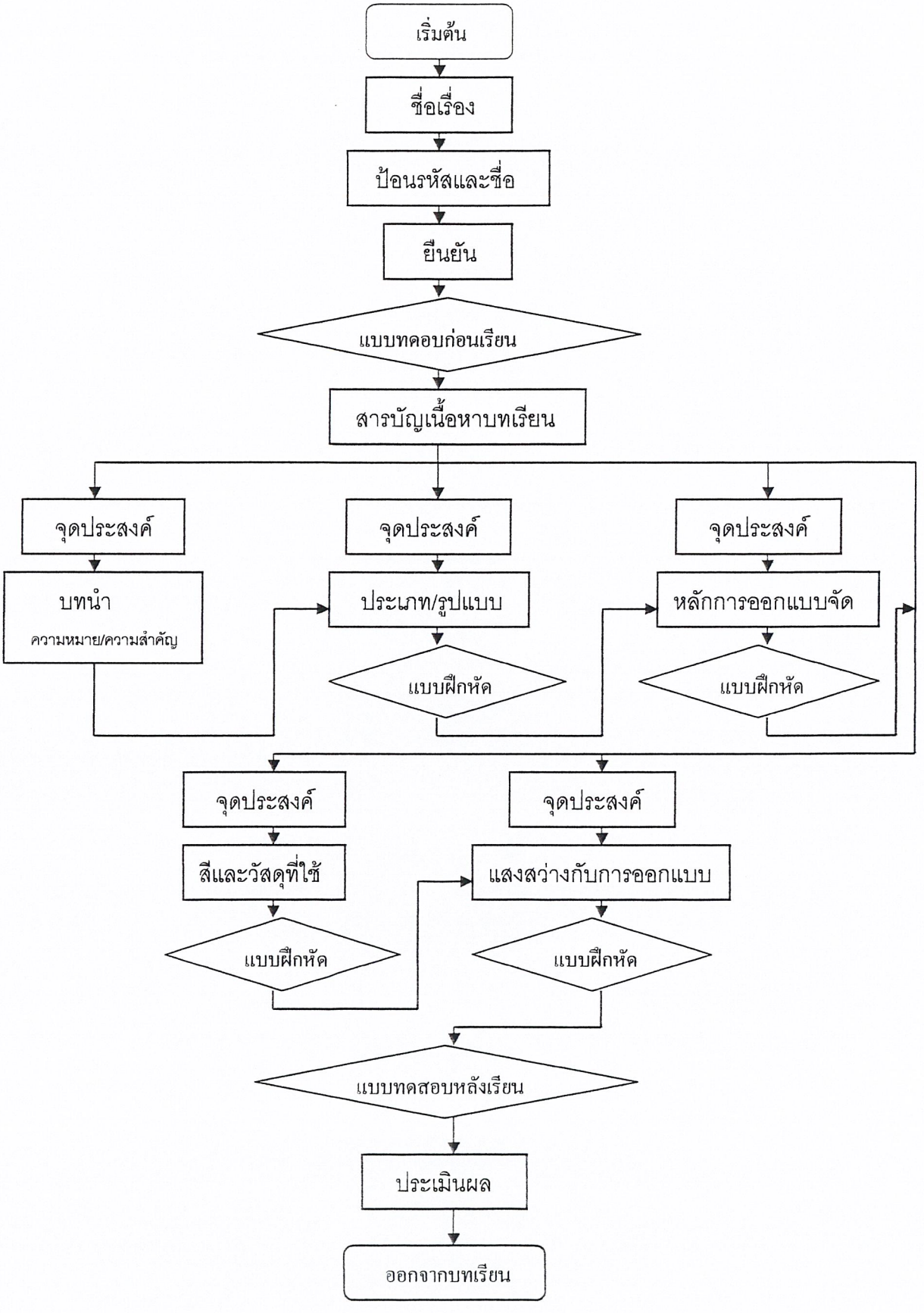
โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ คือ

3.2.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการสร้างชุดการเรียนจากเอกสารตำรารวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและการสร้างชุดการเรียน

3.2.1.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 วิชา การจัดนิทรรศการ วิเคราะห์เนื้อหารายวิชารวมถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยเลือกทำการศึกษาในเรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ " ซึ่งเป็นเนื้อหาทางด้านทฤษฎีที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้และความเข้าใจในขั้นพื้นฐานก่อนที่จะทำการปฏิบัติงานภาคปฏิบัติต่อไป

3.2.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของชุดการเรียนให้มีความสอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชา ออกแบบตกแต่ง 2

3.2.1.4 นำเนื้อหามาเขียนเป็น storyboard เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางในการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้ดำเนินขึ้น จะนำเสนอโดยการแบ่งรายละเอียดของเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรียงลำดับตามเนื้อหาหัวข้อ กำหนดภาพและการโต้ตอบระหว่างตัวผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยสร้างเป็น Flowchart ว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานในลักษณะใด แล้วนำ storyboard ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ได้ทำการตรวจสอบความสอดคล้อง และถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำข้อบกพร่องไปทำการแก้ไขและปรับเปลี่ยนให้มีความถูกต้อง



ภาพที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัด

3.2.1.5 วิธีการสร้างชุดการเรียน

1. นำ Storyboard ที่ผ่านการแก้ไข นำมาสร้างชุดการเรียนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ในการสอนแบบ tutorial โดยใช้โปรแกรม Author ware 6 กำหนดโครงสร้างของโปรแกรม พิมพ์ตัวอักษร จัดขนาดตัวอักษร ออกแบบกราฟิก กำหนดสี

2. ออกแบบจัดกราฟิก ชื่อเรื่อง หน้าจอ ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว ด้วยโปรแกรมกราฟิกต่างๆ

3. นำรูปภาพจากแหล่งต่างๆ เข้ามาจัดการปรับแต่ง และนำเข้าไปในเนื้อหาชุดการเรียน ทำการจัดวางรูปแบบตาม Storyboard

4. ทำการบันทึกเสียงทั้งเสียงบรรยายและเสียงดนตรีต่างๆ ทำการกำหนดเวลาการเล่นเสียงให้เหมาะสมกับภาพที่แสดงอยู่บนหน้าจอ

5. เมื่อทำการจัดวางองค์ประกอบต่างๆ เสร็จแล้ว นำไปทดลอง Author runs โปรแกรมเพื่อทำการตรวจสอบดูว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ แล้วทำการ package โปรแกรมเพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

3.2.1.6 เขียนเอกสารคู่มือในการใช้งานชุดการเรียนสำหรับผู้เรียนและผู้ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์

3.2.1.7 นำชุดการเรียนเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ได้ทำการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องตามรูปแบบของการเรียนปริญญานิพนธ์ และนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องสอดคล้องและหาข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิร่วมทำการประเมิน 2 ด้าน ดังนี้

1). ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาของชุกการเรียนในส่วนต่างๆ ดังนี้

ก. อาจารย์พิชัย สดภิบาล อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆในการจัดกิจกรรมการเรียน

ข. อาจารย์ฉัตรภิรมย์ สุรเชษฐ อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิจารณาถึงความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆในการจัดกิจกรรมการเรียน

ค. อาจารย์อรุณ ศรีจันทร์อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบตกแต่งภายใน คณะศิลปกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2). ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พิจารณาความเหมาะสม ความสอดคล้องกันในด้านการออกแบบชุดการเรียน และในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

ก. ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

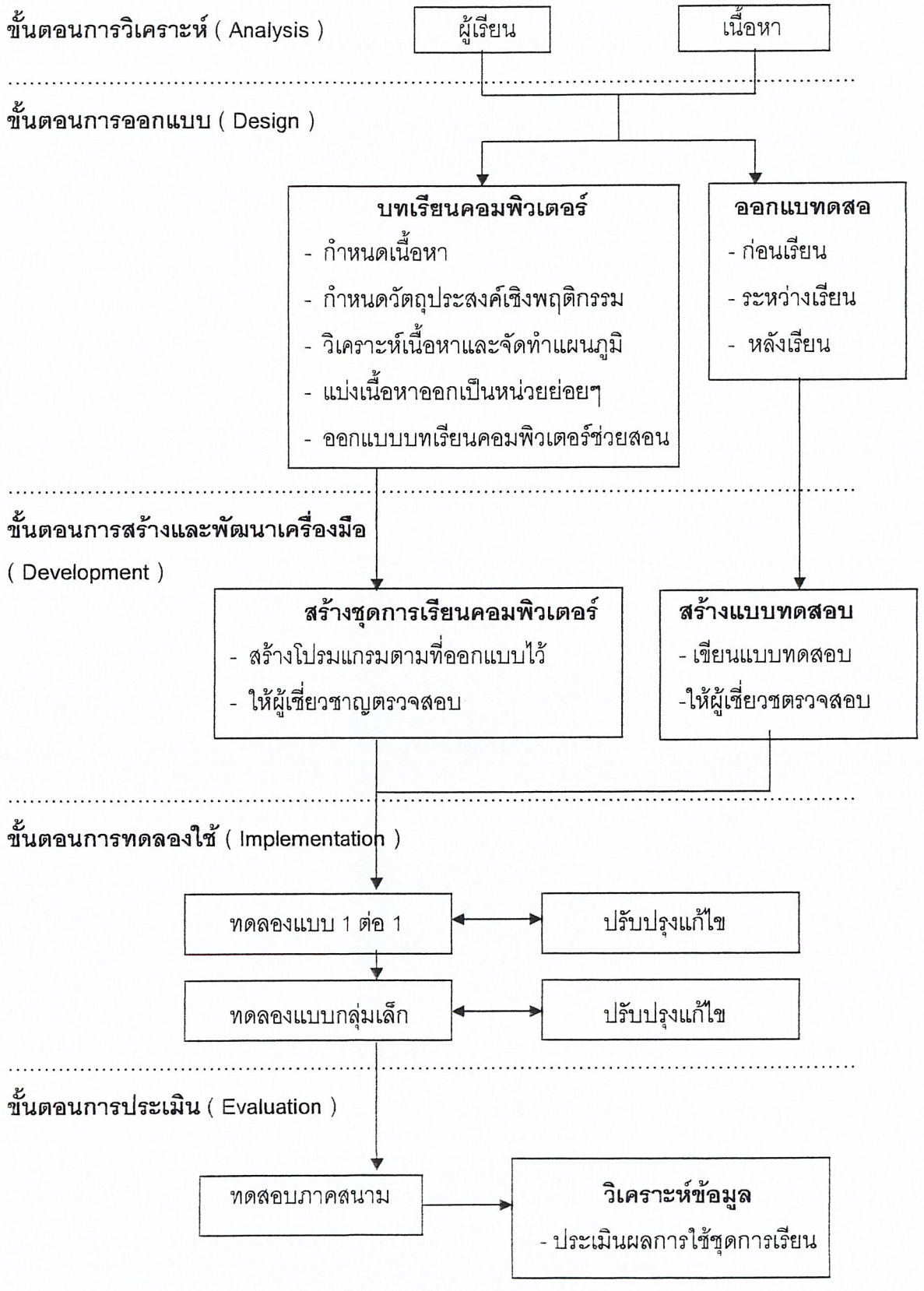
ข. อาจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ค. อาจารย์พิชัย สดภิบาล อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ง. อาจารย์อดิศร ข่ายม่าน อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.1.8 ตรวจสอบความถูกต้องสอดคล้อง และหาข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิร่วมประเมินความถูกต้อง

3.2.1.9 นำชุดการเรียนที่ได้แก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 3 และ 6 คน ตามลำดับ เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาหาจุดบกพร่อง เพื่อนำไปปรับปรุง ก่อนที่จะนำไปทดลองเชิงปฏิบัติการจริง



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินชุดการเรียน

3.2.2 **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจหลังการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ" โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง"หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ" สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบตกแต่ง วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำไปสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย แบบ 4 ตัวเลือกให้มีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียวสร้างให้ตรงกับจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหา จำนวน 30 ข้อ

3.2.2.2 นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา และอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ทำการตรวจพิจารณาลักษณะทางด้านการเขียนเนื้อหา ประเมินในการเขียนคำถามความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.2.3นำแบบทดสอบที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วและปรับปรุงแก้ไข

3.2.2.4 นำข้อสอบไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สร้างไว้ในชุดการเรียนแบบสื่อคอมพิวเตอร์ โดยข้อสอบเป็นชุดเดียวกัน แต่จะทำการสลับข้อกัน โดยการสุ่มของคอมพิวเตอร์

3.2.3แบบประเมินสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.2.1 ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการสอน โดยได้แบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้านคือ แบบประเมินทางด้านเนื้อหา และแบบประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินสื่อการสอนทั้ง 2 แบบ โดยแบบประเมินในแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมินเพื่อแสดงความคิดเห็น การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยระดับความคิดเห็นเป็นบวก คือ

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งได้นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เพื่อทำการประเมินและสามารถนำมาแปลผลได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการแปลผลระดับค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น

เกณฑ์ ($\overline{X}$)	ระดับความคิดเห็น
4.50 - 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

ในการประเมินนั้นได้แยกกันระหว่างเทคนิคการผลิตสื่อและทางด้านเนื้อหา โดยคะแนนที่ได้ในแต่ละด้านจะต้องมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.3.2 นำแบบประเมินความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ . 2533 : 138)

ถ้า S.D. = 0 หมายถึง ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

0 < S.D. < 1 หมายถึง ผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

S.D. > 1 หมายถึง ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

ในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนในครั้งนี้ กำหนดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ควรเกิน 1

3.2.3.3 แก้ไขปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.3 เก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนเรื่อง "หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ" ที่สร้างขึ้นเพื่อนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ทดลองเรียน เพื่อหาความบกพร่องของชุดการเรียน และการหาประสิทธิภาพของบทเรียนได้ดำเนินการทดลอง ดังนี้คือ

3.3.1 สร้างชุดการเรียนเรื่อง"หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ" และให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและสอดคล้อง โดยประเมินตามรายการแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดตั้งแต่ระดับ 3.5 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขและเตรียมที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3.3.2นำไปทดลองกับกลุ่มย่อย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 สาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 กลุ่มๆละ 3 คนลำดับชั้นปี โดยวิธีการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) การทดลองผู้วิจัยได้แจกแจงแบบประเมินความพึงพอใจในสื่อการเรียนการสอนแก่กลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการประเมิน จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบประเมินนั้นๆ มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนการนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง

3.3.3 นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยการทดลองแบบ Small Group ในที่นี้ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 9 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก (Convenience Sampling) โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้ คือ

1. จัดเตรียมห้องและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้พร้อม
2. ให้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์และแนะนำวิธีการเรียนโดยใช้ชุดการเรียน
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะบันทึกคะแนนผลสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์
4. ช่วงที่ 1 ให้ผู้เรียนทำการศึกษาเนื้อหาชุดการเรียนที่ 1-5 และทำแบบทดสอบประจำหน่วย เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่เรียนผ่านมาและให้ผู้เรียนพัก 15 นาที
5. ช่วงที่ 2 ให้ผู้เรียนทำการศึกษาเนื้อหาชุดการเรียนที่ 6-9 และทำแบบทดสอบประจำหน่วย เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่เรียน

6. หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งกำหนดให้โปรแกรมมีการให้คะแนนแบบ 0-1 (Zero-one method) โดยเกณฑ์ว่าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน แล้วบันทึกคะแนนผลการสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์
7. แจกแบบประเมินความพึงพอใจในสื่อการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน เพื่อประเมินคุณภาพของชุดการเรียน

3.3.4 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณหาค่า t-test จากความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนจากสื่อนั้นแล้ว (post-test) มีคะแนนสูงกว่าผลสอบของแบบทดสอบก่อนเรียน (pre-test) อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ก็แสดงว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพ

3.3.5 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินสื่อการสอน และแบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนการสอนของผู้เรียน นำคะแนนที่ได้จากตารางการประเมินตามที่กำหนดไว้ คำนวณค่าทางสถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน คือ

1. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ และแบบประเมินความพึงพอใจในสื่อการเรียนการสอนของผู้เรียน

ก. การหาค่ามัชฌิมเลขคณิต หรือค่าเฉลี่ย

สูตร $$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

ข. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะแสดงให้ทราบถึงลักษณะของกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน (พรรณี ลีกิจวัฒนะ.2540)

สูตร $$S.D. = \sqrt{\frac{\sum X}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2}$$

$\sum X$ เท่ากับ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ เท่ากับ ผลรวมของกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

N เท่ากับ จำนวนคะแนนทั้งหมด

2. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนจากสื่อนั้นแล้ว โดยใช้ T-test ชนิด Related Samples ใช้สูตร

สูตร $$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 (\Sigma D)^2}{n - 1}}}$$

D เท่ากับ ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

n เท่ากับ จำนวนคู่

ΣD เท่ากับ ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

ΣD^2 เท่ากับ ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนเรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 โดยสร้างเป็นชุดการเรียนแบบการสอนเนื้อหา (Tutorial Instruction) ที่มีการนำเสนอเนื้อหาแบบสาขา (Branching Programs) ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาการจัดนิทรรศการ เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อโดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน จะต้องสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 จนได้ชุดการเรียนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

ผลการทดลองในแต่ละขั้นตอน และการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียน ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 3 ลำดับ ดังนี้

1.1 ผลการสร้างชุดการเรียน

1.2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

4.1 ผลการสร้างชุดการเรียน

การสร้างชุดการเรียน เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ ผู้วิจัยได้สร้างสื่อการสอนโดยนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งภายในชุดการเรียนประกอบไปด้วยหลายส่วน จึงขอแจกแจงดังต่อไปนี้

4.1.1 จำนวนกรอบของชุดการเรียน

ภายในชุดการเรียนประกอบไปด้วยหลายส่วนและในแต่ละส่วนมีจำนวนกรอบแจกแจงออกมาได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนกรอบทั้งหมดภายในชุดการเรียน

หัวข้อ	จำนวนกรอบ							รวม
	หน้าเข้าบทเรียน	บทนำ	วัตถุประสงค์	หนังสืออ้างอิง	เนื้อหา	ข้อสอบ	ข้อมูลอื่นๆ	
หน้าหลัก	1	–	–	–	–	–	5	6
หน่วยที่ 1	1	1	1	1	28	15	5	51
หน่วยที่ 2	1	1	1	1	39	15	4	62
หน่วยที่ 3	1	1	1	1	12	10	4	30
หน่วยที่ 4	1	1	1	1	23	10	4	41
หน่วยที่ 5	1	1	1	1	18	–		22
แบบทดสอบก่อนเรียน	–	–	–	–	–	45	6	51
แบบทดสอบหลังเรียน	–	–	–	–	–	45	6	51
รวมจำนวนกรอบในชุดการเรียนทั้งหมด								313

จากตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนกรอบทั้งหมดภายในชุดการเรียนจำนวน...313...กรอบ ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยการเรียนหน่วยต่าง ๆ โดยทุกหน่วยมีจำนวนกรอบในด้านเนื้อหามากที่สุด

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยชุดการเรียน

หัวข้อ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียน (นาที)
นำเข้าสู่ชุดการเรียน	2
หน้าลงทะเบียน	1
หน้าหลัก	1
แบบทดสอบก่อนเรียน	15
เนื้อหาหน่วยที่ 1	7
แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1	5
เนื้อหาหน่วยที่ 2	9
แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2	5
เนื้อหาหน่วยที่ 3	3
แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3	4
เนื้อหาหน่วยที่ 4	7
แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 4	4
เนื้อหาหน่วยที่ 5	3
แบบทดสอบหลังเรียน	15
แผนผัง	1
ช่วยเหลือ	1
อภิธานศัพท์	1
ผู้จัดทำ	1
เวลาเฉลี่ยรวมที่ใช้ในการเรียนทั้งสิ้น	87

จากตารางที่ 4.2 แสดงเวลาเฉลี่ยรวมที่ใช้ในการเรียนชุดการเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ โดยใช้เวลาเฉลี่ยทั้งหมดประมาณ 87 นาที เวลาในการเรียนนี้รวมถึงการทำแบบทดสอบประจำหน่วยและแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งตามปกติแล้วผู้เรียนแต่ละบุคคลจะมีระยะเวลาในการเรียนที่แตกต่างกันตามอัตราการเรียนรู้ของตน ในการเรียนเฉพาะเนื้อหาหน่วยการเรียนผู้เรียนใช้เวลาเฉลี่ยทั้งหมดประมาณ 29 นาที (ไม่รวมเวลาในการทำแบทดสอบท้ายบทเรียน)

4.2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา และแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อหาประสิทธิภาพ และค่าความเที่ยงของชุดการเรียนที่สร้างขึ้น โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ดังนี้

1.2.1 แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาจำนวน 14 ข้อ

1.2.2 แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 14 ข้อ

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีผลการประเมินดังนี้

หัวข้อการประเมิน	ค่า $\bar{X}$	ค่า S.D.	แปลความหมาย
1. เนื้อหา			
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.25	0.43	ดี
1.2 การแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยต่าง ๆ	4.50	0.50	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	4.00	0.00	ดี
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.25	0.43	ดี
1.6 มีการแนะนะหนังสือค้นคว้าเพิ่มเติม	4.50	0.50	ดีมาก
2. คำบรรยายประกอบภาพที่ใช้			
2.1 ความถูกต้องของภาพที่ใช้	4.50	0.50	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของคำบรรยายที่ใช้	4.00	0.00	ดี
2.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกบคำบรรยาย	4.25	0.47	ดี
2.4 ความเหมาะสมของเสียงที่ใช้	4.25	0.43	ดี
3. ระยะเวลาในการนำเสนอบทเรียน			
3.1 ความเหมาสมของการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน้า	4.00	0.00	ดี
3.2 ความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนทั้งหมด	4.00	0.00	ดี
4. ข้อสอบ			
4.1 ความเหมาะสมของข้อสอบกับเนื้อหาทั้งหมด	3.75	0.82	ดี
4.2 ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาทั้งหมด	3.75	0.82	ดี
คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหา	4.14	0.34	ดี

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินสื่อการเรียนการสอนในด้านเนื้อหา ผลการประเมินได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ4.14 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ0.34 หมายความว่าผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน โดยมีความคิดเห็นแยกเป็นเรื่องที่ประเมินดังนี้

ในด้านความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน ความถูกต้องของภาพที่ใช้ ความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน้า ความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนทั้งหมด มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 แสดงว่าผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันที่สุด ว่าหัวข้อการประเมินดังกล่าวอยู่ในระดับดี คือมีเกณฑ์อยู่ในช่วง 3.50 – 3.49

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีผลการประเมินดังนี้

หัวข้อการประเมิน	**ค่า $\overline{X}$**	**ค่า S.D.**	**แปลความหมาย**
1. เนื้อหา			
1.1ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	4.60	0.49	ดีมาก
1.2การนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ	3.80	0.40	ดี
1.3การจัดบทเรียนเป็นลำดับขัดเจน ผู้เรียนเข้าใจง่าย	4.40	0.49	ดี
2.คำบรรยายประกอบภาพ			
2.1ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	4.00	0.63	ดี
2.2ความเหมาะสมของภาพที่นำมาใช้	3.80	0.40	ดี
2.3ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4.40	0.49	ดี
2.4ความเหมาะสมของเสียงประกอบอื่นๆ	4.40	0.63	ดี
3. กราฟิก			
3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและความชัดเจน	3.8	0.40	ดี
3.2 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.40	0.49	ดี
3.3 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	4.80	0.40	ดีมาก
3.4 จอภาพมีการออกแบบได้ สวยงาม น่าสนใจ	4.80	0.40	ดีมาก
4. ด้านการใช้งาน			
4.1 ความง่ายในการใช้งานชุดการเรียน	4.00	0.63	ดี
4.2 มีการนำทางการใช้งาน	3.80	0.40	ดี
4.3 ชุดการเรียนให้ความเพลิดเพลินและสนุกสนาน	4.00	0.63	ดี
คะแนนเฉลี่ยด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.70	0.52	ดี

จากตารางที่ 4.4 พบว่าการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินสื่อการเรียนการสอนในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการประเมินได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.70 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับ ดี ค่าส่วยเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 หมายความว่าผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน โดยมีความคิดเห็นแยกเป็นเรื่องที่ประเมินดังนี้

ในด้านความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ การจัดลำดับบทเรียนเป็นลำดับชัดเจนผู้เรียนเข้าใจง่าย มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 แสดงว่าผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

ในด้านความเหมาะสมของภาพที่นำมาใช้ ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว จอภาพมีการออกแบบได้สวยงามน่าสนใจ ความง่ายในการใช้ชุดการเรียน มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 แสดงว่าผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

ในด้านความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย ความเหมาะสมของเสียงประกอบอื่นๆ มีการนำทางการใช้งาน ชุดการเรียนให้ความเพลิดเพลินสนุกสนาน มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 และความเหมาะสมของสีตัวอักษร มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 แสดงว่าผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสร้างชุดเรียนเรื่อง หลักการออกแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาออกแบบตกแต่ง คณะออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง ได้สรุปผลการวิจัยอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ โดยแบ่งเป็นสาระสำคัญดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4 การเก็บรอบรวมข้อมูล

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.6 ผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อสร้างชุดการเรียน รายวิชา 07-302-105 การจัดนิทรรศการ เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2545 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

5.1.2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบตกแต่งภายใน ภายวิชาออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 35 คน

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มนักศึกษาที่ใช้ในการทดลองเป็น กลุ่มตัวอย่างเบื้องต้นที่เคยเรียนวิชาการจัดนิทรรศการ เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 สาขา สถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวิธีการเลือกจำเพาะเจาะจง เพื่อประเมินความพึงพอใจในการเรียน สถานที่ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง ผู้วิจัยได้สร้างห้องเรียนจำลองขึ้นและจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างครบครัน และนัดกลุ่มตัวอย่างมาทดลอง รวมทั้งหมด 9 คน

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

5.1.3.1 ชุดการเรียนเรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ ประกอบด้วย ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ และชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ และชุดการเรียนการสอนฉบับเอกสาร ซึ่งในการทดลองผู้วิจัยได้ทดลองโดยใช้ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน ที่สร้างขึ้นตามหลักทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบการสอนเนื้อหา (tutorial) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authorware 6 และ Flash MX เพื่อใช้ในการสอนเนื้อหาทฤษฎีวิชาการจัดนิทรรศการ เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ เพื่อใช้ในการสอนเนื้อหาทฤษฎีวิชา การจัดนิทรรศการ เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ โดยใช้เวลาในการศึกษาบทเรียนประมาณ 87 นาที

5.1.3.2 แบบประเมินสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการสอน โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินสื่อการสอนทั้ง 2 แบบ โดยการประเมินในแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมินเพื่อแสดงความคิดเห็น การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ ลิเคิร์ต (Likert scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยแบ่งความคิดเห็นเป็นบวก คือ

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

แบบประเมินสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิประกอบไปด้วย

1. แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาจำนวน 14 ข้อ
2. แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 14 ข้อ

5.1.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนการสอนของผู้เรียน เพื่อวัดความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) จำนวน 22 ข้อ

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1.4.1. สร้างชุดการเรียนเรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านสื่อ ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมและสอดคล้องโดยแบ่งเป็น ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน โดยการประเมินตามรายการแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขเตรียมที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

5.1.4.2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น กลุ่มตัวอย่างเบื้องต้นที่เคยเรียนวิชาการจัดนิทรรศการ เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 สาขา สถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวิธีการเลือกจำเพาะเจาะจง เพื่อประเมินความพึงพอใจในการเรียน และนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ 2546 และเรียนวิชาการจัด ซึ่งยังไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ มาก่อน จำนวน 9 คน (small group) ได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก (Convenience Sampling)

5.1.4.3. สถานที่ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง ผู้วิจัยได้สร้างห้องเรียนจำลองขึ้นและจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างครบครัน และนัดกลุ่มตัวอย่างมาทดลอง รวมทั้งหมด 9 คน

5.1.4.4 ให้ความรู้พื้นฐานในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และแนะนำวิธีการเรียนด้วยชุดการเรียนแก่ผู้เรียน

5.1.4.5 ให้ผู้เรียนเรียนเนื้อหาชุดการเรียน ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นมีเนื้อหาที่ต้องการใช้เวลาทั้งสิ้น 87 นาที

5.1.4.6 ระหว่างการทดลองผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียนของผู้เรียน บันทึกข้อบกพร่องของบทเรียน สัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อสื่อการเรียน และให้ผู้เรียนกรอกแบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนการสอน และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนาชุดการเรียนให้มีคุณภาพนำผลการประเมินของผู้เรียนมาวิเคราะห์ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

5.1.4.7 หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

5.1.5.1. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนโดยการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โดยแบ่งประเมิน 2 ด้าน ดังนี้

1. แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.14 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับ ดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้อง หรือค่อนข้างเหมือนกัน

2. แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.70 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับ ดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้อง หรือค่อนข้างเหมือนกัน

5.1.6 ผลการวิจัย

ในการสร้างชุดการเรียนเพื่อให้มีประสิทธิภาพ นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง ในครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.6.1 จุดประสงค์ของบทเรียน เพื่อสร้างข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน โดยครอบคลุมทุกจุดประสงค์ได้ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ (เฉพาะข้อสอบในชุดการเรียนคอมพิวเตอร์)

5.1.6.2 ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ มีจำนวนบทเรียนทั้งสิ้น 313 รอบ เวลาเฉลี่ยในการเรียนรวมทั้งสิ้นประมาณ 1 ชั่วโมง 49 นาที

5.1.6.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเบื้องต้น เพื่อพัฒนาและปรับปรุงชุดการเรียนโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 สาขาสถาปัตยกรรมภายในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยแจกแบบประเมินความพึงพอใจในสื่อการเรียนการสอน ซึ่งได้ข้อแนะนำดังนี้

1. การเข้าสู่บทเรียน ผู้เรียนยังไม่ทราบวิธีการใช้งานชุดการเรียน เนื่องจากไม่มีการนำทางการใช้งาน จึงได้เพิ่มกรอบตัวอักษรชี้นำวิธีการใช้งานชุดการเรียน

2. การนำเสนอเนื้อหาบางกรอบมีมากเกินไป จึงปรับปรุงโดยให้มีเนื้อหาที่พอเหมาะในแต่ละกรอบ

3. การแสดงภาพประกอบเนื้อหาบางกรอบเป็นภาพนิ่งเกินไป ผู้เรียนให้ความเห็นว่าน่าจะให้มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นด้วย

4. แถบบอกเลขหน้าบางหน่วยการเรียนบอกผิด จึงแก้ไขให้ถูกต้อง

5. บางกรอบที่มีเนื้อหาแต่ไม่มีเสียงบรรยายประกอบ จึงได้เพิ่มเสียงบรรยายประกอบในเนื้อหาทั้งหมดทุกกรอบ

5.1.6.4 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง เมื่อวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องหลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

5.1.6.5 ผลการประเมินชุดการเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านหน้าและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในด้านเนื้อหาผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านมีความเห็นที่สอดคล้องกันว่าชุดการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี และในด้านเทคนิคการผลิตสื่อผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นกัน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยการทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 แสดงว่าชุดการเรียนนี้สามารถให้ความรู้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิโดย

เฉลี่ยมีความเห็นว่าชุดการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพดี สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะเรียนด้วยชุดการเรียนคอมพิวเตอร์พบว่า

1. ผู้เรียนมีความตื่นเต้นที่ได้เรียนรูปแบบใหม่ซึ่งไม่ได้ยึดติดอยู่ในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว ซึ่งการเรียนด้วยชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตัวเอง ทำให้เกิดความสนุกสนานในการเรียน และจากผลการประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนการสอนในเรื่องความชอบในการเรียนด้วยชุดการเรียนคอมพิวเตอร์มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ $\overline{4}$.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 แสดงว่าผู้เรียนทุกคนมีความชอบอยู่ในระดับชอบมากที่สุดในการเรียนด้วยชุดการเรียนคอมพิวเตอร์

2. ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนเป็นอย่างดี โดยอาจมีการคุยกันบ้างในระหว่างเรียนแต่เป็นการปรึกษากันซึ่งเป็นผลดีในการเรียน

3. เมื่อเรียนจบชุดการเรียนแล้ว ผู้เรียนจะเข้ามาสอบถามวิธีการสร้างชุดการเรียนคอมพิวเตอร์กับผู้วิจัย แสดงให้เห็นถึงความสนใจในชุดการเรียนเป็นอย่างมาก

การออกแบบชุดการเรียงเรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการมีจุดประสงค์เพื่อให้มีผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ลดข้อจำกัดในการเรียนด้วยวิธีเดิมคือมีครูเป็นศูนย์กลาง ซึ่งไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีมากนัก เนื่องจากมีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการฝึกสอน พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ไม่กล้าซักถามกับผู้สอนขณะสอนอยู่หน้าชั้นเรียน เนื่องจากอายเพื่อน หรือไม่กล้าแสดงออก และเมื่อผู้สอนสอนจบแล้วนักศึกษาจึงเข้ามาซักถามโดยส่วนตัวภายหลัง ในการเรียนชุดการเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการเรียนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเองตามอัตราการเรียนรู้ของตน โดยไม่ต้องรอผู้อื่น ดังนั้นในการเรียนของแต่ละบุคคลจึงใช้เวลาในการเรียนที่แตกต่างกัน จึงส่งผลดีในการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกคน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในการเรียนในการเรียนชุดการเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากผู้เรียนบางคนไม่มีความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ ดังนั้นควรมีการอบรมการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้นให้แก่ผู้เรียนก่อนเรียน

2. การออกแบบภาพประกอบภายในบทเรียน ควรจะใช้ภาพประกอบที่มีการเคลื่อนไหวมากกว่าภาพนิ่ง

3. ในการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นการปฏิบัติ ควรใช้ภาพวิดีโอ นำเสนอ เพื่อความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

4. การนำชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้การเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมและอุปกรณ์ควรมีศักยภาพที่เพียงพอต่อการนำเสนอ มิฉะนั้นจะทำให้การนำเสนอข้อมูลช้าทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

5. ในการเรียนที่มีผู้เรียนจำนวนมากควรจัดเตรียมหูฟังให้ผู้เรียน เพื่อไม่ให้ส่งเสียงรบกวนผู้อื่นขณะเรียน

6. ในการออกแบบชุดการเรียนควรออกแบบให้มีการติดตั้ง สิ่งที่จำเป็นในการแสดงผลของชุดการเรียนเช่น โปรแกรมที่ใช้เล่นภาพเคลื่อนไหวบางชนิด แบบตัวอักษรเป็นต้น ลงไปในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติ เพื่อความง่ายในการใช้งาน

7. การใช้เสียงบรรยายประกอบที่เหมาะสมจะช่วยในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

5.3.2 **ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป** ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรนำชุดการเรียนนี้ไปทดลองใช้กับนักศึกษาในสถานศึกษาอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

2. ควรมีการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ เช่น ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นค่าความยากง่าย เป็นต้นก่อนการนำไปใช้จริง

3. ควรสร้างชุดการเรียนคอมพิวเตอร์กับเนื้อหาอื่นๆ ต่อไปซึ่งในวิชาออกแบบตกแต่งภายใน ยังมีความต้องการสื่อประเภทนี้เป็นอย่างมาก

บรรณานุกรม

ขนิษฐา ชานนท์; **เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน**, เทคโนโลยีทางการศึกษา. (ฉบับปฐมฤกษ์) ; 2531

ชาญศักดิ์ อภัยพิพัฒน์; **เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง**, (ฉบับปรับปรุง) กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ; 2545

ชำนาญ ห่อเกียรติ; ดร. **เทคนิคการส่องสว่าง** , กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2540

ชัยยงค์ พรหมวงศ์; **ระบบสื่อการสอน**, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์; 2520

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และ คณะ; **ระบบสื่อการสอน**, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์; 2521

ไชยยศ เรืองสุวรรณ; **เทคโนโลยีการศึกษา**: ทฤษฎีและการวิจัย, กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์; 2542

ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์; **เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง**, (ฉบับปรับปรุง) กรุงเทพฯ; สำนักพิมพ์ ส.ส.ท สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) : 2545.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง; **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน** .กรุงเทพฯ: วงมลโพรดักชั่นจำกัด; 2541

ทักษินา สวนานนท์; **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : องค์กรการค้าครุสภา ; 2530.

นิพนธ์ ศุขปรีดี; **นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา**, กรุงเทพ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช ; 2533

บุญชม ศรีสะอาด ; **การพัฒนาการสอน.** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น; 2537

พรรณี ลีกิจวัฒนะ; **เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีทางการศึกษา**, กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540

พิบูล ดิษฐ์อุดม ; **การออกแบบระบบแสงสว่าง,** ซีเอ็นยูเคชั่น: กรุงเทพมหานคร.2537

วารินทร์ รัศมีพรพรหม; **สื่อการสอน.เทคโนโลยีการศึกษาและการสอนร่วมสมัย** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์; 2531.

วัฒนะ จูฑะวิภาต;. **ศิลปะการจัดนิทรรศการ** , กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2542

สุกรี รอดโพธิ์ทอง; **เอกสารประชุมวิชาการเรื่องเทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน** , กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะ ครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2531

สุกรี รอดโพธิ์ทอง; **คอมพิวเตอร์ดีกว่าตำราตรงไหน.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาโสตทัศนศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2532.

เสาวนีย์ สิขาบัณฑิต. **เทคโนโลยีการศึกษา** , กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ; 2538

อรุณ ศรีจันทร์ ; **การจัดแสงในงานออกแบบภายใน**, ภาควิชาออกแบบตกแต่งภายใน คณะศิลปกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

SALLY STOREY.RECIPES AND IDEAS Lighting. London (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

C&P Lighting Co; Ltd. Bangkok (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

Rikuyo-Sha. Display& commercial Space Designs Vol.16, (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

Carl Gardner; Barry Hannaford. Lighting Design. New York: The design Council (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ในการประเมินผลประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

ก). ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน

เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาของชุดการเรียนในส่วนต่างๆ ดังนี้

1. อาจารย์พิชัย สดภิบาล อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆในการจัดกิจกรรมการเรียน

2. อาจารย์ฉัตรภิรมย์ สุรเชษฐ อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิจารณาถึงความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆในการจัดกิจกรรมการเรียน

3. อาจารย์อรุณ ศรีจันทร์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบตกแต่งภาควิชาออกแบบตกแต่งภายใน คณะศิลปกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พิจารณาถึงความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆในการจัดกิจกรรมการเรียน

ข). ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

พิจารณาความเหมาะสม ความสอดคล้องกันในด้านการออกแบบชุดการเรียน และในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1. ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. อาจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. อาจารย์พิชัย สดภิบาล อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. อาจารย์ฉัตรภิรมย์ สุรเชษฐ อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. อาจารย์อรุณ ศรีจันทร์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบตกแต่งภาควิชาออกแบบตกแต่งภายใน คณะศิลปกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ภาคผนวก ข
แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน

ประกอบไปด้วย

1. แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา
2. แบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. แบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนการสอนของนักศึกษา

แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน(ด้านเนื้อหา)

โครงการออกแบบชุดการเรียนเรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

คำชี้แจง -โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็น

หัวข้อประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. เนื้อหา					
1.1เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
1.2การแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยต่างๆ	.....	.....	.....	.....	.....
1.3ความถูกต้องของเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
1.4ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	.....	.....	.....	.....	.....
1.5ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
1.6มีการแนะนำหนังสือค้นคว้าเพิ่มเติม	.....	.....	.....	.....	.....
2. คำบรรยายประกอบภาพที่ใช้					
2.1ความถูกต้องของภาพที่ใช้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2ความถูกต้องของคำบรรยายที่ใช้	.....	.....	.....	.....	.....
2.3ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	.....	.....	.....	.....	.....
2.4ความเหมาะสมของเสียงที่ใช้	.....	.....	.....	.....	.....
3. ระยะเวลาในการนำเสนอบทเรียน					
3.1ความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน้า	.....	.....	.....	.....	.....
3.2ความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนทั้งหมด	.....	.....	.....	.....	.....
4. ข้อสอบ					
4.1ความเหมาะสมของข้อสอบกับเนื้อหาทั้งหมด	.....	.....	.....	.....	.....
4.2ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาทั้งหมด	.....	.....	.....	.....	.....

คำแนะนำเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

โครงการออกแบบชุดการเรียนเรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

คำชี้แจง -โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็น

หัวข้อประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. ขั้นตอนการนำเสนอ					
1.1ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2การนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
1.3การจัดบทเรียนเป็นลำดับชัดเจน ผู้เรียนเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
2. คำบรรยายประกอบภาพที่ใช้					
2.1ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	.....	.....	.....	.....	.....
2.2ความเหมาะสมของภาพที่นำมาใช้	.....	.....	.....	.....	.....
2.3ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	.....	.....	.....	.....	.....
2.4ความเหมาะสมของเสียงประกอบอื่นๆ	.....	.....	.....	.....	.....
3. กราฟฟิก					
3.1ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและความชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
3.2ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
3.3ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	.....	.....	.....	.....	.....
3.4จอภาพมีการออกแบบได้สวยงาม น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
4. ด้านการใช้งาน					
4.1ความง่ายในการใช้งานชุดการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
4.2มีการนำทางการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
4.3ชุดการเรียนให้ความเพลิดเพลินและสนุกสนาน	.....	.....	.....	.....	.....

คำแนะนำเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

แบบประเมินสื่อความพึงพอใจสื่อการเรียนการสอน

โครงการออกแบบชุดการเรียนเรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

คำชี้แจง -โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็น

หัวข้อประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
2. การออกแบบหน้าจอมีความสวยงาม น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
3. ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
4. ระบุหนังสือค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
5. การดำเนินเนื้อหาเหมาะสมเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
6. การนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
7. ข้อความหน้าจอมีความชัดเจน อ่านง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
8. ส่วนของเนื้อหามีความชัดเจนเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
9. คำถามในแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
10. คำถามในแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
11. คำสั่งหรือคำแนะนำมีความชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
12. ในแต่ละกรอบมีเนื้อหาเหมาะสมไม่มากเกินไป	.....	.....	.....	.....	.....
13. ภาพประกอบชัดเจนสื่อความหมายได้	.....	.....	.....	.....	.....
14. ขนาดของตัวอักษรสามารถอ่านได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
15. สีของตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
16. ภาพเคลื่อนไหวภายในบทเรียนมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
17. เสียงบรรยายที่ใช้ในการนำเสนอบทเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
18. ดนตรีและเสียงประกอบอื่นๆมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
19. ความรู้สึกมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
20. บทเรียนใช้ง่ายและควบคุมได้ด้วยตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....
21. บทเรียนให้ความเพลิดเพลินและสนุกสนาน	.....	.....	.....	.....	.....
22. ความชอบในการเรียนด้วยชุดการเรียนคอมพิวเตอร์	.....	.....	.....	.....	.....

คำแนะนำเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ภาคผนวก ค

เนื้อหาชุดการเรียน เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

เนื้อหาหน่วยการเรียนที่ 1

เรื่อง ความหมายและความสำคัญของกระแสไฟฟ้าและแสงสว่าง

บทนำ

ในหน่วยการเรียนนี้ได้นำเสนอความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างภายในการจัดนิทรรศการ อาทิเช่น ความหมายของไฟฟ้า การเกิดไฟฟ้า ชนิดของไฟฟ้า ประโยชน์และโทษของไฟฟ้า รวมถึงเรื่องของแสงเป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนหน่วยต่อไป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียน เรียนจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. บอกความหมายของไฟฟ้าได้
2. อธิบายการเกิดไฟฟ้าได้
3. บอกชนิดของไฟฟ้าได้
4. บอกประโยชน์และโทษของไฟฟ้าได้
5. บอกความหมายของแสงได้
6. อธิบายการเกิดแสงได้
7. บอกพฤติกรรมของแสงได้
8. อธิบายลักษณะของสีและแสงได้

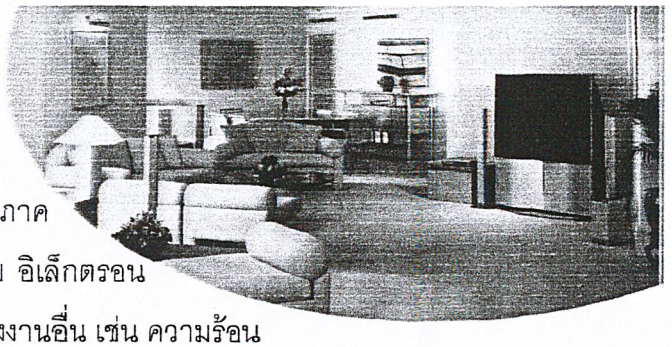
เนื้อหาหน่วยการเรียน

หน่วยย่อยที่ 1 ความหมายและความสำคัญของกระแสไฟฟ้า

หน่วยย่อยที่ 2 ความหมายและความสำคัญของแสงสว่าง

1. ความหมายของไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่มนุษย์ต้องเกี่ยวข้องอยู่ทุกวัน หากมองไปรอบๆ ตัวจะเห็นได้ว่ามีอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มากมายที่ต้องทำงานโดยอาศัยไฟฟ้า ไฟฟ้าจึงเปรียบเสมือนส่วนประกอบที่จะทำให้เราได้ใช้เครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ มนุษย์จึงควร เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของไฟฟ้า เพื่อจะได้มีความรู้ความเข้าใจในเบื้องต้น และนำมาใช้ได้อย่าง ถูกต้องและให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด



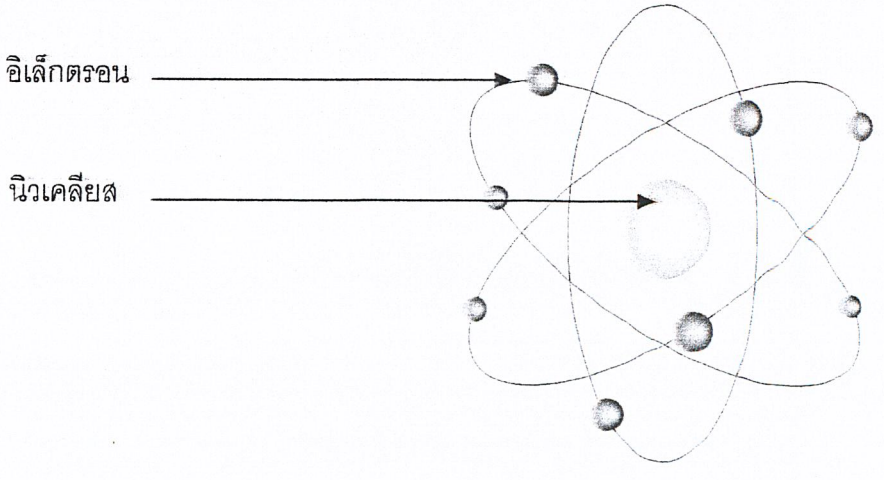
ไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าถือเป็นรูปหนึ่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมา หรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หรือโปรตอน หรืออนุภาคอื่นที่มีสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับ อิเล็กตรอนหรือโปรตอน ใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่ 2525)

1.1 การเกิดไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่แฝงอยู่ในรูปสสารทุกชนิด ไฟฟ้าเกิดจากอิเล็กตรอนในสสารเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรืออาจกล่าวว่า ไฟฟ้า คือ ประจุอิเล็กตรอนอิสระที่หลุดลอยออกมาจากอะตอมของธาตุแล้วทำให้สสารเกิดความไม่สมดุลจึงแสดงภาวะทางไฟฟ้าออกมา ซึ่งส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุต่างๆ คือ อะตอม โดยจะประกอบไปด้วยอนุภาคเล็กๆ 2ส่วน คือ

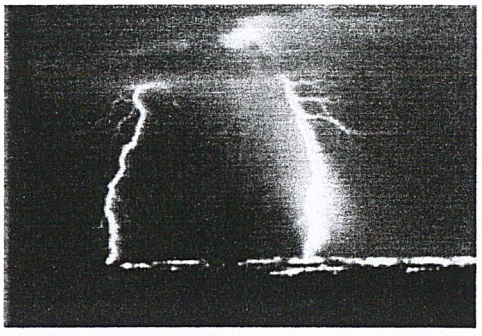
1.1.1 นิวเคลียส (Nucleus) นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางของอะตอม ภายในนิวเคลียสจะประกอบไปด้วยโปรตอน (Proton) กับนิวตรอน (Neutron) โดยโปรตอนจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า

1.1.2 อิเล็คตรอน (Electron) อิเล็กตรอนจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบวิ่งโคจรรอยู่รอบๆ นิวเคลียสทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าของประจุวิ่งเข้าหากัน เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่หลุดเป็นอิสระจากวงโคจร รอบอะตอมที่ทำให้เกิดไฟฟ้า

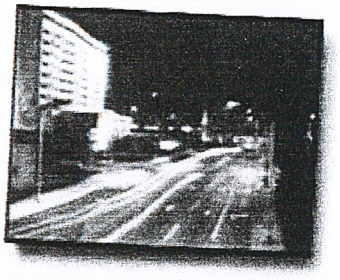


รูปภาพอะตอม

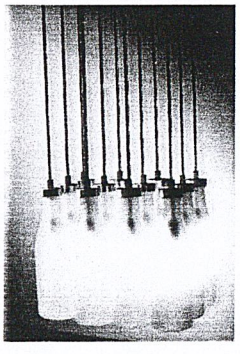
2. **ชนิดของไฟฟ้า** สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

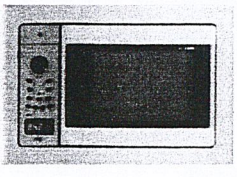


1.2.1 ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity) คือ ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแล้วมักขึ้นอยู่กับที่ไม่ไหล หรือไม่เคลื่อนที่ เป็นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ไฟฟ้าสถิตเสียดสี หรือไฟฟ้าสถิตในก้อนเมฆที่ทำให้เกิดฟ้าแลบ ฟ้าผ่า เป็นต้น



1.2.2 ไฟฟ้ากระแส (Current Electricity) คือประจุไฟฟ้าในอะตอมของสารที่เกิดขึ้นแล้วสามารถเคลื่อนที่หรือไหลไปตามทิศทางที่กำหนด ไฟฟ้าที่มนุษย์คิดสร้างสรรค์พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง และสามารถควบคุมความต้องการได้เรียกว่า กระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้เกิดพลังงานรูปแบบต่างๆ เช่นเกิดความสว่าง เกิดความร้อน เกิดสนามแม่เหล็ก



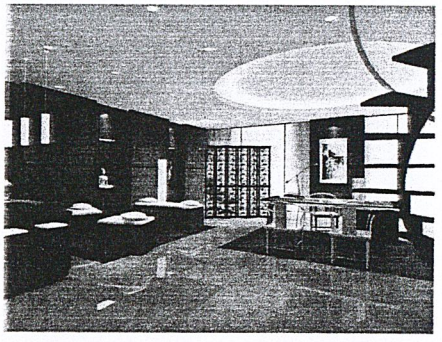


ไฟฟ้ากระแสสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

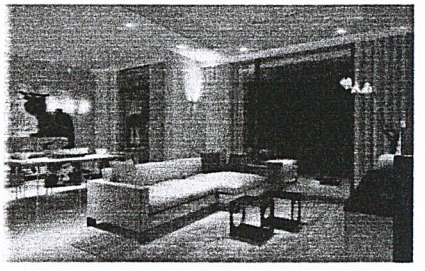
1. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC) เรียกกันโดยทั่วไปว่า ไฟดีซี (DC) คือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุอิเล็กตรอนในอะตอมไหลไปตามตัวนำไฟฟ้า ในทิศทางเดียวกัน อย่างสม่ำเสมอ โดยไหลจากขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้าแบตเตอรี่ ถ่านหลอดฉาย ผ่านไปยังขั้วบวก

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current: AC) เรียก

กันว่า (AC) คือกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุอิเล็กตรอนในอะตอมไหลไปและไหลกลับ ในตัวนำสลับทิศทางกันไปตลอดเวลา ความเร็วของการเคลื่อนไหวไปกลับ สลับทิศทางการไหลของกระแส เรียกว่า ความถี่ (Frequency)



โดยมีรอบหรือไซเกิล หรือเฮิรตซ์ (Cycle or Hertz) ต่อช่วงเวลาเป็นวินาที ตัวอย่างที่ชัดเจนคือไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กันมากตามบ้านเรือน



ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (Electric System)

ระบบการจ่ายไฟฟ้าแรงเคลื่อนที่ต่ำภายในอาคารบ้านพักอาศัย ในประเทศไทย มีอยู่ 2 แบบ

1. แบบ 1 เฟส (Phase) มีขนาดแรงดันกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 220 โวลต์ (Volt) มีสายไฟ 3 เส้น คือ เส้นกระแส, สายกลาง, และอีกสายคือสายดินไฟฟ้าแบบ 1 เฟส เหมาะสำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปที่มีขนาดไม่เกิน 300 ตารางเมตร

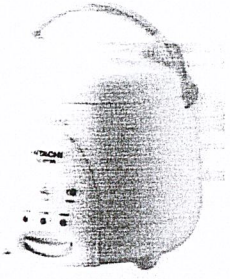
2. แบบ 3 เฟส(Phase) มีขนาดแรงดันกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 380 โวลต์ (Volt) มีสายไฟ 5 เส้น คือ เส้นกระแส3เส้น, สายกลาง1เส้น, และสายดินอีก 1 เส้นไฟฟ้าแบบ 3 เฟส มักจะเป็นไฟฟ้าที่ใช้ตามโรงงานอุตสาหกรรม หรือธุรกิจขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม รวมถึงอาคารสถานที่สำหรับจัด นิทรรศการ และพิพิธภัณฑ์ หรือพื้นที่ที่มีขนาดเกินกว่า 300ตารางเมตร

3. ประโยชน์และโทษของไฟฟ้า

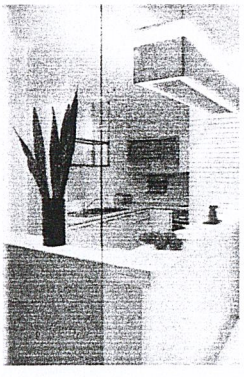
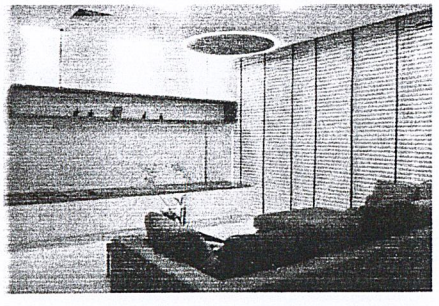
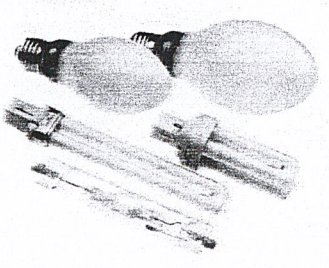
ประโยชน์ของไฟฟ้า มีดังนี้

1. ไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น งานชุบโลหะ การทำบล็อกพิมพ์ การถลุงโลหะ

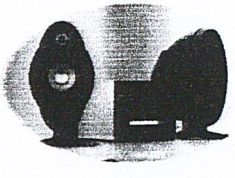
2. ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน นำมาใช้ทำเครื่องอำนวยความสะดวก เช่น เตารีด เครื่องปิ้งขนมบังเครื่องเป่าผม หม้อหุงข้าวฯลฯ



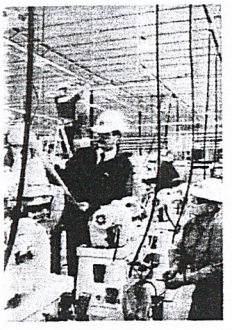
3. ไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่าง ที่เห็นชัดๆ ก็คือ หลอดไฟ ที่ให้แสงสว่างที่ใช้กันทั่วไปภายในบ้านเรือน

4. ไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก คุณสมบัตินี้ทำให้สามารถนำไปใช้ในการผลิต หัวบันทึกเทป ไมโครโฟนและลำโพง เป็นต้น



3. ไฟฟ้าทำให้เกิดพลังงานกล เช่น การผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า หรือ เครื่องจักรกลต่างๆที่ใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรม



โทษของไฟฟ้า มีดังนี้

โทษของไฟฟ้าจะเห็นได้ว่าไฟฟ้ามีประโยชน์มากมาย แต่ในสิ่งที่น่าสนใจยิ่งไปกว่านั้นก็คือโทษของไฟฟ้าซึ่งดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้าในปัจจุบันหากมีการช็อตหรือลัดวงจรก็จะทำให้ถึงแก่ชีวิตได้

ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าทุกครั้งต้องใช้อย่างมีสติและไม่ประมาท ควรหาความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าไว้บ้าง หากไม่รู้หรือไฟฟ้าในบ้านเกิดชำรุดเสียหาย
ควรทำการเรียกช่างไฟฟ้ามาซ่อมดีกว่า

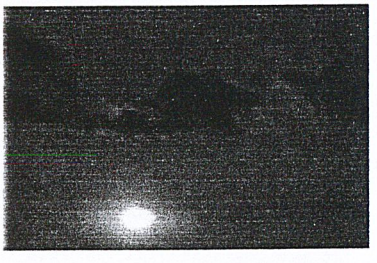
2. ความหมายของแสงสว่าง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่นๆ ที่เรารู้จักกันมาก่อน เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ แต่แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่ของพลังงานแสงจะอยู่ในรูปของคลื่นเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์และคลื่นรังสีต่างๆ พลังงานที่สามารถเคลื่อนที่ได้อยู่ในรูปของคลื่นเหล่านี้ จะมีคลื่นความถี่หรือความยาวคลื่นเป็นตัวกำหนดชนิดของพลังงานแสงนั้นเอง

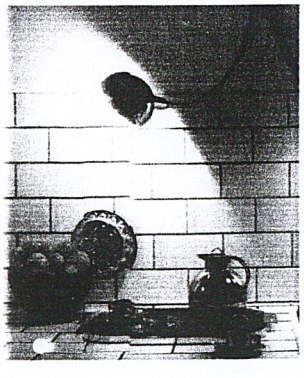
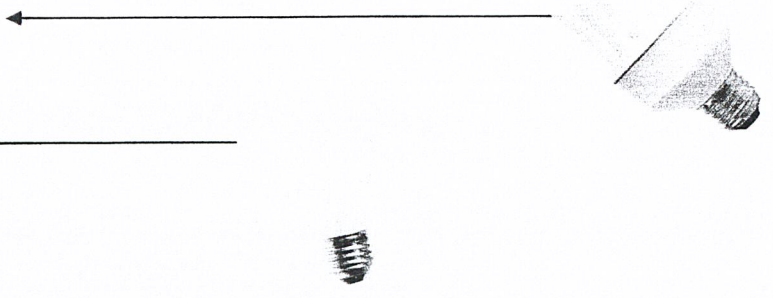
2.1 แหล่งกำเนิดแสง

การกำเนิดแสง แสงสว่างแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แสงสว่างที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ(Natural light) เป็นแสงที่ได้มาจากดวงอาทิตย์ โดยให้แสงสว่างในเวลากลางวันและหมดไปในเวลากลางคืนแสงที่ได้จะมีความเข้มแตกต่างกันไปตามระยะเวลา เช่น ตอนกลางวันแสงจ้า ส่วนตอนเย็นแสงน้อย



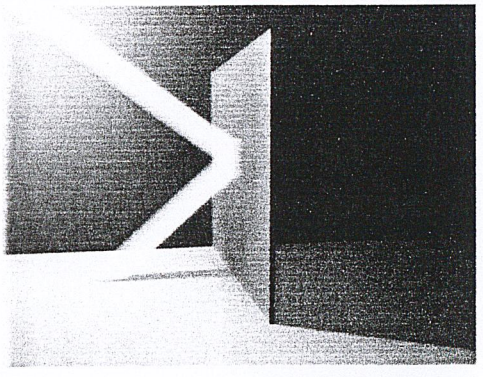
2. แสงสว่างที่เกิดขึ้นจากพลังงานไฟฟ้า (Artificial light) หรือที่เราเรียกว่าแสงประดิษฐ์ เป็นแสงที่สามารถใช้ได้โดยตรงจากแหล่งกำเนิด เช่น หลอดไฟฟ้า เป็นที่นิยมเพราะสามารถควบคุมทิศทางและปริมาณของแสงได้

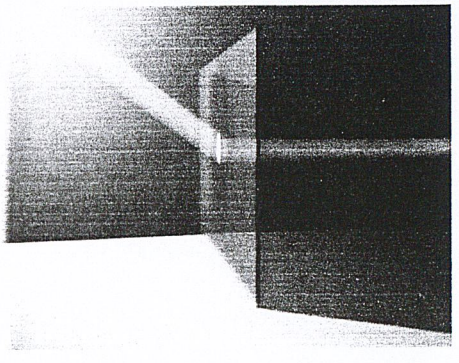
2.พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดแสงผ่านออกสู่ตัวกลางชนิดต่างๆ นับตั้งแต่ อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง มันจะมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ทางเดินของแสงจะถูกเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น มันอาจจะหักเห สะท้อน กระจายตัวออกหรือถูกดูดกลืนเข้าไปในตัวกลางนั้นก็ได้

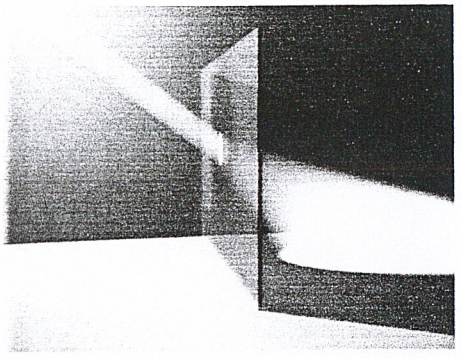
ปรากฏการต่างๆ เหล่านี้ของแสง เป็นเรื่องราวที่เราต้องคำนึงถึงอย่างรอบคอบเมื่อถึงขั้นตอนของการเลือกใช้ดวงโคม (Light fixtures) การออกแบบดวงโคม การเลือกใช้หลอดไฟ (lamp) ตลอดจนถึงขั้นตอนการออกแบบระบบแสงสว่าง (lighting system)



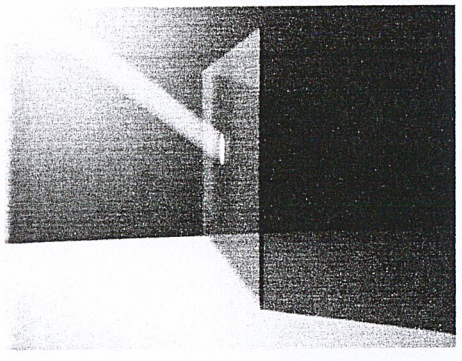
การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลางและแสงสะท้อนตัวออกมา ถ้าแผ่นตัวกลางดังกล่าวเป็นผิวเรียบขัดมัน การสะท้อนตัวของแสงจะเป็นไปตามที่ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน



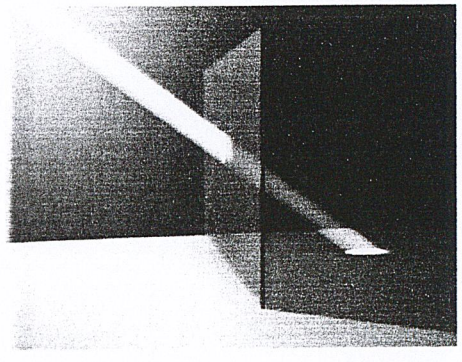
การหักเห (Refraction) เป็นปรากฏการณ์ที่ลำแสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมัน เมื่อมุ่งผ่านวัตถุโปร่งแสง



การกระจาย (Diffusion) คือการที่แสงกระจายตัวออกเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่น แผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน เราใช้ประโยชน์จากการกระจายตัวของลำแสงเมื่อกระทบตัวกลางนี้ เช่น ใช้แผ่นพลาสติกใสปิดดวงโคม เพื่อลดความจ้าจากหลอดไฟ



การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง เช่น การฉายแสงสีขาวลงบนกำแพงสีเขียว แสงสีอื่นๆ จะถูกดูดกลืนหายเข้าไปในกำแพง ยกเว้นแสงสีเขียวเท่านั้นที่สะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัววัตถุใดๆ มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

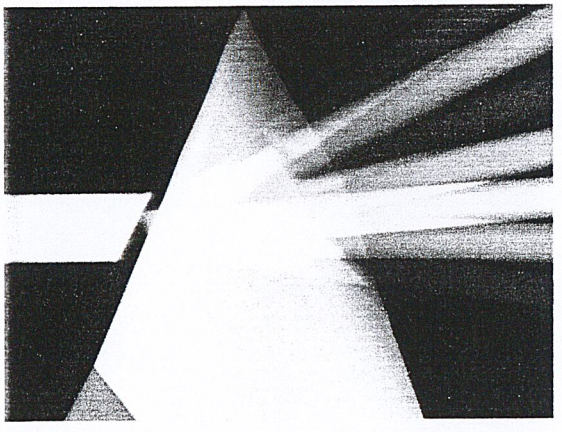


การทะลุผ่าน (Transmission) คือการที่แสงพุ่งชน ตัวกลางแล้วทะลุผ่านออกไปอีกด้านหนึ่ง

3. สี (Color)

แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ (Radiant energy) ชนิดหนึ่ง และเมื่อเรานำพลังงานที่เคลื่อนที่ทั้งหมดมาเรียงกัน โดยเริ่มต้นพลังงานที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดไปจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุด แสงจะเป็นเพียงแถบพลังงานแถบเล็กๆแถบหนึ่งซึ่งมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตรเท่านั้น และเป็นช่วงที่ตาเราสามารถรับรู้ได้ ในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวนี้ แสง ยังประกอบไปด้วยแสงสีต่าง อีกมากกมายซ้อนเรียงกันอยู่ตั้งแต่แสงสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง

เมื่อเราฉายแสงสีขาวเข้าสู่ก้อนปริซึม แสงสีต่างๆ ซึ่งซ้อนอยู่ในแสงสีขาวนั้น จะถูกแยกตัวออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจน แสงสีต่างๆ เหล่านี้จะมีความยาวคลื่นที่เฉพาะตัวต่างๆ กันออกไป เช่น สงที่มีความยาวคลื่นมากว่า 610 นาโนเมตรขึ้นไป จะให้แสงสีออกมาเป็นสีแดง ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 440ถึง 500 นาโนเมตร จะให้แสงออกมาเป็นสีน้ำเงิน



ภาพเมื่อฉายแสงสีขาวเข้าสู่ปริซึม

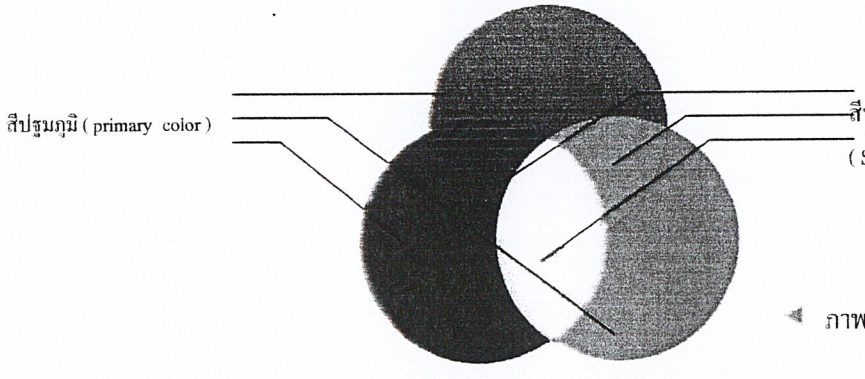
เราอาจจะกล่าวได้ว่า สีของแสงเกิดขึ้นจากความไม่สมดุลของแสงสีขาวนั่นเอง กล่าวคือ สีของแสงใดที่มีพลังงานสูงที่สุดก็จะมีผลให้แสงนั้นปรากฏออกมาเป็นแสงสีดังกล่าว ส่วนของสีวัตถุต่างๆ ที่เราเห็นอยู่ในชีวิตประจำวัน เกิดขึ้นจากวัตถุนั้นมีคุณสมบัติที่มีการดูดกลืน(Absorption) แสงสีอื่นๆไว้ หมด และแสงสะท้อนสีนั้นๆ นั้นออกมา เช่น เราเห็นมะเขือเทศเป็นสีแดง ก็เพราะว่ามันดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นช่วงอื่นไว้หมดและสะท้อนแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 610-780 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงสีแดงออกมา กล่าวคือ ตาเราไม่สามารถมองเห็นวัตถุออกมาเป็นสีใดสีหนึ่งโดยเฉพาะเลย ถ้าไม่มีพลังงานของแสงสีนั้นอยู่ในแหล่งกำเนิดแสงดังกล่าว อย่างไรก็ตาม วัตถุนั้นๆ จะต้องมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงสีนั้นๆออกมาด้วย

สีของวัตถุใดๆ อาจจะเพี้ยนไปจากเดิมได้ อย่างเช่น กำแพงซึ่งเคยเป็นสีขาว ภายใต้แสงสีขาวเมื่อเราฉายแสงสีเขียวลงบนกำแพง กำแพงนั้นก็อาจจะปรากฏออกมาเป็นแสงสีเขียว ทั้งนั้นก็เพราะว่ามีแต่พลังงานของแสงสีเขียวเท่านั้นที่ตกลงบนกำแพง จึงมีเพียงแสงสีเขียวสะท้อนออกมาสู่ตาเรา หรืออย่างเช่น เมื่อเราฉายแสงสีเขียวลงบนกำแพงที่ทาด้วยแสงสีแดงเอาไว้ สีมันจะออกคล้ำค่อนข้างไปทางสีดำ แทนที่จะเป็นสีแดงเหมือนเดิม เพราะว่า พลังงานของแสงที่มีอยู่ในแสงสีเขียวมีน้อยมาก กำแพงจึงไม่สะท้อนแสงสีแดงออกมาเหมือนเราฉายแสงสีขาวหรือแสงสีแดงออกไป

อย่างไรก็ตาม จะต้องนึกอยู่เสมอว่า เราสามารถมองเห็นวัตถุรอบๆตัวเรามีสีสันต่างๆ ได้เลย ถ้าไม่มีแสงอยู่รอบๆ กล่าวคือ ถ้าไม่มีแสงก็ไม่มีสี

แม่สีแสงหรือบางครั้งเรียกว่า สีปฐมภูมิ (Primary color) คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งต่างจากแม่สีในวิชาทางศิลปะ แม่สีของแสงทั้งสามสีนี้ เมื่อนำมาผสมกัน (additive) โดยการฉายแสงซ้อนกันลงไป เราจะได้แสงชุดที่สองเรียกว่า สีทุติยภูมิ (Secondary color)

จะเห็นได้ว่าแสงสีเหลืองเกิดขึ้นจากการฉายสีแดงลงบนสีเขียว แสงสีม่วงเกิดขึ้นจากการฉายแสงสีแดงลงบนแสงสีน้ำเงิน และแสงสีน้ำเงินแกมเขียวก็เกิดขึ้นจากการฉายแสงสีน้ำเงินลงบนแสงสีเขียว และเมื่อฉายแสงสีชุดที่ 2 ที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กันนี้ขึ้นลงไปในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้ว เราจะได้เห็นแสงออกมาเป็นแสงสีขาว



ภาพแสดงการผสมสีของแสง

เนื้อหาหน่วยการเรียนที่ 2
เรื่อง อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

บทนำ

ในหน่วยการเรียนนี้ได้นำเสนอความรู้พื้นฐานที่จำเป็น ในการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างภายในการจัดนิทรรศการ อาทิเช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนหน่วยต่อไป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียน เรียนจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. บอกความหมายของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างได้
2. อธิบายการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆได้
3. อธิบายการเลือกใช้ดวงโคมไฟฟ้าชนิดต่างๆได้
4. บอกประโยชน์และโทษของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้
5. บอกความหมายอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยได้
6. อธิบายการเลือกใช้อุปกรณ์รักษาความปลอดภัยได้

เนื้อหาหน่วยการเรียน

หน่วยย่อยที่ 1 อุปกรณ์ไฟฟ้า

หน่ายย่อยที่ 2 อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย

อุปกรณ์ไฟฟ้า

1.1 หลอดไฟฟ้า

หลอดไฟฟ้ามีด้วยกันหลายประเภท แต่ละประเภทก็มีข้อดีและข้อเสียกันออกไป และเมื่อต้องการนำไปใช้งานก็จะต้องพิจารณาวัตถุประสงค์ในการใช้งานเป็นหลัก ถ้าต้องการความถูกต้องของสี เช่น การเลือกสีผ้า การเลือกสีฟิล์ม ก็ต้องใช้หลอดประเภทหนึ่ง ถ้าต้องการอายุการใช้งานที่นานเพื่อไม่ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อยก็ต้องเลือกหลอดอีกประเภทหนึ่ง เช่นในพื้นที่ที่เพดานสูงมากควรใช้หลอดที่มีอายุการใช้งานนาน เป็นต้น องค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหลอดมีหลายอย่างขึ้นอยู่กับความสำคัญในแต่ละองค์ประกอบซึ่งเมื่อนำมาใช้งานได้ดังนี้

ลักษณะแสงสี เพื่อให้เข้ากับการใช้งาน เช่น การใช้งานในบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปก็ควรใช้หลอดที่ให้แสงสีเหลืองอ่อน เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวอร์มไวท์ (Warm white) คือมีสีออกเหลืองแดง เพราะแสงสว่างในบ้านไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสูงควรเลือกใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำ ถ้าใช้ในสำนักงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงถึง 500 – 700 ลักซ์ก็ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงประมาณ4000 – 5000 เคลวิน เป็นต้น

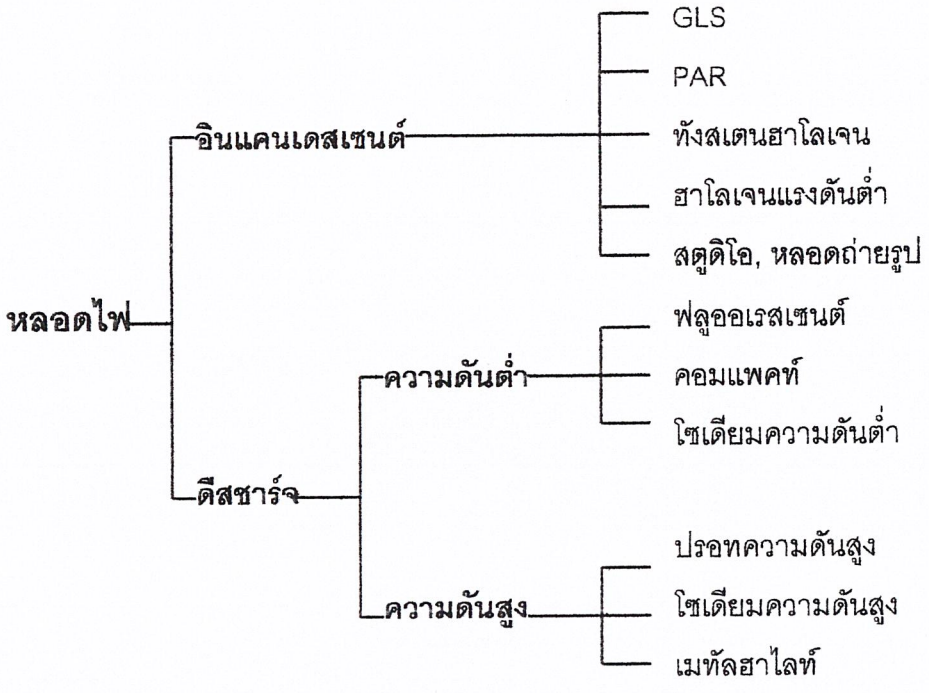
การเลือกแสงสีของหลอดถือว่าเป็นขั้นแรกเลยในการเลือกชนิดหลอดเพื่อการใช้งานแสงสว่าง ตัวอย่างเช่น การใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ในสำนักงาน คือ ห้องทำงานและให้ความส่องสว่างถึง 500 – 700 ลักซ์ ปรากฏว่าแรกๆ ก็ดูดีเพราะหลอดประเภทนี้เมื่อมองผ่านๆที่ความส่องสว่างมากๆก็รู้สึกว่าสวยงาม แต่พอใช้งานไปนานๆ เข้าผู้ใช้งานนั่งไม่ได้เพราะสว่างจ้าเกินไป ผลก็คือต้องรื้อออกและติดหลอดฟลูออเรสเซนต์สีขาวเย็นเข้าไป และใช้ร่วมกับหลอดอินแคนเดสเซนต์(ในสำนักงานที่ต้องการความสว่าง 500 ลักซ์ ควรมีหลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงที่4000 – 5000 เคลวิน เป็นหลัก และถ้าต้องการความรู้สึกอบอุ่นของแสงก็อาจใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ช่วยเป็นหลอดเสริมเข้าไปได้แต่ไม่ใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์และหลอดฮาโลเจนเป็นหลักในการให้แสงส่องสว่าง) เมื่อพิจารณา ทำให้ทราบว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์และฮาโลเจนซึ่งมีอุณหภูมิสีที่ 2900 และ 3000 เคลวินตามลำดับไม่ควรใช้กับความส่องสว่างสูงๆ ในพื้นที่ต้องใช้สายตานานๆ เพราะจะรู้สึกจ้าเกินไป

การแบ่งประเภทของหลอด

หลอดไฟฟ้าแบ่งประเภทใหญ่ได้ดังนี้

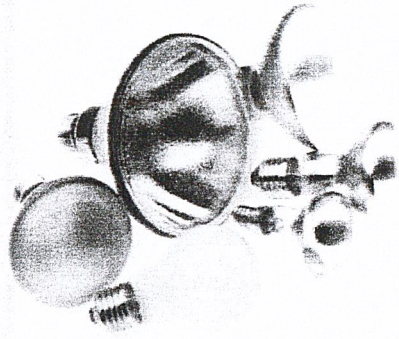
ก. หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดมีไส้

ข. หลอดดิสชาร์จ เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้ไส้หลอด หลอดในตระกูลนี้ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอดปรอทความดันต่ำ) หลอดคอมแพคท์ หลอดปรอทความดันสูง หลอดโซเดียมความดันต่ำและสูง หลอดเมทัลฮาไลท์



รูปไดอะแกรมแสดงการแบ่งประเภทของหลอด

1.1.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์



หลอดอินแคนเดสเซนต์เป็นหลอดที่มีไส้ซึ่งทำด้วยทังสเตนซึ่งมีความดันไอต่ำ และมีจุดหลอมเหลวสูงถึง 3655 เคลวิน แต่การทำงานจริงต่ำกว่าที่อุณหภูมินี้มาก เพื่อให้อายุการใช้งานนาน และเพื่อลดอัตราการระเหยของไส้จึงมีก๊าซเฉื่อยในกระเปาะแก้วทนอุณหภูมิสูงนอกจากนี้ก๊าซยังมีความสำคัญทำให้ขั้วหลอดไม่ดำ

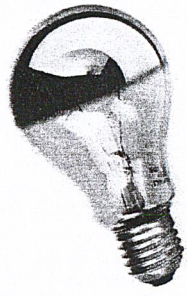
หลอดอินแคนเดสเซนต์ ประหลอดมีไส้ที่มีประสิทธิผล (Efficacy) หรือ ลูเมน/วัตต์ ต่ำแต่ให้แสงที่อบอุ่น มีอายุการใช้งานสั้นในเกณฑ์ประมาณ 1000 – 3000 ชม. หลอดประเภทนี้มีอุณหภูมิสีประมาณ 2500 – 3000 องศาเคลวิน สีของหลอดออกโทนเหลืองจนถึงเหลืองออกขาว ให้แสงถูกต้อง หรือ CRI 100% มักใช้ในบ้านพักอาศัย โรงแรม เป็นต้น

หลอดอินแคนเดสเซนต์เคยถูกตราหน้าว่าอาจจะถูกทดแทนด้วยหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ หรือที่เรียกภาษาชาวบ้านว่า หลอดขาตะเกียบ และหลอดอินแคนเดสเซนต์ต้องหายไปจากท้องตลาดแน่เพราะใช้ไฟฟ้ามากและให้ความร้อนออกมามากด้วย แต่เมื่อเวลาผ่านไปปรากฏว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์มีราคาถูกกว่ามาก และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ยังไม่สามารถให้ความสวยงามเหมือนเมื่อส่องด้วยหลอดอินแคนเดสเซนต์

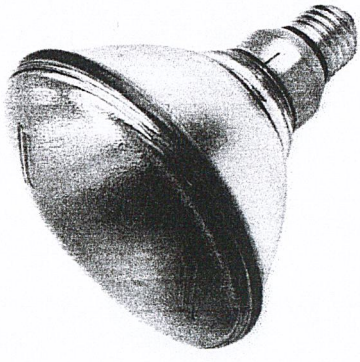
หลอดอินแคนเดสเซนต์มีอายุการใช้งานที่สั้น และถ้าแรงดันที่ป้อนสูงกว่าปกติ อายุการใช้งานยิ่งสั้นลงมามากขึ้น เช่น หลอด GLS ซึ่งเขียนที่ตัวหลอด 230V ถ้านำไปใช้งานที่ 240V อายุการใช้งานจะสั้นลงมาแทนที่จะเป็น 1000 ชม. ก็อาจจะเหลือ 800 หรือ 600 ชม. เป็นต้น ถ้าแรงดันที่ป้อนสูงกว่านี้อายุการใช้งานยิ่งสั้นยิ่งน่ากลัว ก่อนจะตัดสินใจใช้หลอดชนิดนี้จะต้องพิจารณาให้ดี เช่น แรงดันที่ออกจากหม้อแปลงในเขตการไฟฟ้านครหลวงอาจจะมีค่า 416โวลต์(เฟส – เฟส) หรือที่ 240 (เฟส – ดิน) ดังนั้นบ้านที่อยู่ต้นทางใกล้หม้อแปลงก็อาจจะมีปัญหาเรื่องหลอด GLS ขาดบ่อยๆ เพราะเจอแรงดันที่ 240 โวลต์ โดยที่หลอดแรงดันพิกัดที่ 220 – 230 โวลต์เป็นต้น

หลอดอินแคนเดสเซนต์แบ่งออกเป็นหลายชนิดตามรูปร่างและโครงสร้าง ดังนี้

1. **หลอด** GLS (General Service Lamp) หลอดประเภทนี้เป็นหลอดที่ชาวบ้านใช้กันอยู่ทั่วไปมาตั้งแต่ดั้งเดิมและยังใช้กันอยู่ในปัจจุบัน หลอดมีไส้ที่ใช้กันทั่วไป มีสองแบบ คือ <u>หลอดใส</u> <u>หลอดเคลือบ</u>



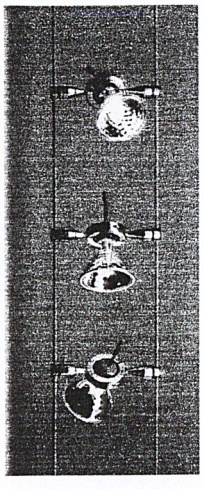
และมีการใช้งานที่ต่างกันไป อายุการใช้งานประมาณ 1000ชม. ซึ่งนับว่าสั้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟฟ้าอื่นๆ หลอดที่ใช่ในโคมไฟส่องลงควรใช้หลอดเคลือบมิฉะนั้นจะเห็นเป็นวงแสงที่พื้นที่ส่วนหลอดใสใช้ในกรณีที่ต้องการให้เห็นหลอดเพื่อให้เห็นประกายแสงของหลอด เช่น โคมไฟกิ่งที่มองเห็นตัวหลอดด้วยก็ใช้หลอดใส เพราะการเห็นประกายของแสงจากหลอดก็จะทำให้เกิดความสวยงามด้วย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นขนาดของวัตต์ของหลอดไม่ควรสูงเกินไปเพราะจะทำให้จ้า ซึ่งอาจจะใช้หลอดขนาด 40 หรือ 60 วัตต์

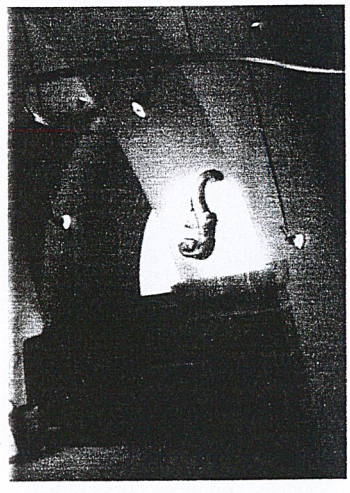


2. **หลอด** PAR เป็นแก้ว 2 ชิ้นประกบกัน ที่ใช้กันมากได้แก่ PAR 38 PAR 56 ตัวเลข 38 และ 56 หมายถึง 38และ 56 หุน นั่นคือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง38/8 และ 56/8 นิ้วตามลำดับ หลอดประเภทนี้มักใช้ในการส่องสว่างแบบเน้น และเป็นหลอดที่ใช้กันมากที่ชาวบ้านเรียกว่าหลอดสปอตเพราะหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด แต่ความร้อนสูงไม่ควรใช้ส่องวัตถุใกล้เกินไป อย่างน้อยควรห่างจากวัตถุไม่น้อยกว่า 1 เมตร หลอด PAR38 ที่ใช้กันมากมีสองชนิด คือ แบบมุมแสง 30 องศา (Flood) และ แบบมุม 15 องศา(Spot) และขนาดวัตต์ที่ใช้กันมาก คือ 120 วัตต์ ถ้าเป็นแบบมุมแสง 30 องศาสังเกตได้ง่าย คือ หน้าหลอดเป็นแก้วเม็ดๆ เพื่อให้กระจายแสงมุมกว้าง ถ้าเป็นหลอดมุม 15 องศา หน้าหลอดจะ

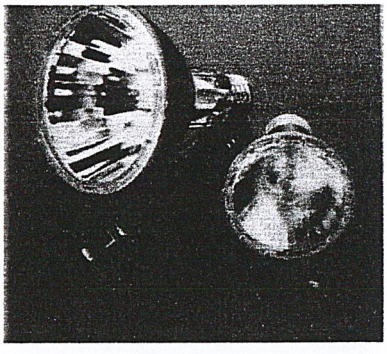
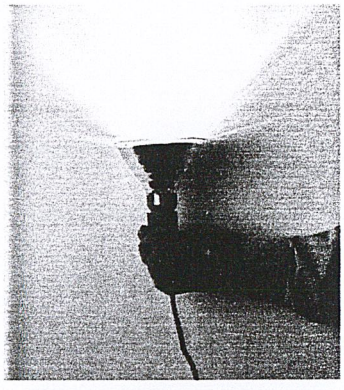
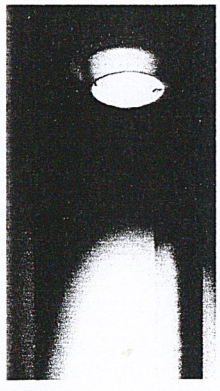
เป็นแก้วใสแบนไม่มีเกล็ดให้เห็น ควรหน้าพบเห็นหลอดประเภทนี้อย่าลืมสังเกตที่หน้าหลอดด้วย แล้วถามตัวเองด้วยว่าเป็นหลอดมุมแสงเท่าใด

3. **หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำ** เป็นหลอดที่มักใช้ในการส่องเน้น ให้สีออกขาวกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ แรงดันที่มีใช้กันมาก คือ 12 โวลต์ ถ้าเป็นหลอดที่ใช้ภายในอาคารมักมีขนาด 20 หรือ 50 วัตต์ และมีมุมแสงให้เลือกขนาดที่ 12 24 และ 36 องศา หลอดประเภทนี้จะต้องใช้หม้อแปลงที่ต้องซ้อนในฝ้าใกล้หลอด หม้อแปลงไม่ควรติดตั้งห่างจากโคมมากเกินไป เพราะจะมีปัญหาเรื่องศักดาไฟฟ้าตกมาก แสงไฟที่ได้ออกมาเลยริบหรี่แทบไม่มีแสงออกมา และเมื่อแรงดันที่ปลายทางแทนที่จะได้ออกมา 12 โวลต์ กลายเป็นได้ออกมาเพียง 3 โวลต์ เท่านั้น เป็นต้น หลอดประเภทนี้ให้ความร้อนออกมา ควรติดตั้งเพื่อส่องวัตถุโดยห่างไม่น้อยกว่า 3 เมตร หลอดฮาโลเจนที่ไม่มีกระจกป้องกันหลอด ต้องไม่ไปสัมผัสถูกเพราะจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

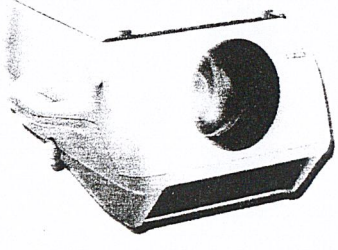
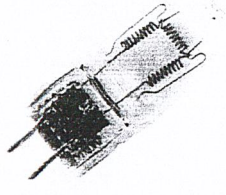
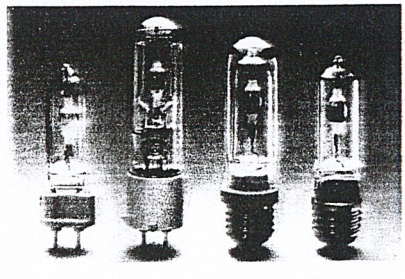




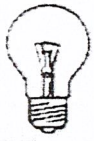
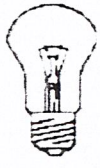
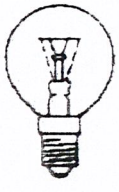
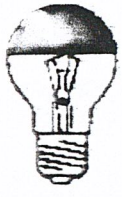
4. **หลอดทังสเตนฮาโลเจน** เป็นหลอดที่มีใช้ทั้งภายในและภายนอกอาคารเป็นหลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนต์ มีอุณหภูมิสีประมาณ 3000 องศาเคลวิน หลอดประเภทนี้มีขนาดเล็กลงจึงเหมาะสำหรับทำเป็นหลอดส่องเน้นเพราะสามารถให้ลำแสงแคบได้ และเช่นกันอย่าไปสัมผัสถูกตัวหลอดเพราะจะทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นลงมาก ที่เห็นมีใช้กันมากได้แก่ที่ใช้ในโคมไฟส่องลงซึ่งมีขนาดวัตต์ 150 และ 250 วัตต์ และใช้กันมากในโคมไฟสาดภายนอกอาคารซึ่งมีขนาดวัตต์ 300 500 1000 2000 วัตต์ หลอดประเภทนี้ เมื่อใช้กับงานภายนอกมีข้อดีเมื่อเทียบกับหลอดดิสชาร์จคือ เปิดติดได้ทันทีแต่อายุการใช้งานสั้น เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดดิสชาร์จ

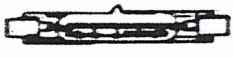
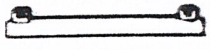
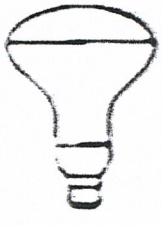




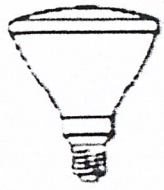
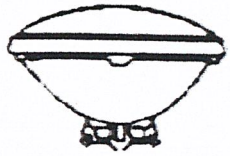
5. **หลอดอื่น ๆ** หลอดอินแคนเดสเซนต์ มีอีกหลายแบบ เช่น หลอดที่ใช้กับเครื่องฉายสไลด์ หลอดถ่ายรูป เป็นต้น ส่วนใหญ่ใช้ในกรณีที่ต้องบีบลำแสงให้แคบเพื่อส่องเน้นหรือส่องเป็นลำ เพราะหลอดในตระกูลอื่นทำได้ลำบากหรือทำได้แต่ตัวโคมมีขนาดใหญ่มาก

ตารางแสดงหลอดอินแคนเดสเซนต์ชนิดต่างๆ

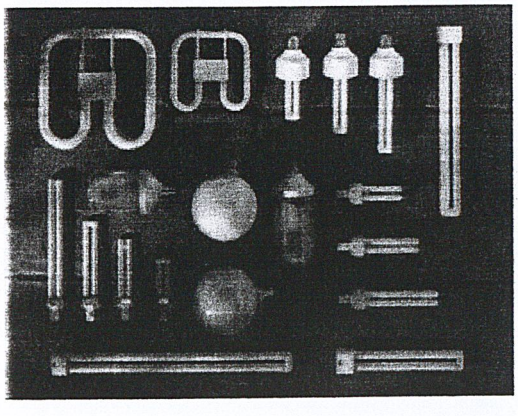
ชนิด	รายละเอียด
GLS 	หลอดที่ใช้กันมากในตระกูลอินแคนเดสเซนต์ มีทั้งแบบหลอดใสแลขาวขุ่นมีขนาดวัตต์ต่างๆ 40 60 75 100 150 วัตต์ ถ้าเป็นชนิดที่ใช้ในพื้นที่เขย่าหรือสั่นก็ต้องเป็นชนิดพิเศษ
SOFT LIGHT	ใช้งานกับโคมไฟส่องลงในบ้านพักอาศัยและโรงแรมมากเพราะให้แสงที่นุ่มนวล คือมีแสงออกเหลืองชมพู มีขนาดวัตต์ที่ใช้คือ 25 40 60 75 และ 100 วัตต์
KRYOTON 	หลอดชนิดนี้เป็นหลอดที่ให้แสงสว่างมากกว่าปกติ มีขนาดวัตต์ที่ใช้ดังนี้ 25 40 60 75 และ100วัตต์ใช้แทนหลอดGLS ได้ถ้าต้องการแสงออกขาวกว่าเล็กน้อย และปริมาณลูเมนที่วัตต์เดียวกันมีค่ามากกว่าหลอดGLS
DECORATIVE ROUND 	หลอดตกแต่งที่มีขนาดเล็ก หรือเรียกว่าหลอดปิงปองมีขนาดวัตต์ดังต่อไปนี้15 25 40 60 วัตต์ หลอดดังกล่าวใช้สำหรับงานตกแต่งทั่วไป
CROWN MIRRORED 	หลอดประเภทนี้ใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการให้แสงออกมาตรงๆ เพื่อไม่ให้เกิดแสงบาดตา ใช้ได้ทั้งโคมไฟห้อยหรือโคมสปอตเพื่อให้แสงกระทบจานรวมแสงก่อนส่องออกมา มีขนาดวัตต์ 25 40 60 และ 100วัตต์ บางครั้งการให้ได้มาซึ่งผลของแสงแบบเดียวกันก็อาจใช้หลอด GLS แล้วมีแผ่นอะลูมิเนียมเป็นรูปครึ่งวงกลมครอบเอาไว้

CANDEL	หลอดเปลวเทียนใช้กับไฟตกแต่งไม่ว่าจะเป็นโคมระย้าหรือโคมไฟกิ่ง มีทั้งแบบใสและขาวขุ่น ขนาดวัตต์ 15 25 40 60 วัตต์การใช้หลอดใสก็ต่อเมื่อวัตต์ไม่มากเพราะอาจจะแสบตา ถ้าเป็นโคมที่เห็นหลอดชัดเจนและต้องการความประกายของแสงก็อาจใช้หลอดใสขนาด 15 วัตต์ ถ้าเป็นโคมที่เห็นเป็นเพียงบางส่วนของหลอดก็อาจใช้ขนาด 25 วัตต์
SINGLE ENDED	หลอดฮาโลเจนแบบขั้วเดียว ใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูง เช่นในเครื่องฉายข้ามศีรษะ หรือส่องเน้น หรือใช้ในโคมที่มีขนาดเล็ก มีขนาดวัตต์ 100 150 300 และ500วัตต์
DOUBLE ENDED 	หลอดประเภทนี้มีเห็นใช้กันมากในกรณีที่ต้องการความส่องสว่างมากกว่าหลอดGLS ไม่ว่าจะเป็นโคมไฟส่องลง โคมไฟส่องขึ้น หรือใช้กับโคมไฟสาด มีขนาดวัตต์ 100 200 300 500และ1000วัตต์ต้องระวังเรื่องระดับของหลอดตอนใช้งาน เพราะอาจเอียงได้ไม่เกิน+หรือ-4 องศา เป็นต้น
LINEAR 	หลอดประเภทนี้ใช้กับงานตกแต่ง เช่น ติดไว้เหนือหรือด้านข้างของกระจกส่องหน้า หรือกระจกแต่งตัว มีขนาดวัตต์ 35 60 120 วัตต์แต่หลอดชนิดนี้มีความส่องสว่างมากเช่น หน้ากระจกเพื่อแต่งหน้าตาให้เห็นอย่างชัดเจนก็ต้องใช้แบบหลอดปิงปองขาวขุ่นหลายหลอดติดแต่ละข้างของกระจกแทน
REFELECTOR 	หลอดประเภทนี้มีสารฉาบด้านข้างเพื่อให้แสงสะท้อนออกมาทางด้านหน้าเพื่อส่องเน้น แต่ก็ยังมองเห็นแสงนวลๆด้านข้างด้วย มีขนาดวัตต์ดังนี้ 40 60 75 และ 100วัตต์และมีมุมลำแสงทั้งแคบและแบบกว้างเพื่อการเลือกใช้งาน

PAR38 HALOGEN 	หลอดประเภทนี้มีทั้งหลอดอินแคนเดสเซนต์และหลอดฮาโลเจนถ้าเป็นหลอดPAR38ธรรมดามีขนาดวัตต์100 120 150 วัตต์มีมุมแสงสองแบบคือ 15และ 30 องศาส่วนหลอดPAR30ฮาโลเจนมีขนาดวัตต์ 75 100วัตต์และมีมุม2แบบด้วยเช่น คือแบบกว้างและแคบ ขนาดวัตต์ที่แน่นอนให้เช็คกับผู้ขาย
PAR56 	ขนาดหลอดPAR56 ให้แสงเข้มมากกว่าหลอดPAR38 มีลำแสง3แบบ คือ ลำแสงแบบแคบ ปานกลาง กว้าง มีขนาด300วัตต์ ใช้เพื่อการส่องเน้นหรือสาดจากระยะไกล หรือใช้กับพื้นที่ที่กว้างเกินกว่าจะใช้หลอดPAR38ได้
HALOGEN DICROIC	หลอดไฟสปอตหรือส่องเน้นแบบแรงดันต่ำที่12โวลท์ซึ่งเป็นหลอดยอดนิยมที่ใช้สำหรับงานตกแต่ง และส่องเน้น มีทั้งแบบตัวสะท้อนแสงแบบโลหะ หรือตัวสะท้อนแสงแบบdiachronic ซึ่งแบบหลังจะดูดซับแสงสีแดงไปด้านหลังทำให้ไม่ร้อนมากเกินไป มีขนาดวัตต์ 25 30 50วัตต์และมุมส่องเน้นโดยทั่วไปมี3แบบคือ แบบแคบ ปานกลาง กว้าง

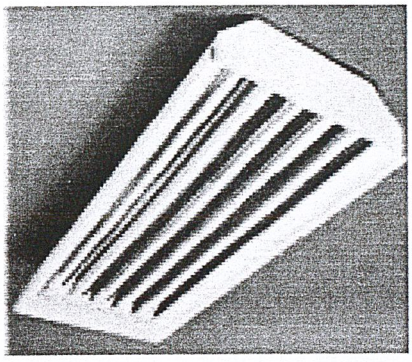
1.1.2หลอดดิสชาร์จ

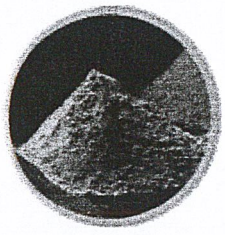
เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้ไส้หลอด หลอดในตระกูลนี้ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอดปรอทความดันต่ำ) หลอดคอมแพคท์ หลอดปรอทความดันสูง หลอดโซเดียมความดันต่ำและสูง หลอดเมทัลฮาไลท์



หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออรสเซนต์เป็นหลอดดิสชาร์จที่มีความดันต่ำซึ่งแสงที่ออกมากำเนิดมาจากผงฟลูออเรสเซนต์ที่ถูกพลังงานอัลตราไวโอเลตซึ่งกำเนิดมาจากการอาร์คของปรอท โครงสร้างของหลอดประกอบด้วยหลอดแก้วยาวซึ่งมีขั้วไฟฟ้าที่ปลายและบรรจุไอปรอทที่มีความดันต่ำและมีก๊าซเฉื่อยชาเล็กน้อยเพื่อการเริ่มต้นจุดไส้หลอด

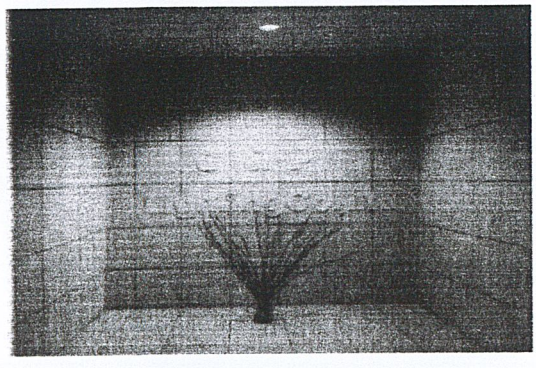




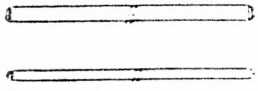
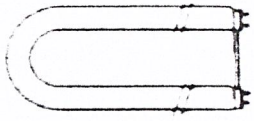
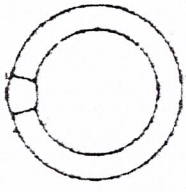
ภายในแก้วเคลือบด้วยผงฟลูออเรสเซนต์ที่เรียกว่าฟอสฟอร์เมื่อป้อนศักดาไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทำให้เกิดดิสชาร์จไหลผ่านไอปรอทกำเนิดแสงที่มองเห็นและรังสีที่มองไม่เห็นบางส่วนที่เรียกว่า อัลตราไวโอเลต และรังสีอัลตราไวโอเลตนี้จะทำให้สารฟอสฟอร์เรืองแสงออกมา

หลอดฟลูออเรสเซนต์ถือเป็นหลอดที่มีความนิยมใช้งานกันมาก เพราะประหยัดไฟฟ้า มีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย ที่เห็นใช้กันมากได้แก่อาคารสำนักงาน และโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเพดานไม่สูงกว่า 7 เมตร หลอดฟลูออเรสเซนต์มีประสิทธิภาพประมาณ 50 – 80 ลูเมนต่อวัตต์ ซึ่งถือว่ามีค่าสูงพอสมควร และประหยัดค่าไฟฟ้าประมาณ 5-8 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ซึ่งมีค่าประมาณ 10-15 ลูเมนต่อวัตต์ และขนาดวัตต์ที่มีใช้กันมากได้แก่ หลอดขนาด 18 และ 36 วัตต์ หลอด 18 วัตต์ ยาวประมาณ 60 ซม. ถ้าเป็นหลอด 36 วัตต์หลอดยาวประมาณ 120 ซม.

หลอดฟลูออเรสเซนต์มีข้อดีคือ ไม่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงศักดาไฟฟ้านัก ลองสังเกตจากเวลาเกิดแรงดันไฟฟ้าตกจะรู้สึกได้จากหลอดอินแคนเดสเซนต์ก่อนเพราะจะเห็นแสงหรี่ลงจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ แต่ถ้าเป็นฟลูออเรสเซนต์พอไฟตกมากๆ จึงจะเห็นอาการ นอกจากนี้ฟลูออเรสเซนต์ยังมีข้อเสียคือ ถ้านำไปติดตั้งไว้ในที่เย็นเช่น ห้องเย็นมากๆ หลอดอาจจะสตาร์ทติดลำบากต้องใช้หลอดและสตาร์ทเตอร์พิเศษนอกจากนี้ถ้าหากห้องเย็นมากๆแสงก็จะลดลงด้วย ดังนั้นห้องเย็นบางแห่งจะใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์กันเพราะไม่มีปัญหาเรื่องการสตาร์ทไม่ติด หรืออาจจะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบพิเศษที่ออกแบบเพื่อสำหรับใช้งานประเภทนี้โดยเฉพาะ นอกจากนี้หลอดฟลูออเรสเซนต์ถ้าใช้ในบริเวณที่มีความร้อนก็มีปริมาณแสงลดลงบ้างเช่นกัน เช่นใช้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียสปริมาณแสงจะเหลือ 80% ดังนั้นการคำนวณเพื่อการส่องสว่างในพื้นที่ที่เย็นหรือร้อนมากก็จะต้องพิจารณาเรื่องปริมาณแสงที่ลดลงไปนี้ด้วยเพื่อให้ได้ความส่องสว่างที่ถูกต้อง



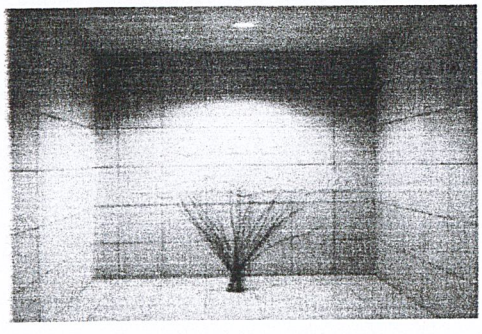
ตารางแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ

ชนิด	รายละเอียด
FLUORESCENT 	ฟลูออเรสเซนต์ที่มีใช้กันโดยทั่วไปมีขนาด 18 36วัตต์ยาว 60และ 120ซม. ตามลำดับ หลอดประเภทนี้มีใช้กัน3แบบ คือ วอร์มไวท์ คลูไวท์ และเดไลท์
U-SHAPED 	หลอดแบบนี้ใช้กับโคมที่มีขนาดเล็กได้เพราะตัวงอเป็นรูปตัวยูทำให้ใช้โคมเล็กลงได้มีขนาด40 วัตต์มีการใช้งานไม่มากเหมือนแบบหลอดตรงข้างต้น
CIRCULAR 	หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม มีใช้กันตามที่อยู่อาศัยที่ต้องการประหยัดพลังงาน และใช้กับโคมไม่ใหญ่มากเกินไป มีขนาดวัตต์22 32 40วัตต์มีทั้งหลอดแบบวอร์มไวท์ คลูไวท์ และเดไลท์

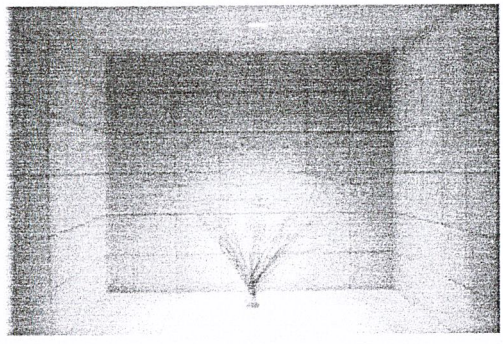
สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์

สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีด้วยกันหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้กันมากมี 3 ชนิด คือ หลอดเดไลท์(Daylight) หลอดคูลไวท์ (Cool white) และ หลอดวอร์มไวท์(Warm white)

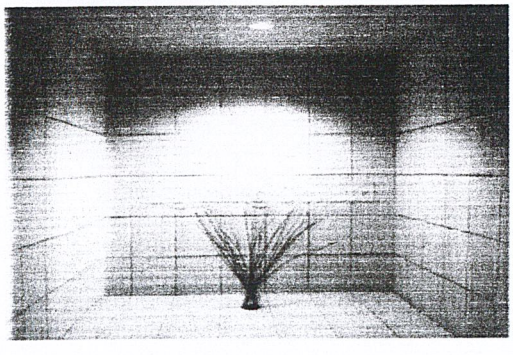
หลอดเดไลท์(Daylight) เป็นหลอดที่มีอุณหภูมิสูงถึง5500 – 6000 เคลวินมีสีออกขาวปนฟ้า หลอดประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้งานกับลักซ์สูงขนาด 700 – 800ลักซ์หรืออาจสูงกว่าและหลอดประเภทนี้ไม่ควรใช้ในห้องที่มีหลอดอินแคนเดสเซนต์เพราะอุณหภูมิมีสีที่ต่างกันมาก ยกเว้นใช้ในบริเวณที่สูงมากๆ ที่สังเกตไม่เห็นได้ง่าย



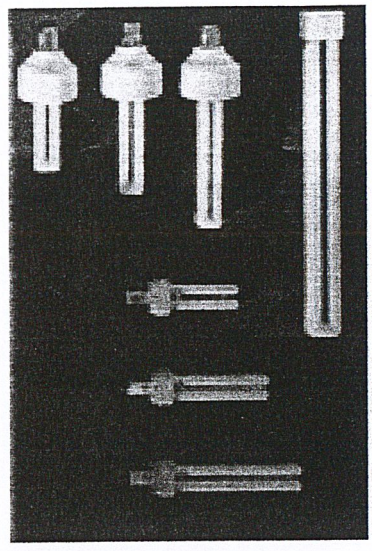
หลอดคูลไวท์ (Cool white) เป็นหลอดที่มีอุณหภูมิสูงสีประมาณ 4000 – 4500 เคลวินมีสีออกขาวเย็น หลอดประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้งานกับลักซ์ขนาด 500ลักซ์ หลอดประเภทนี้ใช้ร่วมกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ในทีเดียวกันได้เพราะมีอุณหภูมิสีไม่ต่างกันมาก



หลอดวอร์มไวท์(Warm white) เป็นหลอดที่มีอุณหภูมิสูงถึง 3000 – 3500 เคลวินมีสีออกขาวปนแดงเหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการความสว่างไม่มากกว่า 300ลักซ์ ควรใช้ในบริเวณที่ไม่ต้องการความสว่างมากแต่ต้องการแสงที่ดูอบอุ่นเช่นไฟหลืบ เป็นต้น



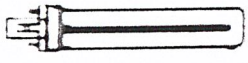
หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

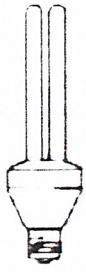
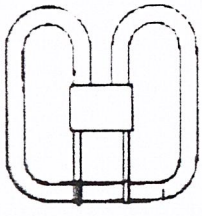


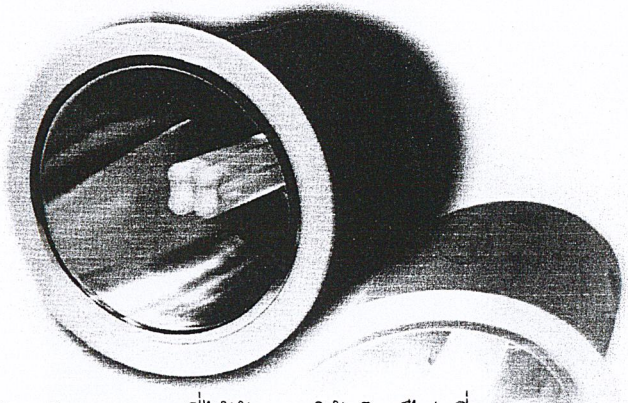
หลอดคอมแพคท์ หรือบางครั้งเรียกแบบชาวบ้านว่าหลอดตะเกียบ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์มีสี3อย่าง คือ หลอดเดไลท์(Daylight) หลอดคูลไวท์ (Cool white) และ หลอดวอร์มไวท์(Warm white) มีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ คือมีอายุการใช้งานประมาณ 5000 – 8000 ชม.และ ประสิทธิผลก็สูงกว่า คือมีค่าประมาณ 50 – 80 ลูเมนต่อวัตต์ ขณะที่อินแคนเดสเซนต์มีเพียงประมาณ 10 – 15 ลูเมนต่อวัตต์แต่หลอดดังกล่าวก็ไม่สามารถทดแทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้หมดเพราะความต้องการหลอดอินแคนเดสเซนต์ก็ยังถูกอยู่มากถ้าเป็นพื้นที่ที่จำนวนหลอดมาก เช่นไฟบริเวณ หรือทางเดินในโรงแรมก็ควรใช้หลอดคอมแพคท์เพราะไม่ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อยเหมือนหลอดอินแคนเดสเซนต์

หลอดคอมแพคท์มีขั้วหลายแบบทั้งที่เป็นแบบขั้วเกลียวและแบบพินแบบขั้วเกลียวมักเป็นชนิดที่มีบัลลาสต์ในตัวและสามารถใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้เพราะสามารถใส่แทนโดยไม่ต้องไปปรับเปลี่ยนอะไรเลย แต่อาจจะมีปัญหาเรื่องแสงบาดตาเพราะโคมที่ใช้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ไม่เหมาะที่จะใช้กับหลอดหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

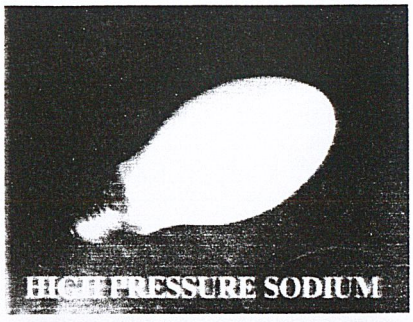
ตารางแสดงหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ

ชนิด	รายละเอียด
SLAMP 	หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดเดี่ยว มีขนาดเล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ทุกประเภท มีทั้งชนิดหลอดเดไลท์(Daylight) หลอดคูลไวท์ (Cool white) และ หลอดวอร์มไวท์(Warm white)มีขนาดวัตต์ 5 7 9 11วัตต์หลอดประเภทนี้ต้องมีบัลลาสต์ซึ่งมักติดกับตัวโคม
DOUBLE BIAX	หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดคู่ทำเพื่อให้มีขนาดสั้นกว่าแบบหลอดเดี่ยวและสามารถทำให้มีขนาดวัตต์ 10 13 18 26 วัตต์ มีสีหลอดทั้งสามชนิดเช่นกัน และถ้าเป็นหลอดแบบหลอด 3 แถวก็มีขนาดวัตต์มากขึ้นเหมาะสำหรับใช้กับโคมเล็กไม่เทอะทะ นอกจากนี้ก็มีการผลิตหลอดแบบ 3 แถว เพื่อให้หลอดสั้นลง

ELECTRONIC BIAX 	หลอดคอมแพคท์ชนิดไม่ต้องใช้บัลลาสต์แต่มีบัลลาสต์ในตัวซึ่งอาจเป็นแบบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือบัลลาสต์แบบเหล็กแกน ถ้าเป็นหลอดที่มีบัลลาสต์แกนเหล็กในตัวก็มีน้ำหนักมากพอควร หลอดดังกล่าวมีขนาดวัตต์ 11 15 20วัตต์ หลอดประเภทนี้ใช้เกลียวEdison Screw E27ซึ่งสามารถใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์แบบขั้วเกลียวได้
2 – D LAMP 	หลอดประเภทนี้มีขนาดเล็กแต่ไม่นิยมใช้งานกันมากนักมีขนาด 10 16 21 28 38วัตต์ วัตต์ขนาดเล็กใช้กับงานที่ไม่ต้องการแสงสว่างมากนัก ส่วนหลอดขนาด 28 38 วัตต์ใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างมาก



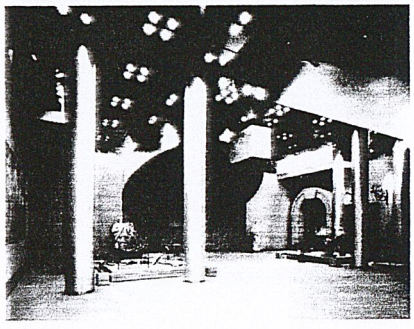
การหรี่หลอดคอมแพคท์ในปัจจุบันสามารถหรี่ได้ถ้าหากใช้สวิตซ์ไฟหรี่เฉพาะ และหลอดที่ใช้ต้องเป็นหลอดบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้นก่อนนำมา ปรึกษาผู้ขายเสียก่อนเพื่อให้แน่ใจว่าใช้หลอดและสวิตซ์ไฟหรี่ถูกต้อง เพราะถ้าหากใช้จำนวนมากและสั่งมาผิดก็ทำให้เกิดความเสียหายเหมือนกัน



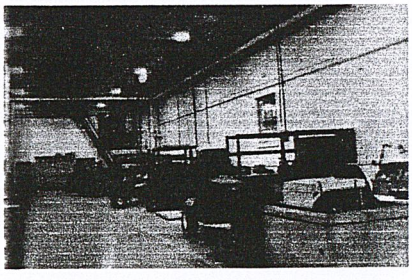
หลอดปรอทความดันสูง

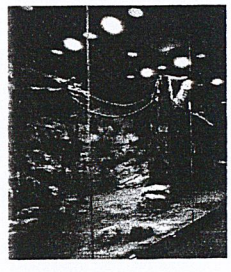
หลอดปรอทความดันสูง หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า หลอดแสงจันทร์ หลอดประเภทนี้ นิยมใช้กันมากพอสมควร เพราะมีประสิทธิภาพสูง และมีแสงที่ยอมรับได้คือมีค่า CRI อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย ซึ่งดีกว่าหลอดดิสชาร์จแบบโซเดียม

หลอดปรอทความดันสูงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพราะหลอดฟลูออเรสเซนต์มีขนาดวัตต์ที่จำกัด ฟลูออเรสเซนต์บ้านเราที่เห็นมีใช้กันมากได้แก่ หลอดขนาด 36 วัตต์ซึ่งยาวประมาณ 1.2 เมตร หรือหลอดขนาด 18 วัตต์มีความยาวประมาณ 0.6 เมตร หรือหลอดกลมขนาด 32 วัตต์



ถ้าใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อส่องสว่างในโรงงานที่มีเพดานสูงๆ ก็จะเห็นหลอดเต็มไปหมดแต่ถ้าใช้หลอดปรอทความดันสูงซึ่งมีขนาดวัตต์สูงๆ ก็ใช้จำนวนโคมน้อยกว่า เพดานที่สูงเกินกว่า 7 เมตร ก็น่าจะลองใช้หลอดปรอทความดันสูงแทนที่ จะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์หลอดชนิดจะเห็นกันได้ตามโรงงานอุตสาหกรรม พิพิธภัณฑ์ หรือพื้นที่จัดนิทรรศการใหญ่ ๆ

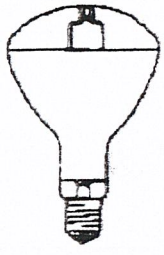


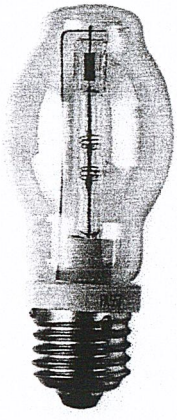


หลอดปรอทความดันสูงมีโครงสร้างเป็นกระเปาะข้างในเคลือบสารฟอสฟอร์ เมื่อต่อในวงจรต้องใช้บัลลาสต์และมีคุณสมบัติอื่นดังต่อไปนี้

- มีประสิทธิผลสูงพอกับฟลูออเรสเซนต์ คือประมาณ 50 – 80 ลูเมนต่อวัตต์
- ต้องใช้เวลาอุ่นไส้หลอด คือเมื่อเปิดไฟแล้วแสงที่ออกมาจากหลอดยังไม่สว่างพอต้องใช้เวลาประมาณ3-5 นาทีจึงจะสว่างได้เต็มที่
- แสงที่ออกมามีความถูกต้องสีประมาณ 60%หลอดปรอทความดันสูงเมื่อติดตั้งใหม่มีสีน้ำเงินแต่เมื่อใช้งานไปได้เป็นเดือนสีฟ้าหรือน้ำเงินที่ออกมาก็จะน้อยลง
- มีอุณหภูมิสีประมาณ 4000 – 6000 เคลวินแล้วแต่ชนิดของหลอดแต่ในปัจจุบันมีการผลิตหลอดความดันสูงที่ให้แสงสีเหลืองแดงแทนที่จะเป็นสีขาวเหมือนปรอทความดันสูงทั่วไป

ตารางแสดงหลอดปรอทความดันสูง

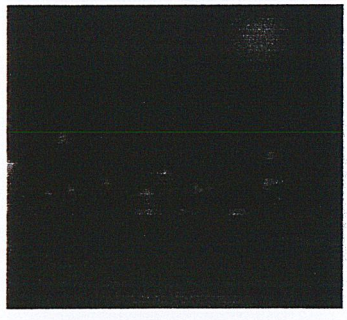
ชนิด	รายละเอียด
MERCURY	หลอดปรอทความดันสูงมีด้วยกันหลายแบบทั้งแบบขาวขุ่นหรือแบบใสและมีทั้งแบบต้องมีบัลลาสต์และแบบที่ไม่มี ถ้าเป็นแบบที่ไม่มีบัลลาสต์มักเป็นชนิดขั้วเกลียวหรือ Edison Screw และมีขนาดวัตต์ไม่มาก สีของหลอดประเภทนี้ไม่ต้องใช้บัลลาสต์มีสีออกชมพูหรือเหลืองอ่อนเพราะใช้ไส้หลอดแบบอินแคนเดสเซนต์แทนบัลลาสต์ ขนาดวัตต์ของหลอดปรอทความดันสูงมี 50 80 125 250 และ400วัตต์
MERCURY REFLECTOR 	หลอดปรอทความดันสูงชนิดที่มีสารฉาบด้านข้างเป็นตัวสะท้อนแสงเพื่อให้แสงออกมาด้านตรงมากขึ้น มีขนาดวัตต์ 250 400 700 และ 1000วัตต์



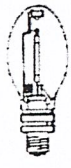
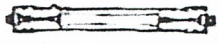
หลอดโซเดียมความดันสูง

หลอดประเภทนี้สังเกตได้บ่อยก็คือไฟถนนที่มีสีเหลืองทอง และไฟส่องสว่างสนามเทนนิสเป็นต้น หลอดไฟที่มีสีเหลืองมี 2 แบบ คือ หลอดโซเดียมความดันสูง และความดันต่ำ แต่หลอดโซเดียมความดันต่ำมีสีเหลืองจัดกว่าและมีCRIต่ำกว่าหลอดโซเดียมความดันสูง

หลอดไฟโซเดียมให้ประสิทธิภาพในการมองเห็นได้ดีที่สุด ตาคนเราไวต่อแสงสีเหลืองมากที่สุด ดังนั้นจึงเห็นใช้หลอดประเภทนี้กับไฟส่องถนน ไฟถนนซุปเปอร์ไฮเวย์ ถนนหลักที่สำคัญ หรือ บริเวณทางแยกที่มีการใช้หลอดปรอทความดันสูงในถนนทางตรงมักใช้หลอดโซเดียมความดันสูงแทนที่ทางแยกเพื่อให้คนขับรถสังเกตได้ว่ามีทางแยกอยู่ข้างหน้า



ตารางแสดง หลอดโซเดียมความดันสูง

ชนิด	รายละเอียด
SON 	หลอดโซเดียมความดันสูงแบบกระเปาะมีทั้งแบบที่มี CRIธรรมดาและแบบมีCRIสูงมีขนาดวัตต์ต่างๆ 50 70 100 150 250 400 1000 วัตต์ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องของสีมาก เช่นไฟถนน ไฟส่องพื้น ไฟส่องอาคาร หรือโรงงานอุตสาหกรรมเป็นต้น
SON-T	หลอดโซเดียมความดันสูงแบบหลอดหรือแบบยาวมีขนาดวัตต์ต่างๆ 50 70 100 150 250 400 วัตต์ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องสีเหมือนกับแบบบน
SON-TD 	หลอดโซเดียมความดันสูงแบบสองขั้ว เหมาะสำหรับใช้กับโคมไฟสาดหรือไฟสนามกีฬาที่มีขนาดวัตต์ 250 400 1000วัตต์

หลอดโซเดียมความดันสูงมีโครงสร้างเป็นกระเปาะ 2 ชั้น ข้างในกระเปาะในมีสารโซเดียมบรรจุที่มีความดันสูง เมื่อต่อในวงจรต้องใช้บัลลาสต์และมีคุณสมบัติอื่นดังต่อไปนี้

- มีประสิทธิผลสูง คือประมาณ 70 – 90 ลูเมนต่อวัตต์
- ต้องใช้เวลาอุ่นไส้หลอดประมาณ 3 -7 นาทีจึงจะสว่างเต็มที่
- แสงที่ออกมามีความถูกต้องสีประมาณ 20% ยกเว้น หลอดประเภทพิเศษที่มีการออกแบบให้มี CRIสูงๆ อาจมีค่า CRIสูงถึง 60%
- มีอุณภูมิสีประมาณ 2500 เคลวิน เนื่องจากอุณหภูมิสีต่ำจึงไม่เหมาะกับงานที่ไม่ต้องให้ความสว่างมากนักซึ่งต้องการความส่องสว่างประมาณ 5 – 30 ลักซ์
- ต้องการศักดาไฟฟ้าสูง 1 – 5KV เพื่อจุดไส้หลอดกรณีที่ดับไปแล้วจะให้ติดทันทีก็ต้องใช้แรงดันที่สูงกว่า5KV

1.2 ดวงโคมไฟฟ้า Electrical Luminaire

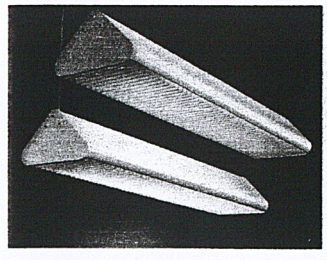
ดวงโคมไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมการกระจายแสงสว่างของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ และป้องกันไม่ให้หลอดไฟฟ้าได้รับอันตรายจากภายนอก และให้ทำงานได้เป็นไปตามจุดประสงค์ หรืออาจจะรวมไปถึงเป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบแสงสว่าง เช่น บัลลาสต์ หลอดไฟฟ้า เป็นต้น ดวงโคมไฟฟ้าที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่หลายประเภท หลายขนาด และมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานของดวงโคมแต่ละประเภท แต่ละสถานที่ ดวงโคมไฟฟ้าสามารถแยกประเภทได้ตามลักษณะการพิจารณา ดังนี้

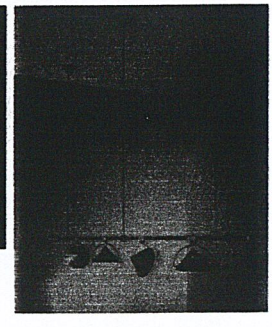
1. พิจารณาตามลักษณะของการติดตั้งของดวงโคมไฟฟ้า
2. พิจารณาตามหลักของการนำไปใช้งานของดวงโคมไฟฟ้า
3. พิจารณาตามลักษณะของหลอดทดลองไฟฟ้าที่จะใช้กับดวงโคมไฟฟ้า
4. พิจารณาตามลักษณะของการกระจายแสงสว่างของดวงโคม

1. พิจารณาตามลักษณะของการติดตั้งของดวงโคมไฟฟ้า

เมื่อมีการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาตามลักษณะของการ ติดตั้งของดวงโคม

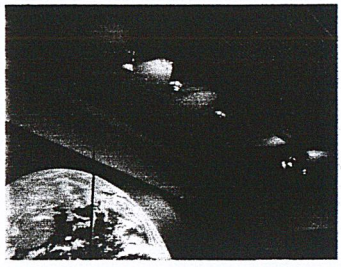
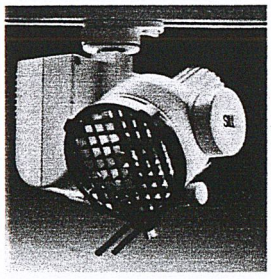
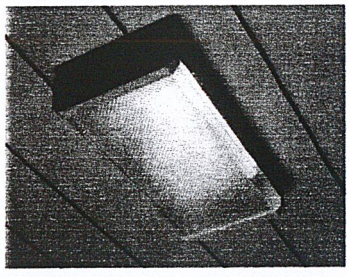
ไฟฟ้าว่าควรจะใช้ดวงโคมไฟฟ้าประเภทใด ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งกับสถานที่ต่างๆ ได้ดังนี้



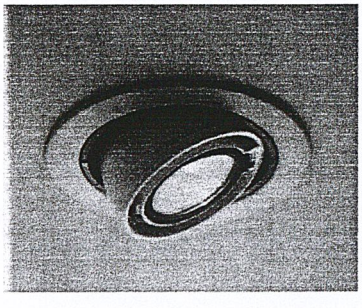
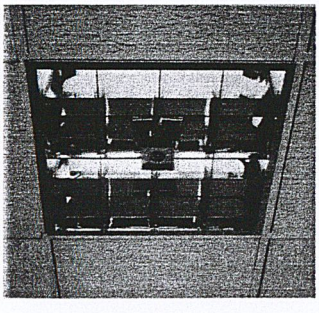
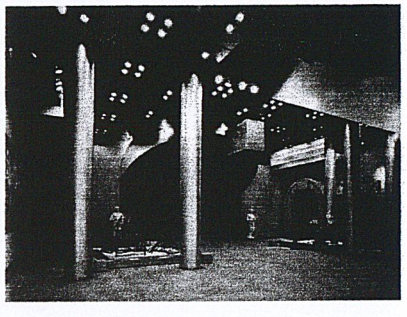


1.**ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับติดตั้งแบบห้อย หรือแขวนจากเพดานหรือคานลงมา** มีลักษณะส่วนใหญ่แล้วดวงโคม ไฟฟ้าประเภทนี้จะใช้สำหรับบริเวณที่มีความสูงจากพื้นงานถึงเพดานสูงกว่าปกติ หรือ เพื่อความสวยงามและให้ได้แสงสว่างพอเพียง

2. **ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับยึดติดกับเพดาน** คือ ดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งให้ตัวดวงโคมไฟฟ้ายึดติดกับฝ้าเพดานส่วนใหญ่แล้วจะใช้สำหรับบริเวณที่มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่สูงนัก มักจะใช้ติดตั้งในสำนักงานหรือตามบ้านเรือน

3. **ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับยึดติดเข้าไปในเพดานหรือฝ้า** คือ ดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งแล้วต้อง
ยึดติดลึกเข้าไปในส่วนของเพดาน อาจจะมีส่วนที่เป็นฝาครอบพลาสติกปิดหน้าของดวงโคมไฟฟ้าหรือเป็นตะแกรงอะลูมิเนียมปิดอยู่ด้านหน้า โดยอาจจะมีส่วนยื่นจากเพดานหรือไม่มีก็ได้ ส่วนใหญ่แล้วจะใช้สำหรับบริเวณที่มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่สูงนัก มักจะใช้ติดตั้งในสำนักงานหรือห้างสรรพสินค้า หรือห้องอาหารเป็นต้น

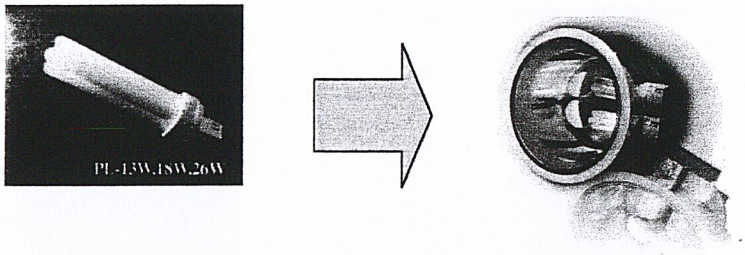
2. **พิจารณาตามหลักของการนำไปใช้งานของดวงโคมไฟฟ้า**

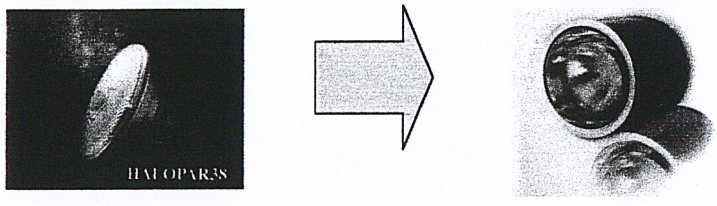
ในปัจจุบันเราจะเห็นได้ว่ามีโรงงานอุตสาหกรรมและศูนย์วิจัยต่างๆ ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันออกไป ฉะนั้น ถ้าเราใช้ดวงโคมไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องกับลักษณะของงาน หรือไม่เหมาะสมกับบริเวณที่ทำงานอาจจะทำให้เกิดอันตราย หรืออายุการใช้งานไม่เป็นไปตามที่เราต้องการ ดังนั้น จึงมีการสร้างดวงโคมไฟฟ้าขึ้นเพื่อใช้สำหรับงานต่างๆ เช่น บริเวณที่มีความเค็มของบรรยากาศมากๆ หรือ บริเวณที่มีสารเคมีที่ติดได้อย่างรวดเร็ว หรือในบริเวณโรงงานผลิตน้ำมัน เป็นต้น ดังนั้นดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้กับบริเวณดังกล่าวจะต้องมีการป้องกันเป็นพิเศษอีกด้วย หรือบริเวณที่มีความชื้นหรือความเค็มมากๆ และถนนเป็นต้น ส่วนโคมไฟที่

เหมาะกับการจัดนิทรรศการควรดูเรื่องอายุการใช้งานและแสงสว่างที่เพียงพอแก่การมองเห็นได้อย่างจัดเจน และเรื่องของความปลอดภัยที่เกิดจากผลกระทบของรังสี UV ที่มีผลต่อวัตถุจัดแสดง ซึ่งควรเลือกโคมไฟที่ฟิวเตอร์กรองแสงเพื่อยืดอายุไม่ให้วัตถุเสียหายเร็ว

3. **พิจารณาตามลักษณะของหลอดไฟฟ้าที่จะใช้กับดวงโคมไฟฟ้า**

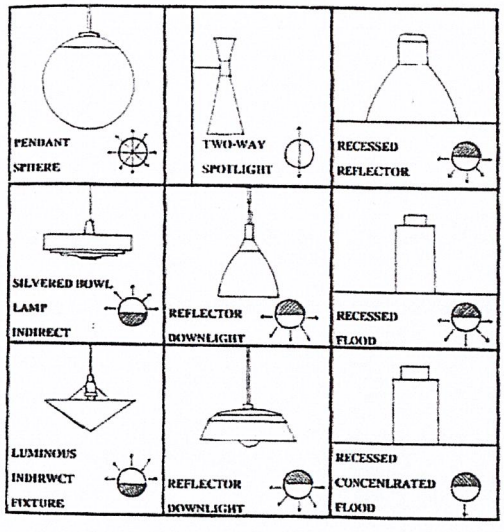
หลอดไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันจะมีรูปร่างต่างกันออกไปมีทั้งเป็นรูปร่างยาวกลมและเป็นลวดลายต่างๆ บางชนิดความยาวหรือความโตขึ้นของหลอดไฟฟ้าก็ขึ้นอยู่กับขนาดไฟฟ้าที่ใช้คือ ถ้าขนาดกำลังไฟฟ้ามาก หลอดไฟนั้นก็จะยาวหรือโตขึ้น เช่น หลอดฟูลออเรสเซนต์ หรือหลอดไส้ หรือหลอดไฟฟ้าประจุความเข้มสูง (HID) ต่างๆ เพราะฉะนั้นรูปร่างลักษณะของดวงโคมไฟฟ้าจึงมีขนาดรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของหลอดไฟฟ้าที่นำไปใช้งาน และหลอดไฟฟ้าที่มีรูปร่างยาวจะใช้กับดวงโคมไฟฟ้าของหลอดไส้ไม่ได้ รูปร่างลักษณะของดวงโคมไฟฟ้าแบบต่างๆ แสดงได้ดัง



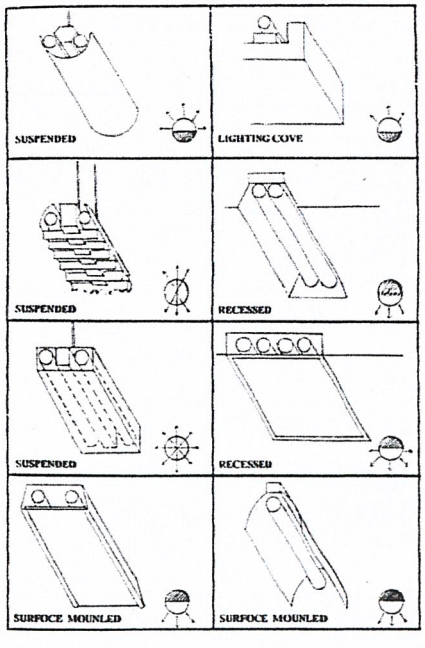


4. พิจารณาตามลักษณะ ะของการกระจายแสงสว่างของดวงโคม

ดวงโคมไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมามีลักษณะของการกระจายแสงสว่างต่างๆ กันออกไป ขึ้นอยู่กับความต้องการของงานประเภทนั้น ๆ และลักษณะของแสงที่ต้องการโดยส่วนใหญ่มีให้เลือกใช้กันมากมายในท้องตลาด จะแตกต่างกันตรงที่งานดีไซน์ และวัสดุที่มีให้เลือกใช้ ส่วนโคมไฟนั้นจะมีสำหรับหลอดประเภทใหญ่ ๆ อยู่ 2 แบบ คือโคมไฟที่ใช้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ และหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยจากรูปข้างล่างจะบอกลักษณะของโคมไฟ กับทิศทางการกระจายแสง



โคมสำหรับหลอดอินแคนเดสเซนต์



โคมสำหรับหลอดฟูลออเรสเซนต์

1.3 **สวิตซ์** (Switch)

โดยปกติในวงจรไฟฟ้าทุกวงจรจะมีเครื่องควบคุมอยู่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วตัวที่ใช้ควบคุมวงจรก็คือสวิตซ์ (Switch) นั่นเองแรกเริ่มเดิมที่เราใช้สวิตซ์ในการเปิด-ปิดวงจรด้วยมือ แต่ในปัจจุบันบทบาทในการใช้สวิตซ์แตกต่าง 0และมีความกว้างขวางออกไปมาก เนื่องมาจากความเจริญทางด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ และความต้องการความสะดวกสบายในการใช้งาน

ดังนั้นในปัจจุบันนี้สวิตซ์สามารถทำงานได้โดยใช้สัญญาณจากแสง ความร้อน น้ำ ควัน และคลื่นวิทยุไปเปิด- ปิด หลอดไฟฟ้า หรือใช้ควบคุมความเข้มของแสงสว่างที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้าได้ เป็นต้น สวิตซ์ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดนั้นมีตั้งแต่แบบง่ายๆ และแบบที่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งในทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ด้วย

<u>ชนิดของสวิตซ์</u>

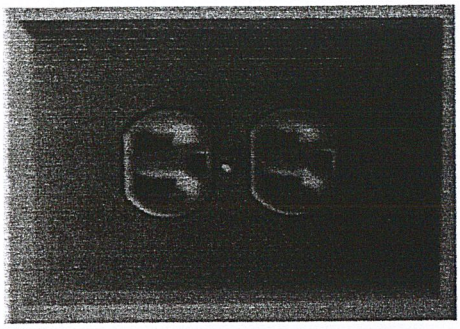
1.สวิตซ์ทางเดียวขั้วเดียว (Single pole switch) สวิตซ์ทางเดียวหรือขั้วเดียวจะใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าเพียงจุดเดียว

2.สวิตซ์ทางเดียว2 ขั้ว (Double pole switch) อันที่จริงแล้วสวิตซ์ทางเดียว 2 ขั้วนี้ก็คือสวิตซ์ซึ่งประกอบด้วยสวิตซ์ทางเดียว1ขั้ว
จำนวน 2 ตัวโดยสวิตซ์นี้จะต่อกับตัวนำที่ใช้เปิด-ปิดวงจรที่มีขนาดแรงดัน 230 โวลต์ซึ่งตัวนำทั้งสองทางนั้นจะเปิดทางให้กระแสไหลผ่านเข้าออก

3.สวิตซ์ 3 ทาง (Three way switch) สวิตซ์แบบนี้จะใช้ทำงานควบคุมดวงไฟหรือเครื่องไฟฟ้า จากที่ควบคุม 2 แห่งได้ด้วยการใช้สวิตซ์สามทาง 2 ตัว รวมกัน ส่วนคำว่า 3 ทางนั้นเป็นเพียงชื่อของสวิตซ์ไม่ได้หมายถึงการทำงานแต่อย่างใด

4. สวิตซ์ 4 ทาง (Four way switch) สวิตซ์แบบนี้จะใช้ทำงานจะต้องใช้ร่วมกับสวิตซ์ 3 ทาง 2 ตัวโดยสวิตซ์ 4 ทางจะมี 1ตัวหรือมากกว่านี้เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากที่ควบคุม 3 แห่งหรือมากกว่านี้โดยปกติสวิตซ์ 4 ทางมีอยู่2ชนิด ต่อสายตรง กับต่อสายไขว่หรือสลับ

5. สวิตซ์หรี่ไฟ เป็นสวิตซ์ที่สามารถเพิ่มหรือลดความส่องสว่างของหลอดไฟ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งบรรยากาศที่แตกต่างกันออกไปตามความสว่างของแสง



1.4 เต้าเสียบ(Plug)

เต้าเสียบนี้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งขึ้นเพื่อการเชื่อมต่อระหว่างปลั๊กและสายไฟ เพื่อกระจายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเคลื่อนย้าย หรือชนิดมือถือเต้าเสียบนี้บางเรียกว่า ปลั๊กตัวเมียก็ได้เหมือนกัน

1.5 สายไฟ(Wire)

เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในระบบไฟฟ้าเพราะเป็นตัวเชื่อมจุดต่างๆ ในระบบเข่าด้วยกันเพื่อให้ไฟฟ้าครบวงจรหลักในการเดินสายไฟในอาคาร

1. ความสะดวก
2. ความปลอดภัย
3. การประหยัด
4. ประยุกต์ให้เหมาะกับอุปกรณ์ที่ติดตั้ง
5. เป็นระเบียบสวยงาม
6. การใช้ไฟฟ้าเพิ่มในอนาคต

2. อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย

2.1 สายดิน

สายดินเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบความปลอดภัยทางไฟฟ้า ซึ่งต้องมีเมื่อติดตั้งระบบไฟฟ้าใหม่ โดยจะช่วยป้องกันอันตรายหากเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วได้โดยปกติแล้วสายดินจะมี 2 ส่วนคือ

1. สายดินของระบบ (System Grounding) หน้าที่หลักของสายดินของระบบ คือป้องกันสายจ่ายไฟเข้าผ่าและไฟฟ้าแรงสูง การป้องกันทำได้โดยขณะที่เกิดไฟฟ้าแรงสูง กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายดินโดยตรงลงสู่ดินแทนสายไฟฟ้าหลัก การเดินสายดินของระบบมี 2 วิธีคือ ระบบท่อประปา และกราวนด์รอดระบบท่อประปาเป็นการต่อสายดินที่ดีที่สุด เพราะจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับดินมากทำให้กระแสไฟฟ้าไหลลงดินได้ง่ายขึ้น สำหรับแบบกราวนด์รอดยังมีข้อจำกัดในเรื่องความเป็นกรดหรือด่างของดินบริเวณนั้น จึงจำเป็นต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

2. สายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า (Equipment Grounding) สายดินของระบบใช้ป้องกันระบบไฟฟ้าและวงจรทั้งหมด ส่วนสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ป้องกันเฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ ที่อยู่ในระบบวงจรไฟฟ้า เช่น หากมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการลัดวงจร เมื่อผู้ใช้แตะหรือสัมผัสจะไม่เกิดอันตรายเพราะกระแสไฟฟ้าได้ไหลลงสายดินไปแล้ว

2.2 **ฟิวส์** (Fuse)

ฟิวส์ คือ อุปกรณ์ใช้สำหรับจำกัดจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรฟิวส์ปกติจะทำด้วยโลหะชนิดอ่อนซึ่งสามารถที่จะหลอมละลายและตัดวงจรออกไปเมื่อเกิดการใช้งานเกินกำลัง

2.3 **เซอร์กิตเบรกเกอร์**

เซอร์กิตเบรกเกอร์ ทำหน้าที่เหมือนฟิวส์ ออกแบบมาเพื่อเป็นตัวป้องกันวงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนที่แตกต่างกับฟิวส์คือ สามารถรีเซตได้ จึงให้ความสะดวกในการใช้งานเป็นอย่างมาก เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถรีเซตได้โดยการเลื่อนคันโยกไปยังตำแหน่งปิดแล้วเลื่อนไปยังตำแหน่งเปิดแต่ต้องแน่ใจเสียก่อนว่าได้แก้ไขสาเหตุการใช้งานเกินกำลังแล้วก่อนที่จะทำการรีเซตตัวเบรกเกอร์

2.4 **เครื่องป้องกันไฟฟ้าดูด**

เครื่องป้องกันไฟฟ้าดูด ได้นำเข้ามาใช้งานแทนที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ธรรมดา เพราะเมื่อคนถูกไฟฟ้าดูดแต่กระแสไฟฟ้าที่รั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นไม่มากพอที่เซอร์กิตเบรกเกอร์จะตัดไฟได้ เพราะเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ออกแบบให้ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้ามากจนเกินขีดจำกัด

2.5 **ระบบความปลอดภัยและเตือนไฟไหม้**

เพราะความสูญเสียที่รุนแรงของการเกิดไฟไหม้และการโจรกรรม ทำให้เกิดความต้องการในการใช้ระบบความปลอดภัยและเตือนไฟไหม้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งคนทั่วไปจะเข้าใจว่ามันเป็นระบบที่ยุ่งยากและซับซ้อน แต่ในความเป็นจริงแล้วระบบนี้จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญเท่านั้น คือ

1. ตัวตรวจจับ เป็นเครื่องมือที่เปรียบเสมือนหูและตาของระบบ โดยตัวตรวจจับจะติดตั้งไว้ตามที่ต่างๆ เพื่อตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้น เช่น ความร้อนที่เกิดจากไฟไหม้

<u>รูปแบบของตัวตรวจจับ</u>

1.1 ตัวตรวจจับแบบสวิตซ์กดจะใช้ในการป้องกันภัยจากผู้บุกรุก มักทำการติดตั้งบริเวณประตูหน้าต่างโดยการทำงานของระบบจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปิดบานหน้าต่างหรือบานประตู

1.2 ตัวตรวจจับแบบแม่เหล็ก ระบบการทำงานจะมีลักษณะคล้ายกับแบบสวิตซ์กด แตกต่างกันตรงแบบแม่เหล็กจะทำการติดตั้งได้ง่ายกว่า

1.3 ตัวตรวจจับแบบแสงอินฟราเรด มักทำการติดตั้งบริเวณทางเข้าออก และบริเวณทางเดินต่างๆ จะประกอบด้วยตัวส่งและรับสัญญาณ ซึ่งจะติดตั้งในจุดต่างๆ ของผนังโดยตัวส่งจะผลิตกำลังแสงที่ผ่านสายตาคนมองไม่เห็นตัวส่งไปยังตัวรับ หากมีการตัดลำแสงก็จะทำให้เครื่องรับส่งสัญญาณดังขึ้นทันที

1.4 ตัวตรวจจับความร้อน เป็นระบบป้องกันไฟไหม้ โดยเครื่องจะตรวจจับอุณหภูมิจากอุณหภูมิที่กำหนดถ้าหากเกินก็จะส่งเสียงหรือสัญญาณเตือนทันที

1.5 ตัวตรวจจับควันหรือแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยปกติจะใช้ร่วมกับตัวตรวจจับความร้อน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุดในบ้านก่อนที่ไฟไหม้จะลุกไหม้จนไม่สามารถควบคุมได้ โดยทั่วไปแล้วจะติดตั้งเอาไว้กลางห้องสามารถทำวานได้ในพื้นที่ 7X8 เมตร

2. ส่วนควบคุม เป็นเครื่องมือที่เปรียบเสมือนสมองของระบบ โดยจะคอยพิจารณาว่าตรวจจับความผิดปกติตัวใดส่งสัญญาณมา แล้วใช้สัญญาณนั้นส่งไปให้ตัวเตือนภัยส่งสัญญาณเตือนออกไป

3. ตัวเตือนภัย จะทำหน้าที่เป็นกระบอกเสียงของระบบ ทำหน้าที่สั่นกระดิ่ง ทำให้เกิดไฟกระพริบหรือส่งเสียงไซเรน เป็นการเตือนว่าเกิดอันตรายขึ้นแล้ว

เนื้อหาหน่วยการเรียนที่ 3
เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่าง

บทนำ

ในหน่วยการเรียนนี้ได้นำเสนอความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับ การออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างภายในการจัดนิทรรศการ อาทิเช่น หลักการจัดแสง รวมทั้งหลักการจัดแสงในลักษณะต่างๆ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนหน่วยต่อไป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียน เรียนจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการจัดแสงได้

เนื้อหาหน่วยการเรียน

หน่วยย่อยที่ 1 หลักการจัดแสง

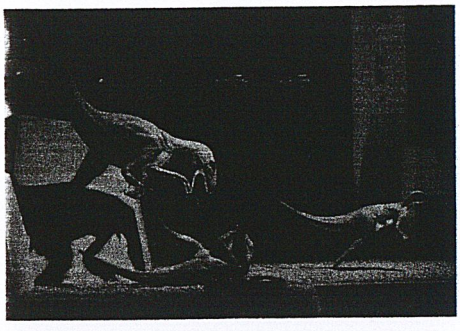
หลักการจัดแสง

การจัดแสงสว่างให้กับสถานที่หรือบริเวณต่างๆ ผู้ออกแบบจะต้องทราบจุดประสงค์ที่ชัดเจน และเข้าใจถึงคุณลักษณะสภาพการใช้งานทั้งโครงสร้างทั้งโคมไฟและหลอดไฟ (Function) ที่ใช้ จึงจะสามารถกำหนดแผนการใช้แสง และอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม การจัดแสงในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป จะก่อให้เกิดผลต่อความรู้สึกที่ตามมา (effect) สามารถทำให้เกิดบรรยากาศ อารมณ์ ความรู้สึกแตกต่างกันได้ เช่น สวยขรึม นุ่มนวล อบอุ่น เร่าร้อน เป็นต้น นอกจากนี้แสงยังสว่าง ช่วยให้เกิดการรับรู้ในแง่ของการออกแบบทางสถาปัตยกรรม เช่น

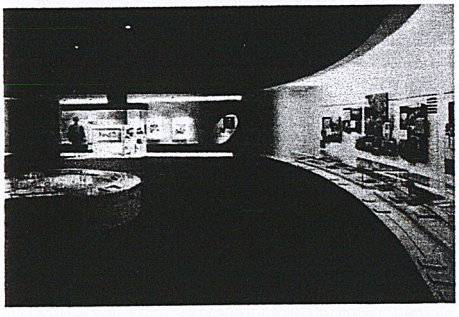
- ทำให้มองเห็นพื้นผิวของวัตถุ (texture) ได้อย่างชัดเจน เช่น พื้นผิวที่ขรุขระของกำแพงเป็นต้น
- ทำให้รับรู้นะยะใกล้-ไกลได้ รับรู้มิติได้อย่างชัดเจน
- สามารถใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตพื้นที่ (space) ทั้งในลักษณะการแบ่งแยก และทำให้รวมตัวกัน
- ทำให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น เช่น เปลวเทียน แสงจากเตาผิง คบไฟ ตะเกียง เป็นต้น

หลักการจัดแสงในลักษณะต่าง ๆ แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1.การจัดแสงตามลักษณะทิศทางการให้แสง ในงานออกแบบภายในและทั่วๆไป สามารถแยกออกเป็นประเภทใหญ่ ได้แก่



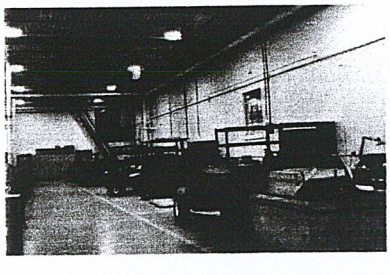
1.1 การให้แสงไฟทางตรง (Direct lighting) เป็นแสงที่ส่องมาจากแหล่งกำเนิดแสงแล้วตกกระทบที่วัตถุโดยตรง มีความชัดเจน เงาเข้ม

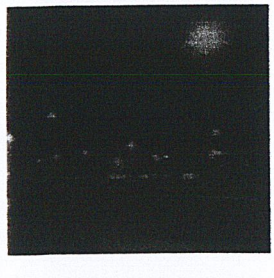


1.2 การให้แสงไฟทางอ้อม (Indirect lighting) เป็นแสงที่ส่องกระทบกับแผ่นพื้นใดๆก่อน (เช่น กระดาน, ผนัง, พื้น, กระจกฝ้า) แล้วจึงตกกระทบกับวัตถุ (โดยที่มองเห็นต้นกำเนิดแสง) ทำให้ได้แสงเงาที่นุ่มนวล

2.การจัดแสงตามจุดประสงค์การใช้งาน ได้แก่

<u>2.1การจัดแสงแบบทั่วไป (General lighting)</u> เป็นการให้แสงเพื่อความต้องการความสว่างอย่างต่อเนื่องตลอดพื้นที่ มีความชัดเจนทั่วบริเวณอาจจะเรียกได้ว่าเป็นแสงหลักของพื้นที่นั้นๆ เช่นการให้แสงในห้องเรียน สำนักงาน โรงงาน ซูเปอร์มาร์เก็ต ไฟส่องตามถนน เป็นต้น การจัดแสงประเภทนี้ได้รับความนิยมโดยทั่วไป เพราะค่อนข้างง่ายต่อการวางแผนการใช้งานเป็นต้น เป็นการจัดแบบอเนกประสงค์ มักยึดหลักวางดวงโคม โดยดวงโคมต้องอยู่ในจุดที่ให้แสงกระจายตลอดพื้นที่ไม่ขาดช่วง โคมควรอยู่ในระดับที่ไม่ให้แสงรบกวนสายตาผู้ใช้ (Glare) ซึ่งอาจจะใช้โคมที่มีตระแกรงครอบกันแสง (louver หรือ baffle) หรือครอบชนิดฝ้า

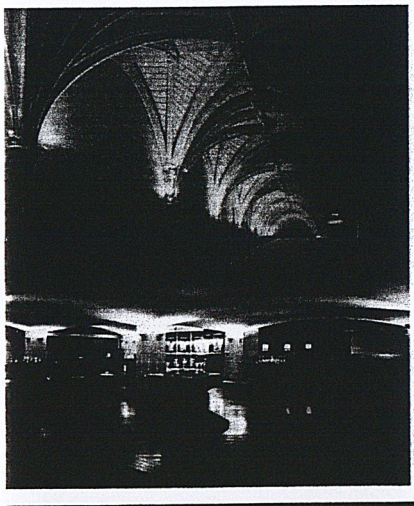




2.2 การจัดแสงเพื่อสร้างสุนทรีภาพต่อการใช้งาน (Aesthetic lighting) เป็นแสงศิลป์ที่เสริมสร้างบรรยากาศ ช่วยเน้นอารมณ์ความรู้สึกของผู้คน ให้เกิดแก่สถานที่นั้นๆ ซึ่งKevin Mc. Cloud (1995) ได้จำแนกการจัดแสงประเภทนี้ออกเป็น 5 ลักษณะได้ดังนี้

1. Ambient Lighting
2. Accent Lighting
3. Task Lighting
4. Decorative Lighting
5. Kinetic Lighting

2.2.1 Ambient Lighting เป็นการจัดแสงในลักษณะแสงทางอ้อม (indirect lighting) เพื่อให้เกิดระยะหลังหรือเป็นฉากหลัง (back ground) โดยจัดให้แสงมาจากแหล่งกำเนิดที่ถูกซ่อนไว้ส่องกระทบกับเพดาน, ผนัง, หรือฉาก แล้วให้แสงสะท้อนกระจายกลับมา แสงที่ได้จะเป็นแสงที่นุ่มนวล สบายตา เงาไม่ชัดเจน จึงก่อให้เกิดระยะหลังแก่บริเวณนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งบรรยากาศที่ผ่อนคลาย



การจัดแสงแบบ Ambient lighting สามารถจัดให้เป็นแสงหลักในบริเวณได้ หากเลือกใช้โคมขนาดใหญ่ (big lamp shade) จะให้ความสว่างได้มากเพราะกระจายแสงได้มาก หากเลือกใช้โคมขนาดเล็กจะให้แสงกระจายที่มีความแคบลง เช่น โคม up – light, โคม wall washer, wall-light หรือหลอดที่มีแถบป้องกับแสงในตัว (หลอด silver bowl) เป็นต้น อนึ่งการจัดแบบนี้นิยมใช้ร่วมกับอุปกรณ์หรี่แสง (dimmer) ซึ่งช่วยในการควบคุมความสว่างได้ตามความต้องการ

2.2.2 Accent lighting **เป็นการจัดแสงในลักษณะแสงทางตรง** (direct lighting) เพื่อช่วยเน้น (highlight) วัตถุต่างๆ แสดงจุดหรือบริเวณต่างๆ ให้เกิดความน่าสนใจขึ้น เช่นการส่องรูปภาพ ส่องเน้นประติมากรรม เน้นของประดับตกแต่งในงานออกแบบตกแต่งภายใน ตลอดจนจุดเด่นของงานสถาปัตยกรรม การจัดแสงในลักษณะนี้ จะใช้ทั้งโคมไฟที่ส่องแสงเป็นจุด (spotlight) หรือโคมที่ให้แสงแบบกระจาย (flood light) ก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่หรือวัตถุที่ต้องการเน้น

การจัดแสงแบบ Accent lighting เป็นแสงที่อ่อนๆ จะให้เงาสลัวไม่คมเข้ม ซึ่งเป็นบรรยากาศที่อบอุ่น นุ่มนวล ผ่อนคลาย เหมาะสมกับบริเวณที่เป็นห้องอาหาร ห้องพักผ่อนตลอดจนตกแต่งบริเวณต่างๆ โดนมากจะเป็นบริเวณห้องกว้างๆ หรือภายนอกอาคาร เช่น อนุสาวรีย์ รูปปั้น ประติมากรรม ต้นไม้ ซึ่งจะทำให้วัตถุดังกล่าวโดดเด่นขึ้น

อนึ่งเราได้กำหนดค่าความเด่นชัดของการให้แสงแบบ Accent lighting ในระดับที่แตกต่างกันออกไปเปรียบเทียบกับแสงหลัก (general lighting) ในบริเวณเดียวกัน ดังนี้คือ

ค่าความเด่นชัดที่วัตถุหรือ Accent factor (AF) = ระดับค่าความสว่างที่วัตถุ (lighting level of the sport) / ระดับค่าความสว่างของแสงทั่วไป (general lighting level) ในบริเวณนั้น

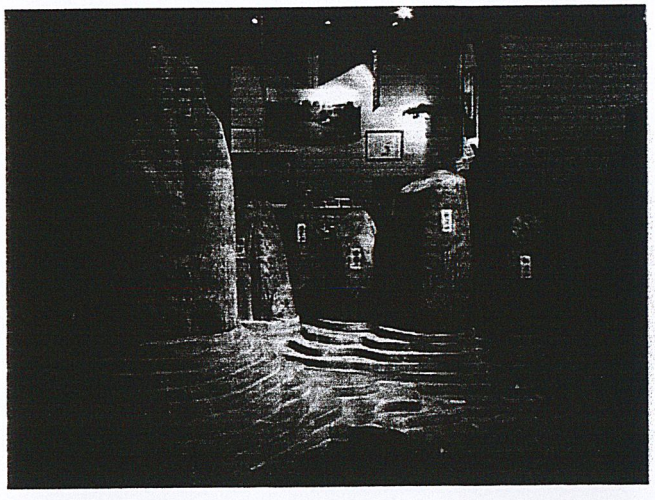
ถ้าค่า AF = 1: 1 หมายถึง วัตถุนั้นไม่ได้ถูกเน้น

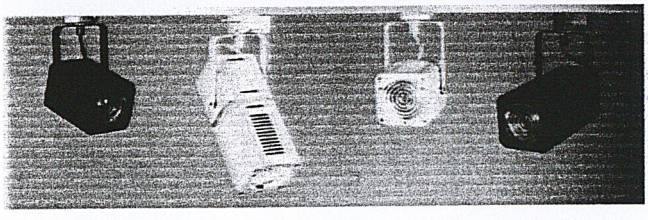
AF = 2: 1 หมายถึง พอสังเกตความเข้มของแสงเงาที่ถูกเน้นได้

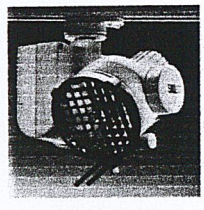
AF = 15: 1 หมายถึง วัตถุนั้นถูกเน้นชัดเจน แสงทั่วไปลดลงมาก

AF = 50: 1 หมายถึง เห็นแต่วัตถุลอยโดดเด่น รอบๆ บริเวณ ไม่มีแสงทั่วไป หรือแสงอื่น (Lighting Design and Application Centre 1993: 51)

2.2.3 Task lighting **เป็นการจัดแสงในลักษณะแสงทางตรง** (direct lighting) ที่ส่องแสงลงเฉพาะจุด หรือบริเวณที่ต้องการความสว่างชัดเจน เพื่อการทำงาน ที่ไม่เน้นอารมณ์ความรู้สึกมากนัก เพราะการให้แสงแบบทั่วไป (general lighting) ที่เป็นแสงหลัก ตลอดจนแสงแบบ Accent factor บางครั้งมีความสว่างไม่พอสำหรับกิจกรรมที่ต้องการแสงสว่างมากขึ้น

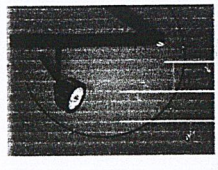






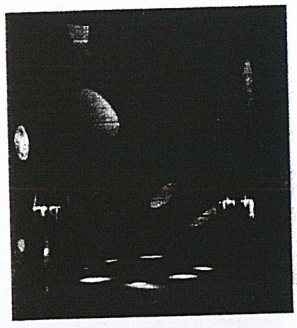
เนื่องจากเป็นแสงที่ให้ความชัดเจน จึงต้องจัดให้มีโป๊ะครอบหลอดหรือแผง ตะแกรงครอบป้องกันแสง (Shielded) เพื่อให้การมองเห็นเป็นไปได้อย่างชัดเจน ไม่มีแสงแยงตา (อาจใช้หลอดcrown silvered ที่มีแถบป้องกันแสงอยู่ในตัวก็ได้) ความงามจากการจัดแสงประเภทนี้ จะได้จากรูปร่าง รูปทรง สีสัน ของดวงโคม ที่มีการออกแบบให้ดูงดงามแปลกตา เป็นสิ่งที่น่าสนใจของบริเวณนั้นๆได้

2.2.4 Decorative Lighting **เป็นการส่องเน้นที่ไม่หวังผลด้านความสว่าง** หรือความคมชัดเจนมากนัก แต่เป็นการสร้างชีวิตชีวาเพิ่มเสน่ห์แก่สถานที่ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2ลักษณะ คือ

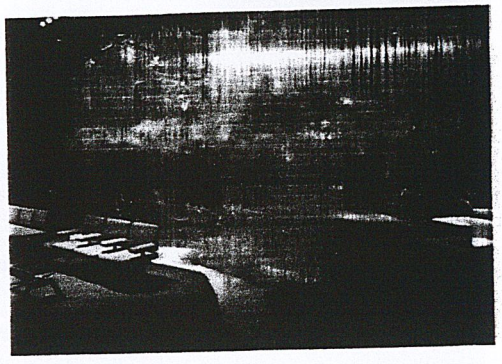


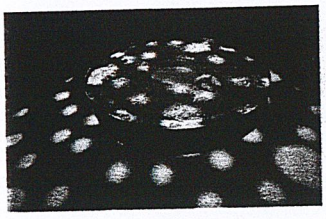
1.แสงสว่างโดยตรง โดยได้ความงามจากทั้งหลอดและโคมที่ได้มีการออกแบบเอาไว้อย่างงดงาม แปลกตา เช่น โคมช่อระย้าแขวนเพดาน (Chandelier) โคมตั้งพื้น โคมประดับฝาผนัง ไฟนีออน เส้นใยแก้วนำแสง (fiber optic lighting system) เป็นต้น ซึ่งโคมลักษณะนี้เปรียบเหมือนของประดับตกแต่งหรือเฟอร์นิเจอร์ชั้นหนึ่ง (ถ้าจำต้องมีที่ตั้งที่ชัดเจน)

2. *แสงที่ส่องผ่านวัตถุตัวกลาง* เพื่อให้สีหรือเงาของรูปทรงวัตถุนั้นๆ ไม่ตกกระทบไปยังพื้นผิวอื่นๆ ซึ่งผลจากรูปทรงเงาสี ต่างๆ ที่ได้ (effect) จะส่งผลให้เกิดความรู้สึกทางจิตวิทยา เพราะจะเป็นสิ่งที่ช่วยประดับตกแต่ง สร้างบรรยากาศ สร้างเสน่ห์แก่สถานที่เป็นอย่างดี ตัวอย่างลักษณะ Decorative Lighting ได้แก่ การส่องแสงผ่านช่องตะแกรง เกิดแสงเงาที่ผนังฉากหลัง การส่องผ่านขวดแก้วสีต่างๆ เกิดเป็นแสงสีต่างๆ ไปทาบ

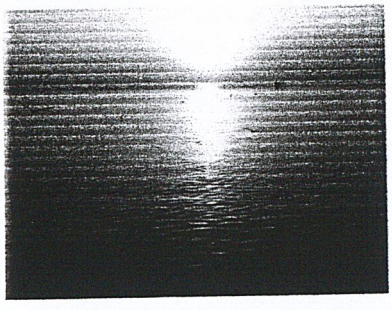


อยู่กับผนังและวัตถุอื่นๆ การส่องผ่านเลนส์สี หรือลายตราสินค้า เป็นสีสันที่ตื่นตา อนึ่ง หากบริเวณใดๆ ที่มีปริมาณของ Task Lighting หรือ Accent lighting มากเกินไปจะส่งผลให้ Decorative Lighting ลดความสำคัญลง หรือไม่ให้ผลใดๆ เลย ดังนั้น การจัดให้ Decorative Lighting มีความชัดเจนขึ้น จึงจะทำให้เกิดผลแก่บริเวณและยังเป็นตัวเชื่อมบรรยากาศจากการใช้แสงแบบอื่นๆ เข่าด้วยกัน ตลอดจนโคมระย้าก็จัดเป็น Decorative Lighting ด้วย





2.2.5 **Kinetic Lighting (Kevin Mc. Cloud 1995: 13)** เป็นการจัดแสงอีกประเภทหนึ่งที่เรามักมองข้ามไป แสงประเภทนี้เป็นแสงที่มีความสว่างไม่คงที่ และให้แสงสีไม่คงที่จะเปลี่ยนไปมาตลอดเวลา ซึ่งอาจจะเรียกอีกชื่อว่า moving lighting ก็ได้ เช่น แสงจาก เปลวเทียน กองไฟ เตาผิง แสงแฟลชจากกล้องถ่ายรูป ไฟกระพริบ แสงจากจอโทรทัศน์ หรือแม้แต่หลอดLED สีต่างๆ ที่อยู่ตามหน้าปัดเครื่องใช้ไฟฟ้าก็จัดเป็น Kinetic Lighting ได้เช่นกัน



นอกจากนี้ แสงจากดวงอาทิตย์ก็จัดว่าเป็น Kinetic Lighting ที่ยิ่งใหญ่ ให้ความรู้สึกน่าทึ่งมากที่สุด เพราะดวงอาทิตย์ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ให้เงา สีแสง ที่มีความเคลื่อนไหว ให้กระแสลม ความร้อน เมฆที่ก่อให้เกิดแสงเงาและบรรยากาศ (effect) ทั้งบนฟ้าและบนพื้นดิน ดุจดังแสงในโรงละครโรงใหญ่Kinetic Lightingจึงเป็นแสงที่บ่งบอกถึง

ความมีชีวิตความ เคลื่อนไหวของกิจกรรมในบริเวณต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นอยู่ ตลอดเวลาในชีวิตประจำวัน

การให้แสงทั้ง 5 แบบดังกล่าว สามารถนำมาใช้ร่วมกันได้ทุกบริเวณ การเลือกใช้แสงแบบใดแบบหนึ่งเพียงอย่างเดียวนั้นก็สามารถกระทำได้ แต่ควรคำนึงถึงบรรยากาศ อารมณ์ความรู้สึกไว้ด้วยเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่าอย่างสูงสุด กับงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้น

เนื้อหาหน่วยการเรียนที่ 4

เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

บทนำ

ในหน่วยการเรียนนี้ได้นำเสนอความรู้พื้นฐานที่จำเป็น ในการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างภายในการจัดนิทรรศการ อาทิเช่น แสงสว่างในการจัดนิทรรศการ การออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ รวมทั้งเรื่องของเทคนิคการให้แสงในการจัดนิทรรศการทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนหน่วยต่อไป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียน เรียนจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายการให้แสงสว่างในการจัดนิทรรศการได้
2. อธิบายเทคนิคการให้แสงสว่างในการจัดนิทรรศการได้
3. อธิบายการลดความเสียหายเนื่องจากไฟส่องสว่างได้

เนื้อหาหน่วยการเรียน

หน่วยย่อยที่ 1 แสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

หน่วยย่อยที่ 2 การออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

หน่ายย่อยที่ 3 เทคนิคการให้แสงในการจัดนิทรรศการ

การส่องสว่างในนิทรรศการ เป็นการส่องสว่างที่พิเศษและไม่เหมือนใคร เพราะ ต้องระวังเรื่องการทำความเสียหายกับสิ่งที่แสดงเนื่องจาก แสงอัตราไวโอเลต และแสงอินฟราเรด ที่มาจากหลอดไฟ

ความเสียหายเนื่องมาจากไฟที่ส่องสว่างขึ้นกับองค์ประกอบ 3 อย่างคือ ระดับความส่องสว่าง ระยะเวลาที่ถูกแสง ส่วนประสมสเปกตรัมของสีของหลอด แสงอัตราไวโอเลต ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอันเนื่องมาจากความร้อน ทำให้วัสดุหรือวัตถุกรอบ ความชื้นและอุณหภูมิมีผลต่อความเสื่อมสภาพของวัตถุ อุณหภูมิเพิ่ม 10 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นสองเท่า

ชนิดของหลอดไฟฟ้าที่ใช้เพื่อการกระจายแสงทั้งความเข้มและทิศทางตามต้องการ หลอดไฟฟ้าที่ใช้สำหรับส่องงานศิลปะมีด้วยกันหลายชนิด ตั้งแต่หลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ทังสเตนฮาโลเจน ส่วนหลอดดิสชาร์จความดันสูงมีประสิทธิภาพทางด้านปริมาณแสงสูงก็จริง แต่มีสเปคตรัมของสีไม่เหมาะสมในการส่องภาพ และงานศิลปะและโดยมากมีขนาดวัตถุสูงจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการส่องสว่างงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์และหอศิลป์

ปัญหาสำหรับผู้ออกแบบ คือ การเลือกสรรวิธีที่เหมาะสมของการสะท้อนแสง การเลือกนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับเพียงแคมาตรฐานความสบาย การวิเคราะห์หน้าที่ แต่ขึ้นอยู่กับความต้องการอันเกิดขึ้นในพื้นที่นั้นๆ

นักออกแบบจะใช้การส่องสว่างของแสงอยู่ 2 วิธีคือ

1. General (ใช้ Area Source) การให้แสงที่สม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ เช่น หลอด Fluorescent

2. Local (Point Source) การให้แสงที่มีความเข้มของแสงต่างกัน เช่น หลอดไฟที่พุ่งแสงออกไปอย่างในตู้โชว์

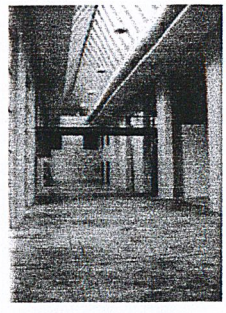
ทิศทางของแสงที่เน้นเป็นพิเศษ คือ ปริมาณของแสง อันเกิดจากต้นกำเนิดไปถึงพื้นผิวจริงๆ ถ้าแสงนี้กลายเป็นปัญหามาตรฐานความสัมพันธ์โดยตรงกับประสิทธิภาพของแสงสะท้อนกลับ หรือการดูดซับแสงนั้น ถ้าพื้นผิวของวัตถุมีสีดำทึบและสามารถดูดซับแสงได้ แสงส่วนมากอัน

เกิดจากหลอดไฟจะสูญหายไปก่อนจะทำหน้าที่สะท้อนกลับก็เหมือนกับวิธีใช้สีดำบนพื้นผิวเพื่อลดการสะท้อนของแสงและใช้สีเทาเพื่อเพิ่มการแผ่ของลำแสง

1. แสงสว่างตามธรรมชาติและแสงประดิษฐ์

การให้แสงสว่างในนิทรรศการยังไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอน การให้แสงวิธีหนึ่งวิธีใดย่อมมีทั้งข้อดีและข้อเสีย การให้แสงที่ดีควรเป็นแบบผสมระหว่างแสงธรรมชาติกับแสงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 **แสงสว่างตามธรรมชาติ** (Natural Light) มีอยู่ 4 วิธีคือ



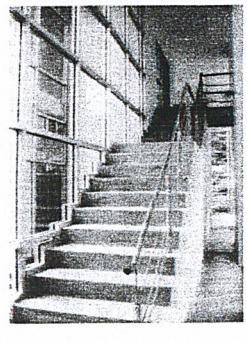
1) การให้แสงสว่างจากด้านบน

เหมาะสำหรับสิ่งแสดงทางวัตถุ แต่ผลเสียคือ แสงส่วนใหญ่จะตกลงที่พื้นห้องมากกว่าผนังเกิดการสะท้อนที่ตู้กระจกทำให้รู้สึกว่าห้องแคบ

การให้แสงจากด้านบนคือ การสร้างหลังคาด้วยกระจกฝ้าซึ่งกรองแสงไวโอเลต อาจเป็นกระจกทั้งหมดหรือบางส่วน ประเทศในเขตร้อนไม่นิยมเพราะมีข้อเสียคือ ก่อให้เกิดความร้อนและความชื้นควบคุมปริมาณแสงยาก ยากต่อความทำความสะอาด การกระจายของแสงไม่เท่ากัน

2) การให้แสงสว่างจากด้านข้าง

เป็นแบบที่นิยมใช้ในสมัยก่อนโดยเฉพาะอาคารที่เป็นอาคารเก่าที่มีหน้าต่างด้านข้าง ก่อให้เกิดการบังคับแสงสว่างได้ยาก เพราะแสงแผ่ออกไม่เท่ากันและอาจเกิดเงาของคนถูกทาบทับลงบนวัตถุนั้น เทคนิคในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับแสงด้านข้างคือ



ก.) ต้องไม่มีอะไรมากั้นหน้าต่างกระจก เพราะจุดกระทบของแสงที่ดีอยู่ระหว่าง 45 องศา – 70 องศา

ข.) การใช้กระจกพิเศษป้องกันแสงสะท้อน อาจเป็นกระจกติดฟิล์ม

3) การให้แสงสว่างจากหน้าต่างค่อนข้างสูง

เป็นแบบที่เหมาะสมเพราะแสงที่ตกลงมาทำมุม 45 องศา และกระจายไปได้ทั้งห้องไม่ก่อให้เกิดแสงสะท้อนและนัยน์ตาพร่า

4) การให้แสงสว่างทางอ้อม

เป็นการทำแสงสะท้อนมาใช้ โดยอาจใช้ผนังสีขาวหรือกระจก เพื่อให้แสงสะท้อนออก การให้แสงสว่างทางนี้สามารถใช้ได้กับแสงประดิษฐ์เช่นกัน การให้แสงลักษณะนี้เหมาะสมกับประเทศเขตเมืองร้อนเพราะมีแสงแดดมาก

1.2 **การให้แสงสว่างประดิษฐ์**

แสงประดิษฐ์ เป็นแสงที่มีความสิ้นเปลืองมาก แต่เป็นที่นิยม เหตุเพราะสามารถนำไปใช้ได้ในมุมต่างๆ อย่างสะดวกและมีปริมาตรสม่ำเสมอ ตามธรรมดาภายในห้องแสดงนิยมติดตามเพดาน เพื่อให้ปริมาตรแสงกระจาย แต่ถ้าเป็นกรณีตู้แสดงนิยมนำแสงไฟซ่อนไว้บนของตู้แล้วกรองด้วยกระจกฝ้าอีกชั้นหนึ่ง ตามความเหมาะสมในการให้แสงแก่วัตถุแต่ละประเภท

แสงสว่างประดิษฐ์ ได้แก่

- แสงไฟฟ้าธรรมดา โดยทั่วไปจะมีความร้อนและสีแดงกว่าแสงสว่าง
- แสงฟลูออเรสเซนต์ ใกล้เคียงกับธรรมชาติมาก ปัจจุบันนี้มี Daylight ฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งนับว่าดีที่สุดในแสงประดิษฐ์

ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์

แสงธรรมชาติ	แสงประดิษฐ์
1. เป็นแสงที่กระจายไม่ทำให้เสียสายตา	1. แสงและการกระตุ้นเรตินา คุณสมบัติสู้แสงธรรมชาติไม่ได้
2. ทำให้เห็นสี รูปทรง และผิวของวัตถุที่แสดงได้ถูกต้องตามธรรมชาติ	2. ให้สีไม่ถูกต้อง เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่แสงจากสปอตไลท์ก็นับว่าเหมาะสมที่จะใช้ในการโชว์วัตถุทั้งสามารถปรับทิศทางที่ต้องการได้
3. ควบคุมยากเปลี่ยนไปตามฤดูกาล วัน เวลา เช่น เวลาเย็น หรือค่ำก็ไม่มีแสงธรรมชาติแล้ว และในเวลาอากาศมืดครึ้ม เป็นต้น	3. สามารถควบคุมได้ตามความต้องการปรับทั้งปริมาณของแสง ความเข้มของแสง ทิศทางหรือสีสัน

4. แสงธรรมชาติ ได้แก่ แสงเหนือ - มีสีออกน้ำเงิน เยือกเย็น เหมาะสมกับงานจิตรกรรม, แสงใต้ – มีสีออกเหลือง แต่งเหมาะกับงานประติมากรรม	4. ไฟฟลูออเรสเซนต์ เช่น - ไม่เหมาะกับงานปะติมากรรม เพราะไม่ให้เงาที่ชัดเจน - พอใช้ได้สำหรับงานจิตรกรรม แต่มีส่วนที่ทำให้เงาน้ำมันที่ฉาบอยู่บนภาพหายไป - ต้องควบคุมทิศทางและตำแหน่งการติดตั้งเพื่อไม่ให้เกิดแสงสะท้อนบนภาพ - ใช้ได้ดีกับงานปะติมากรรมให้เงาชัด แต่ก็ควรระวังถึงคุณสมบัติการสะท้อนบนภาพ
5. ประหยัด	5. สิ้นเปลือง

ความสำคัญของระดับแสงภายในอาคารนิทรรศการ จะช่วยให้เกิดการมองเห็นได้อย่างชัดเจนอันจะเป็นสื่อนำความรู้ ความคิด ที่ถูกต้อง ควรจะจัดการให้แสงออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. แสงที่จัดสำหรับประสาทตาในการสัมผัสรูปวัตถุ
2. แสงที่จัดเพื่อคลาดความตึงเครียดของประสาทตาของผู้ชม

<u>ตารางแสดงชนิดของอุปกรณ์และความส่องสว่าง</u>

วัสดุแบ่งตามคุณสมบัติการสะท้อนแสง	ชนิดไฟที่ใช้	ระดับ	**ความเข้มการส่องสว่าง**
- วัสดุสะท้อนแสงได้ง่าย เช่น โลหะ เครื่องเจียรนัย	- หลอดไฟ - หลอดฟลูออเรสเซนต์	2,500	ไม่ควรเกิน 300 แรงเทียน
- วัตถุทั่วไปที่จัดแสดง เช่น ภาพสีน้ำมัน	- ใช้แสงแบบธรรมชาติ โดยจัดแสดงตอนกลางวัน		
- ภาพสีเทรมเปรา	- หลอดทังสเตนไร้ไส้	4,200	ไม่ควรเกิน 150 แรงเทียน
	- หลอดฟลูออเรสเซนต์	4,200	ไม่ควรเกิน 50 แรงเทียน
- วัตถุที่ใช้เป็นพิเศษ เช่น รูปสีน้ำมัน	-หลอดไฟชนิดใช้ไส้ทังสเตน		

ตารางแสดงเปรียบเทียบความแตกต่างของชนิดของหลอดไฟ

ชนิดหลอดไฟฟ้า	ข้อดี	ข้อเสีย	หมายเหตุ
1. หลอดฟลูออเรส-เซนต์) (High Efficacy)	มีประสิทธิภาพสูง ให้ความร้อนน้อย มีสีให้เลือกมาก	อายุการใช้งานน้อย	ไม่เหมาะสำหรับส่องเห็นเป็นที่ หรือส่องเพื่อให้เห็นภาพ 3 มิติของวัตถุ
2. หลอดอินแคน-เดสเซนต์ - GIS	ใช้ร่วมกับโคมสะท้อนและ/หรือเลนส์ เหมาะสำหรับใช้ส่องบริเวณพื้นที่จะส่องเป็นลำแสงแคบๆ		
3. หลอดสะท้อนแสงในตัว PAR, Glown Gulgr	ให้แสงที่เรียบและไม่มีขอบหรือวงแสง ส่วนหลอด PAR ใช้กรณีสาดแสงเป็นระยะทางไกล	มีน้ำหนักมาก	ไม่ควรติดตั้งเหนือสิ่งที่แตกได้ง่าย
4. หลอดแรงดันต่ำ (Low Volt)	ควบคุมแสงได้ง่าย มีขนาดเล็ก และซ่อนง่าย	ต้องบำรุงรักษามาก ต้องใช้หม้อแปลง	
5. หลอดทังสะแตนฮาโลเจน	มีประสิทธิภาพสูง สีขาวกว่าหลอด-อินแคน กะทัดรัด และอายุการใช้งานนาน	มีความร้อนสูง ราคาแพง ให้แสงอัลตราไวโอเลต (UV) ออกมามากกว่าหลอดอินแคน	

ตารางแสดงจำนวนลักซ์ ชม. สูงสุดต่อปีสำหรับวัตถุในพิพิธภัณฑ์และหอศิลป์

ชนิดของวัสดุ	**ลักซ์, ชม.**	หมายเหตุ
วัสดุที่มีความไวต่อ UV มาก เช่น ผ้าไหม	120,000	เทียบเท่าความเข้มแสง 50 ลักซ์ ส่องสว่างวันละ 8 ชม. เป็นเวลา 300 วัน/ปี
วัสดุที่มีความไวต่อ UV ปานกลาง เช่น ฝ้าย, ไม้ และผ้าที่มีการย้อมสีที่ดี, หนัง	180,000	เทียบเท่าความเข้มแสง 75 ลักซ์ ส่องสว่างวันละ 8 ชม. เป็นเวลา 300 วัน/ปี

หมายเหตุ: แสงที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 400 mm. ต้องกำจัดออก

2. การออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

การให้แสงสว่างภายในนิทรรศการนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องคำนึงถึงให้มาก โดยเฉพาะในส่วนแสดงงานซึ่งมีความจำเป็นต้องจัดให้เหมาะสม ทั้งนี้ก็เพื่อการมองเห็นอย่างชัดเจนเพื่อไม่เป็นการทำลายสายตาของผู้เข้าชมการแสดง และไม่ทำให้สิ่งแสดงเกิดความเสียหายได้

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้แสง

1. เป็นไฟที่เมื่อให้แสงแล้วจะไม่ทำให้สีสันของวัตถุเปลี่ยนไป
2. เป็นไฟที่ใช้เน้นผิวและรูปร่างของวัตถุได้ชัดเจน
3. มีความเข้มของการส่องสว่างเพียงพอที่จะเห็นถึงรายละเอียดของผิววัตถุ
4. การติดโคมไฟโดยไม่ให้เกิดแสงสะท้อนที่วัตถุ โดยติดไฟทำมุมกับเพดานไม่เกิน 35 องศา

สิ่งที่ควรระวังในการใช้แสงสว่างในการจัดแสดง

1. ระวังมุมกระทบบนวัตถุผิวมันไม่ควรเป็น 35 องศา และไม่ควรเล็กเกินกว่านี้ เพราะจะทำให้เกิดแสงเงามาก

2. หลีกเลี่ยงการเกิดแสงจ้าซึ่งเกิดจากสาเหตุดังนี้

-แสงสว่างจากพื้นที่ที่มองเห็นมากเกินไป ซึ่งทำให้มองเห็นไม่ชัด แสงไม่สบายตา แต่ไม่รบกวนการมองเห็น

- จุดติดตั้งไม่เหมาะสมและอยู่ใกล้เกินไปทำให้เกิดแสงจ้า

- เกิดจากการสะท้อนแสงจากวัตถุผิวมันทำให้ตาพร่า

การให้แสงในพิพิธภัณฑ์ได้มีการกำหนดยุทธวิธีการใช้แสงขั้นพื้นมูลฐานดังนี้

(จากหนังสือข้อแนะนำสำหรับการออกแบบและพัฒนารูปแบบ โดย กอฟป์ แมทธิวส์)

1. ใช้แสงธรรมชาติเต็มที่ โดยใช้แสงไฟช่วยเสริมในระดับต่ำ
2. ใช้แสงธรรมชาติที่พื้นหลัง โดยใช้ไฟฟ้าที่จุดแสดง
3. ใช้แสงธรรมชาติล้อมรอบ โดยใช้ไฟฟ้าที่จุดแสดง
4. ใช้ไฟด้านบนหรือด้านข้าง
5. ใช้ไฟสาดกระจายโดยตรง ไฟรวมที่จุดแสดง
6. ควบคุมโดยอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจักรกลหรือด้วยมือทั้งแสงสว่างธรรมชาติหรือแสงไฟฟ้าโดยเสรี โดยมีผลร่วมกัน

การพิจารณาติดตั้งไฟสำหรับพื้นที่แสดงและพื้นที่เหลืออยู่

1. วัสดุแสดงตรงไหน ต้องติดไฟเพื่อเสริมวัตถุ
2. พื้นที่ที่จัดแสดงวัตถุต้องสัมพันธ์กับการให้แสงสว่าง
3. ระดับภายในที่แตกต่าง
4. บริเวณที่มีแสงสว่างธรรมชาติอยู่มากกับบริเวณที่อับแสง
5. ใช้ระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อคุณภาพของแสง เช่น ไฟส่องเฉพาะที่ ไฟส่องตรง ไฟส่องอ้อม
6. แบบต่างๆ ของโคมไฟกับสถานที่และการตกแต่ง
7. บริเวณจัดแสดงที่อ่อนไหวง่ายควรคำนึงถึงแสงอัลตราไวโอเลตให้น้อยที่สุด
8. แสงสะท้อนจากส่วนต่างๆ
9. การปรับเปลี่ยนอาจใช้การควบคุมเฉพาะที่หรือโดยทั่วไป

10.ไฟฉุกเฉิน

11.การบำรุงรักษาทำความสะอาด

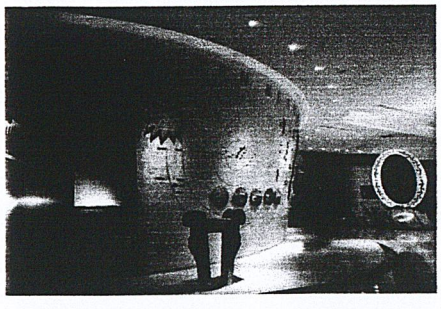
12.ระบบควบคุมปิด-เปิดในเวลาทำการและนอกเวลาทำการ

ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตาม โดยทั่วไปแสงสว่างก็เป็นที่ต้องการอยู่เสมอเมื่อมีการจัดแสดงวัตถุและเป็นปัจจัยให้ความสว่างแก่อาคาร สิ่งที่ดีที่สุดที่กระทำได้คือ เมื่อติดไฟในห้องจัดแสดงควรติดแสงไฟฟ้าตามเพดานให้ปริมาตรของแสงกระจายไปในห้องแสดงเพื่อหลีกเลี่ยงการสะท้อนแสงเข้ากระจก

3. เทคนิคการให้แสงสว่าง

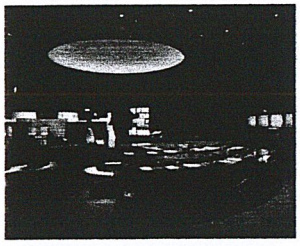
3.1 การให้แสงสว่างจากไฟหลีบ

การให้แสงสว่างจากไฟหลีบ เป็นการให้แสงที่ต้องการแสงนิ่มนวลแต่การให้แสงแบบนี้ค่อนข้างเปลืองไฟเพราะแสงที่เล็ดลอดออกมาค่อนข้างน้อย หลีบควรมีช่องเปิดไม่น้อยเกินไป ส่วนใหญ่ไม่ต้องการให้เห็นช่องเปิดด้วยซ้ำ บางครั้งค่อนข้างยากที่จะให้แสงออกมาสว่าง โดยมีช่องเปิดเพียงเล็กน้อย ช่องเปิดแสงสำหรับไฟหลีบควรมีอย่างน้อย 15 ซม. โดยทั่วไปให้มีช่องเปิดประมาณ 30 ซม.ถ้าเบ้าไฟหลีบใหญ่มากก็ต้องมีช่องเปิดขนาดใหญ่ขึ้น



เนื่องจากการให้แสงสว่างจากไฟหลีบไม่ได้เน้นการให้แสงที่มีความส่องสว่างสูง แต่ต้องการให้แสงนุ่มนวล การคำนวณการให้แสงสว่างจากไฟหลีบเป็นเรื่องไม่ง่ายนัก ทั้งนี้เพราะขึ้นอยู่กับหลายๆองค์ประกอบ โดยทั่วไปความส่องสว่างจากไฟหลีบมีค่ามากที่สุด มีค่าอยู่ประมาณ 100 – 200 ลักซ์ การใช้ไฟหลีบไม่ควรให้ความส่องสว่างมากเกินไปเพราะมิฉะนั้นจะปลืองค่าไฟฟ้ามาก เมื่อส่องสว่างไม่สูงและอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 100 – 200 ลักซ์ หลอดที่ใช้ก็ควรมีอุณหภูมิสีเหมาะกับความส่องสว่าง 100 – 200 ลักซ์

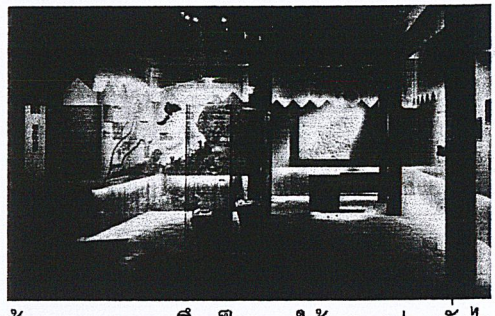
ด้วย หลอดที่ใช้แล้วไม่น่าจะมีปัญหาคือ หลอดคูลไวท์ (Cool White) หรือ วอร์มไวท์ (Warm White) ซึ่งมีอุณหภูมิสีไม่สูงเกินไปนัก



การให้แสงสว่างจากไฟหลืบจากเพดาน

หลืบต้องมีสีขาวหรืออ่อนมาก แสงในหลืบจึงสามารถสะท้อนออกมาให้ความสว่างกับห้องได้ แสงสว่างจากไฟหลืบก็ต้องคิดเป็นแสงสว่างเพื่อการตกแต่งเท่านั้น ดังนั้นแสงสว่างสำหรับพื้นที่ในห้องก็ต้องมาจากแหล่งจ่ายแสงอื่นแทนที่จะมาจากหลืบ นอกจากนี้การให้แสงสว่างจากไฟหลืบนอกจากจะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แล้ว อาจใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ที่เป็นหลอดแรงดันต่ำเล็กๆเรียงเป็นแถวก็ได้ แต่ต้องพึงระวังสองเรื่อง คือ แสงที่ได้ออกมาจะเป็นลักษณะเหมือนไฟตกแต่งเท่านั้น ดังนั้นต้องอาศัยแหล่งให้แสงสว่างอย่างอื่นเพื่อให้แสงส่องสว่างพื้นที่นั้น และสิ่งที่ต้องระวังคือเรื่องความร้อน เพราะหลอดอินแคนเดสเซนต์จำนวนมากให้ความร้อนออกมาเช่นกัน ดังนั้นต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนที่เกิดขึ้น และระวังความร้อนที่เกิดเนื่องจากหลอดอาจทำให้พื้นผิวข้างเคียงร้อนมากเกินไปจนเสียหาย

การให้แสงกำแพงโดยใช้วัตถุบังหลอด (Valance)

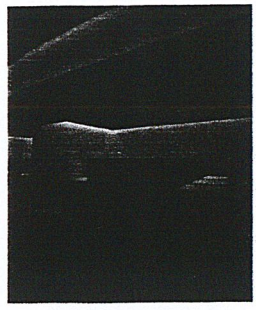


พิจารณาการให้แสงสว่างกำแพงโดยใช้วัตถุบังหลอด ซึ่งการให้แสงแบบนี้มีทั้งขึ้นด้านบนและด้านล่าง หรือการส่องลงมายังผ้าม่านที่ติดตั้งข้างล่าง การให้แสงแบบนี้มีประโยชน์มากเพราะเพิ่มความสว่างขึ้นที่กำแพงและทำให้บรรยากาศของห้องสว่างขึ้นด้วย และรวมถึงเป็นการให้แสงสว่างทั่วไปในห้องด้วย

ตัวบังแสงโดยทั่วไปทำด้วยไม้หรือโลหะ หรืออาจใช้วัสดุอื่นแทนเพื่อความสวยงาม และหลอดที่ใช้ส่วนใหญ่ก็ใช้ฟลูออเรสเซนต์ หรืออาจใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์แบบตรง แต่ทั้งนี้ก็ต้องระวังในเรื่องของความร้อนที่เกิดขึ้นอาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้กรณีที่อยู่ใกล้ผ้าม่าน ด้านบนแผ่นบังแสงควรห่างเพดานอย่างน้อย 25 – 30 ซม. เพื่อไม่ให้แสงที่ส่องไปเพดานมีความสว่างและทำให้จ้าเกินไป และในกรณีที่แผ่นบังแสงห่างจากเพดานไม่มากนักก็ทำให้ปิดบนเพื่อไม่เปิดแสงด้านบน

ข้อควรระวังสำหรับการใช้แสงแบบนี้คือ ถ้าพื้นเป็นพื้นมันเช่นแกรนิตขัดมันก็จะทำให้เกิดแสงสะท้อนเข้าตา อาจมองเห็นหลอดภายในที่ซ่อนอยู่ข้างในโดยสะท้อนจากพื้นขึ้นมา ดังนั้นไม่ควรให้แสงแบบนี้ในบริเวณที่มีพื้นมันสะท้อนแสงแบบกระจก

การให้แสงส่องลงแบบคอนนิส (Cornices)

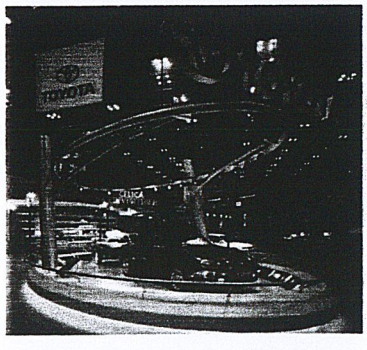


การให้แสงแบบคอนนิสก็เหมือนกับการให้แสงแบบใช้วัตถุบังหลอดโดยเลื่อนแผ่นบังหลอดให้ขึ้นไปชิดด้านบนเพดาน การให้แสงในลักษณะนี้อาจทำให้แสงสว่างที่กำแพงมีความส่องสว่างมากเมื่อเทียบกับแสงสว่างที่เพดานในบริเวณใกล้เคียง แผ่นบังแสงควรมีความสูงอย่างน้อย 15 ซม. ความห่างของแผ่นบังแสงจากกำแพงควรมีอย่างน้อย 15ซม. ตัวหลอดควรอยู่ห่างจากกำแพงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้แสงส่องไปที่กำแพงได้จนถึงด้านล่างของกำแพงให้ได้มากที่สุด

การให้แสงสว่างแบบนี้ต้องพิจารณาถึงชนิดของกำแพงและพื้นด้วย พื้นผิวของกำแพงควรเป็นชนิดด้าน (Matte) แทนที่จะเป็นแบบผิวมัน เพราะถ้าหากเป็นผิวมันก็ไม่ทำให้กำแพงสว่าง นอกจากนี้อาจทำให้มองเห็นหลอดจากการสะท้อนแสงของกำแพงด้วย ส่วนการให้แสงแบบนี้ไม่ควรใช้กับพื้นมัน อาจทำให้เห็นหลอดจากการสะท้อนที่พื้นได้

การให้แสงจากไฟหลีบจากพื้น

คล้ายกับการให้แสงจากเพดาน แต่เปลี่ยนมาอยู่ที่พื้น มักพบเห็นในการยกพื้นให้สูงขึ้นและมีการซ่อนไฟอยู่ด้านล่าง การจัดแสงในลักษณะนี้มักเป็นแสงเพื่อการตกแต่ง ไม่ใช่การให้แสงสว่าง การให้แสงในลักษณะนี้ต้องพิจารณาพื้นผิวของวัตถุที่จะทำให้มองเห็นแสงสะท้อนที่พื้น แล พื้นที่ห่างระหว่างพื้นควรไม่ต่ำกว่า 15 ซม.

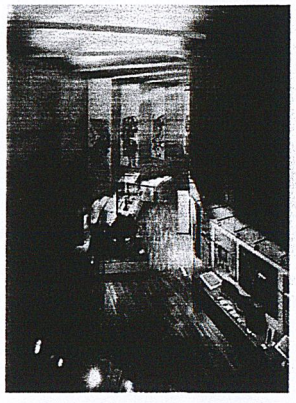


3.2 **การให้แสงจากเพดานที่สว่าง** (Luminous Ceilings) **การให้แสงสว่างจากเพดานที่สว่างทั้งผืน** หมายถึง มีแผ่นบังแสงซึ่งทำหน้าที่เหมือนฝ้าเพดานที่สว่างสม่ำเสมอทั้งผืน ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเพดานก็ต้องมีเปอร์เซ็นต์การกระจายแสงและส่งผ่านแสงประมาณไม่น้อยกว่า 50%

เพื่อประสิทธิภาพการให้แสงสูงและความสว่างของเพดานก็สม่ำเสมอทั้งผืนโดยระยะระหว่างหลอดด้วยกันไม่ควรมากกว่า 1.5 เท่าของความสูงของหลอดเหนือแผ่นกรองแสง

การให้แสงสว่างทั้งฝ้าเพดานนั้นใช้ในกรณีที่ต้องการแสงสว่างทั่วบริเวณและไม่บาดตา และที่ฝ้าเพดานอาจเล่นรูปแบบของฝ้าเพดานแบบต่างๆ เพื่อให้เกิดรูปลักษณ์ที่สวยงามก็ได้ซึ่งนิยมใช้กับงานตกแต่งภายในที่ต้องการเพดานให้สว่างทั้งผืน

การให้แสงจากเพดานที่มีตัวบังแสง (Louver all Ceilings)



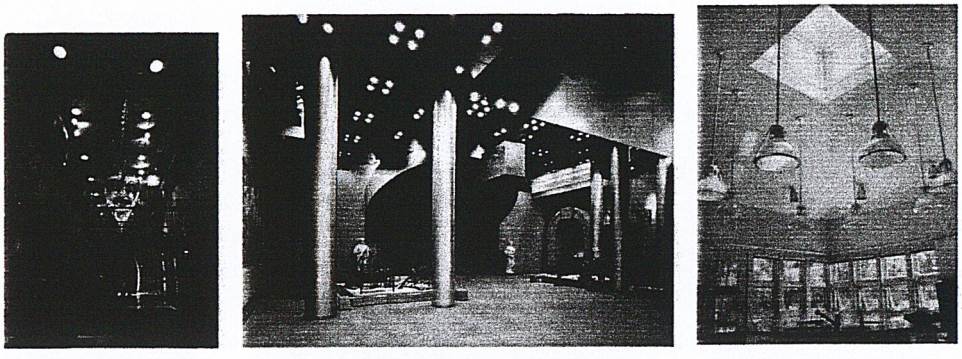
ในเพดานแบบช่องหรือมีตัวบังแสงไม่ให้เห็นหลอดโดยที่ตัวบังแสงทำด้วยวัสดุประเภทโลหะ พลาสติกหรือวัสดุอย่างอื่นที่คล้ายกัน ขนาดของตัวบังแสง รูปร่าง มุมบังแสง การสะท้อนแสงและสภาพพื้นผิวของตัวบังแสงมิผลต่อแสงสว่างมาก

และในกรณีที่ต้องการความสว่างสม่ำเสมอก็อาจติดตั้งหลอดไม่ให้ระยะระหว่างหลอดมากกว่าความสูงของหลอดเหนือตัวกรองแสง ถ้าหากติดตั้งหลอดห่างมากเมื่อเทียบกับความสูงหลอดเหนือตัวกรองแสงสว่างก็ทำให้เห็นแสงสว่างเป็นหย่อมเนื่องจากหลอดแต่ละหลอด

การให้แสงที่มีตัวบังแสงแบบนี้ใช้กับงานไม่ต้องการเห็นแสงบาดตา แต่การให้แสงแบบนี้ค่อนข้างเปลืองเพราะประสิทธิภาพการส่องสว่างไม่ดีนัก ไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความสว่างมาก มีใช้กันมากบริเวณโถง บริเวณทางเดินที่ต้องการความหรูหราและไม่ต้องการแสงบาดตา ห้องเครื่องที่มีจอมอนิเตอร์หรือคอมพิวเตอร์มากเพื่อไม่ให้เกิดแสงสะท้อนที่จอหรือคอมพิวเตอร์

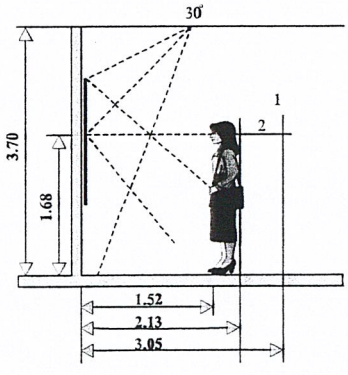
3.3 **การให้แสงสำหรับห้องที่มีเพดานสูง** การให้แสงสำหรับห้องที่มีเพดานสูงและต้องการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ซึ่งมีอายุการใช้งานต่ำ หลอดอินแคนเดสเซนต์ให้แสงที่ดูอบอุ่นและสีของวัตถุที่เห็นก็ไม่เพี้ยนสีด้วย ถ้าใช้หลอดที่มีอายุการใช้งานสั้น ก็ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อยมาก วิธีการแก้ไขปัญหาสามารถทำได้โดยใช้สวิตซ์หรี่ไฟช่วย และสวิตซ์หรี่ไฟขนาดใหญ่ตั้งเป็นแผงอยู่ในห้องแผงไฟที่มีการระบายความร้อนและมรสวิตซ์หรี่ไฟติดตั้งภายนอกบริเวณที่ใช้งาน

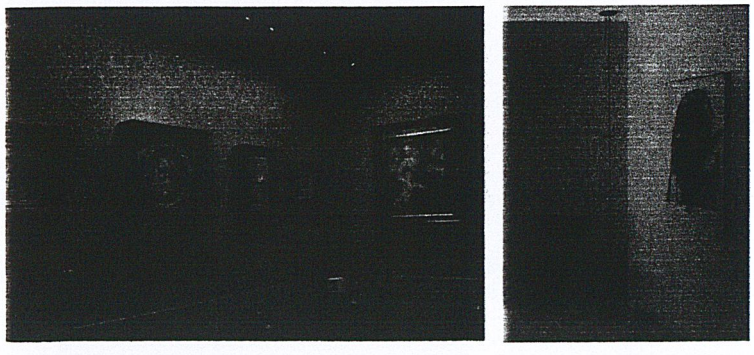
สะดวก การหรี่ไฟลงทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น แต่ทั้งนี้ขั้นตอนการออกแบบตอนแรกต้องเผื่อความส่องสว่างมากพอสมควรเพื่อว่าเมื่อไหร่หรี่ไฟลงมาแล้วระดับความส่องสว่างก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยังใช้งานได้ตามปกติ



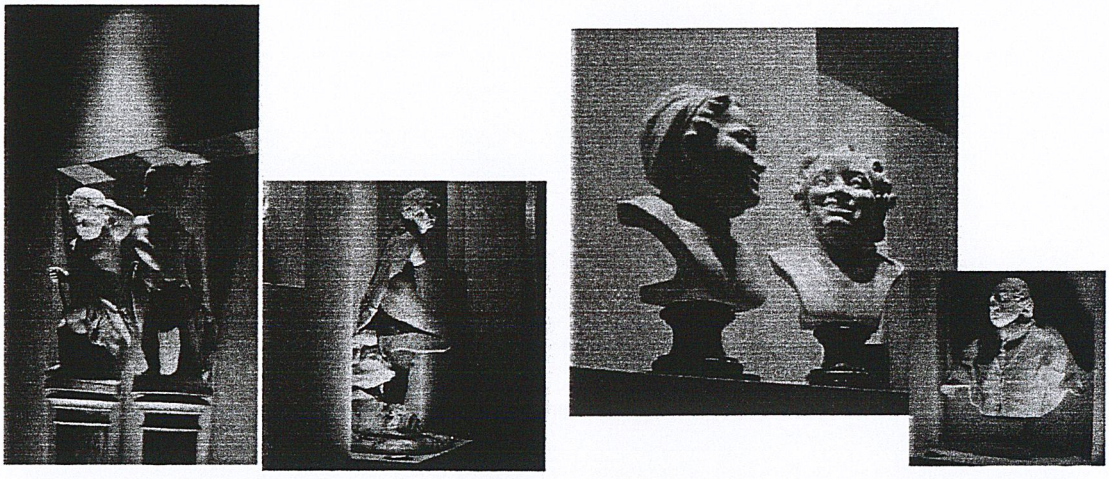
4 การใช้โคมไฟส่องภาพ การติดตั้งโคมไฟส่องภาพเป็นเรื่องที่สำคัญเพราะทำให้ห้องดูมีชีวิตชีวาขึ้นมาทันที การติดตั้งโคมไฟส่องภาพที่ได้ผลจำเป็นต้องมีองค์ประกอบสองสิ่งที่สำคัญ คือ ตำแหน่งติดตั้งที่ดี และการเลือกโคมไฟและหลอดที่เหมาะสม โคมไฟส่องภาพมีด้วยกันหลายแบบขึ้นอยู่กับขนาดภาพและความห่างของโคมจากภาพ ซึ่งมีทั้งแบบติดตั้งลอยหรือฝัง และโคมใช้หลอดหลายชนิดแตกต่างกัน

ตำแหน่งติดตั้งโคมไฟส่องภาพที่เหมาะสมที่สุดควรให้มีมุมส่องลงมาที่ภาพทำมุมกับระดับ 60องศาเพราะถ้าหากมุมนี้น้อยเกินไปทำให้ต้องติดตั้งโคมไกลออกไป แสงที่ส่องภาพมีโอกาสสะท้อนจากภาพเข้าตาได้ ถ้าหากติดชิดเกินไปแสงส่องเข้าหาภาพได้ไม่เต็มที่ โคมส่วนใหญ่จะเอียงได้จากแนวดิ่ง 30 องศา หรือเอียงทำมุม 60 องศาแนวระดับเพื่อฉายเข้าภาพนั่นเอง





5 การใช้โคมไฟส่องรูปปั้น การใช้โคมไฟส่องรูปปั้นในที่นี้หมายถึงรูปปั้นขนาดใหญ่หรือที่สำคัญที่ส่องเน้นความสวยงามด้วยการเกิดทั้งความส่องสว่างและเกิดเงาเพื่อให้เห็นรูปปั้นเป็นสามมิติด้วย ถ้าเป็นรูปปั้นขนาดเล็กหรือไม่สำคัญมากการเน้นทางด้านแสงสว่างอาจใช้สปอตเพียงดวงเดียวก็พอ การให้แสงสว่างรูปปั้นที่ต้องการทั้งความสวยงามและและได้มิติของมันด้วยนั้นประกอบด้วยการให้แสงสว่างสามส่วนคือ



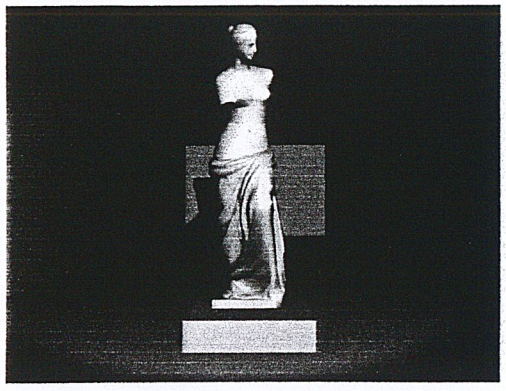
แสงเน้นหลัก (Key light) หมายถึง การให้แสงในทิศทางที่ต้องการส่องเน้นที่รูปปั้นซึ่งอาจเป็นแสงที่เข้ามาทางซ้ายหรือขาวแล้วแต่ด้านที่ต้องการส่องเน้น และเป็นแสงที่ให้ความส่องสว่างมากกว่าส่วนอื่น ซึ่งแสงหนักเมื่อมาทางทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ก็จะทำให้มีความรู้สึกที่แตกต่างกันออกไป

แสงเติม (Fill light) หมายถึง การให้แสงในทิศทางหนึ่งนอกเหนือจากมีแสงเน้นหลักแล้วทั้งนี้ก็เพื่อลบเงาชัดเจนจนเกินไปและเพื่อเป็นการให้แสงอีกด้านเพื่อให้เห็นวัตถุได้ชัดเจนขึ้น แสงเติมให้ความส่องสว่างที่วัตถุต่ำกว่าเน้นหลัก

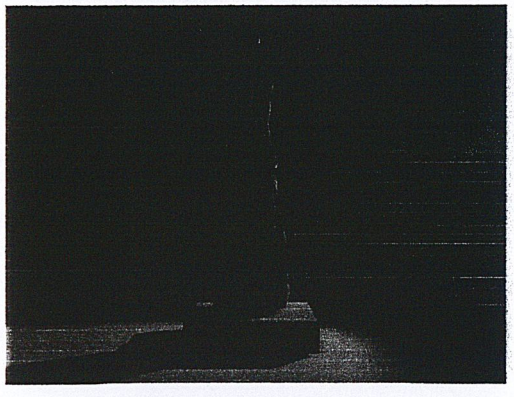
แสงด้านหลัง (Back light) หมายถึง การให้แสงสว่างเพื่อให้เห็นวัตถุเด่นขึ้นเป็นการสร่งรูปแบบหรือขอบสันวัตถุให้ชัดเจนขึ้น ซึ่งอาจให้แสงทางด้านหลังส่องที่วัตถุหรือส่องที่พื้นด้านหลังเพื่อให้เห็นวัตถุภายใต้พื้นด้านหลังที่สว่าง

การให้แสงส่องรูปปั้นในทิศทางต่างๆ จะทำให้รูปปั้นมีลักษณะและอารมณ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยการเลือกใช้ก็ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบที่ต้องการให้สื่อไปในลักษณะใด

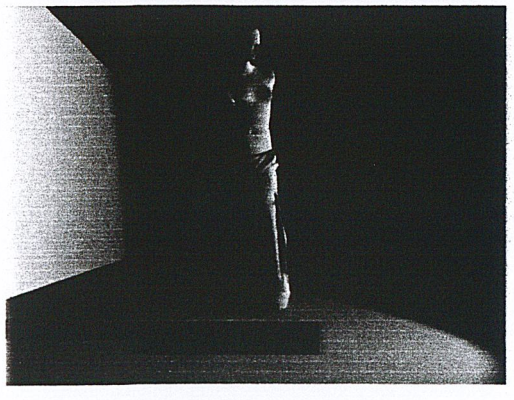
1. แสงจากด้านหน้า



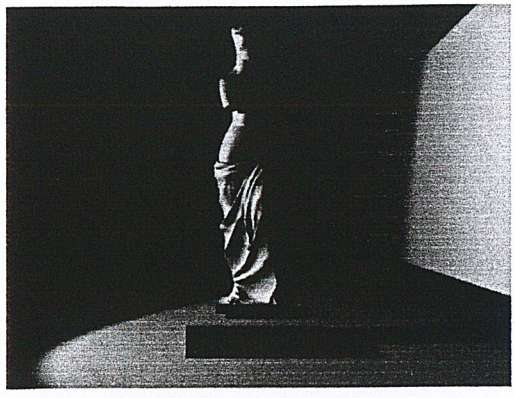
2. แสงจากด้านหลัง



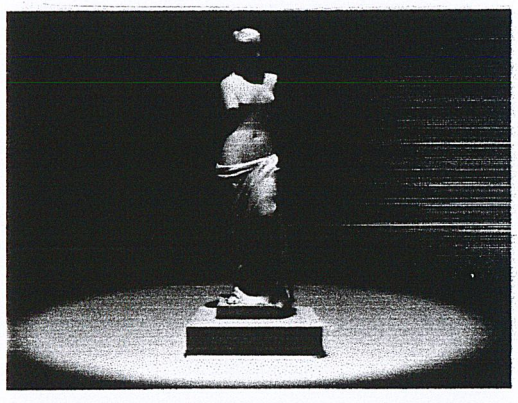
4. แสงจากด้านซ้าย



5. แสงจากด้านขวา

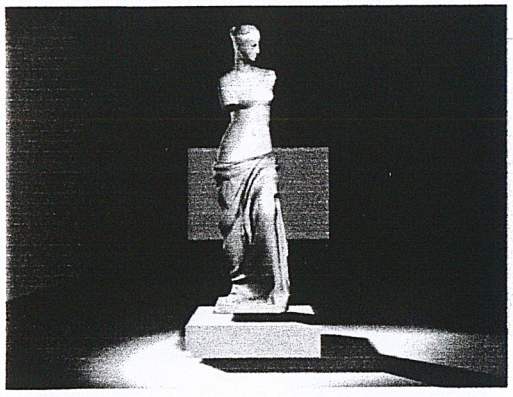


6. แสงจากด้านบน

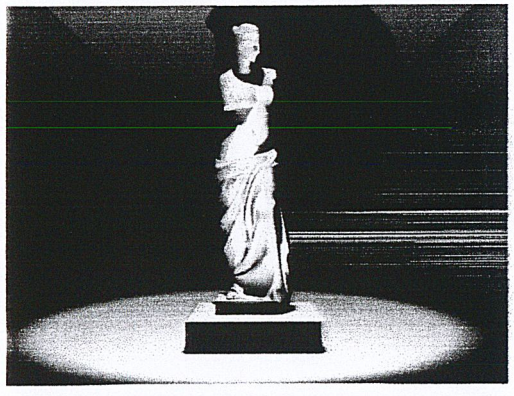


7. แสงจากด้านล่าง

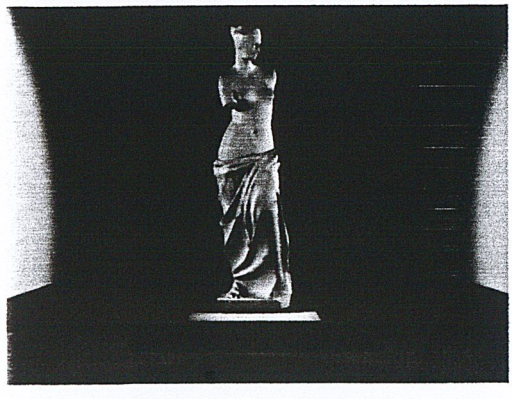
8. แสงจากด้านหน้าและด้านหลัง



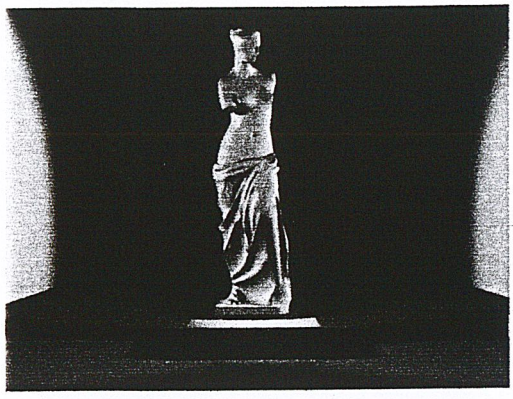
9.แสงจากด้านบนและด้านล่าง



10.แสงจากด้านซ้ายและด้านขวา



10.แสงจากด้านซ้ายและด้านขวา



- แสงสีขาว ให้ความรู้สึกระมัดระวัง ให้ความรู้สึกสงบสะอาด บริสุทธิ์ และให้ความรู้สึกเบาและเย็น

- แสงสีเหลือง ใช้กับสิ่งที่ชอบสนใจ อุณหภูมิปานกลาง

- แสงสีแดง เป็นแสงที่ให้เกิดการกระตุ้นและการแสดงออก สำหรับจิตใจที่สับสนเป็นที่ดึงดูดการออกแบบแสงสว่างกับความกว่างความสูงของห้อง

แสงสว่างเข้าสู่ภายในทางหน้าต่าง ที่ส่งไปได้ไกลมากกว่าทางหน้าต่างที่กว้างแต่จะทำให้เกิดแสงจ้าเข้าตามากกว่า

ความกว้าง ห้องยิ่งกว้าง แสงสว่างยิ่งลดลง

ความสูง ห้องยิ่งสูง แสงสว่างจะมีมากขึ้น

เปรียบเทียบการใช้ไฟสีแดง

ผนังสี	จะเปลี่ยนแปลง
1. แดง (RED)	แดงมากขึ้น (INTENSE RED)
2. เหลือง (YELLOW)	ส้ม (ORANGE)
3. เขียวอ่อน (LIGH GREEN)	เทา ๆ (MORE GRAY)
4. เขียวเข้ม (DRAK GREEN)	แดงเข้มเกือบดำ
5. ม่วง (PURRLE)	ม่วงแดง (RED VIOLET)
6. ส้ม (ORANGE)	แสด (RED ORANGE)
7. น้ำเงินอ่อน (LIGHT BLUE)	ม่วงอ่อน (LIGHT PURPLE)

เปรียบเทียบการใช้ไฟสีเหลืองอมน้ำตาล

ผนังสี	**จะเปลี่ยนแปลง**
1. แดง (RED)	ส้ม (ORANGE)
2. เหลือง (YELLOW)	เหลืองจัดขึ้น (ANBEROF HIGHVALUE)
3. น้ำเงินอ่อน (LIGHT BLUE)	เทาหรือเทาอ่อน (GRAY OR LOW VALUE)
4. เขียวเข้ม (DRAK GREEN)	เขียวออกเทาหรืออ่อนกว่า (GRAY GREEN)
5. เขียวอ่อน (LIGH GREEN)	เขียวออกเทาหรือจัดกว่า (GRAY GREEN)
6. ม่วง (PURRLE)	ม่วงแดง หรืออ่อนกว่า (RED VIOLET LOW VALUE)
7. ส้ม (ORANGE)	สีส้มค่อนข้างเหลือง

การลดความเสียหายเนื่องจากไฟแสงสว่าง

นอกจากความเสียหายอันเนื่องมาจากรังสีอัลตราไวโอเลตและอินฟราเรดที่ออกมาจากหลอดไฟที่ทำให้สีของวัตถุซีดลงและโครงสร้างของวัสดุเปลี่ยนแปลงไปตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ความชื้นก็มีส่วนทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดเร็วมากขึ้นด้านการลดความเสียหายที่เกิดกับวัตถุหรือภาพที่มีราคาแพงเนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตและอินฟราเรดที่มาจากหลอดไฟและแสงแดด รวมทั้งความชื้นนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน

1. แหล่งแสงที่ได้ความร้อนออกมามาก เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์ขดความร้อนลงได้โดยใช้ตัวกรองอินฟราเรดหรือใช้โคมประเภทให้ความร้อนแผ่ไปทางด้านหลังของโคมซึ่งโคมบาง

ชนิดสามารถให้ความร้อนแผ่ไปทางด้านหลังของโคมได้มากกว่า 60% ขึ้นไป ส่วนการใช้ตัวกรองอินฟราเรดต้องคำนึงถึงปริมาณแสงที่ผ่านตัวกรองออกมาจากลดลงไปได้ถึง 30%

2. การควบคุมความชื้นจำเป็นอย่างยิ่งในพิพิธภัณฑ์เพราะความชื้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของการมีสีซีดลง และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวัสดุ เร็วขึ้นเมื่อโดนรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟราเรดตามลำดับ

3. แหล่งแสงที่ให้รังสีอัลตราไวโอเลต ออกมามากอาจกำจัดรังสีดังกล่าวได้โดยใช้ตัวกรองรังสีอับตราไวโอเลต เช่น พวกแผ่น Acrylic แต่ปริมาณแสงที่ออกมาหลังจากผ่านตัวกรองก็อาจลดลงด้วยถึง 20%

4. ให้ค่าลักซ์. ชม. มีค่าต่ำที่สุด ภาพเขียนหรือวัตถุที่ไวต่อแสงมากต้องให้ค่าผลคูณของความเข้มแสง (ลักซ์) และจำนวน ชม. ที่ส่องสว่างมีค่าน้อยที่สุด กรณีที่ไม่ได้เปิดแสดงให้ชมควรปิดไฟแสงสว่าง

5. หลีกเลี่ยงการถูกแสงแดดโดยตรง เพราะแสงแดดให้ความเข้มแสงสูงมากและมีอันตรายมากกว่าหลอดไฟฟ้าเสียอีกโดยเฉพาะวัตถุที่มีค่าต้องไม่ให้ได้รับแสงแดดโดยตรง แต่อาจใช้ตัวกันแสงเพื่อให้แสงเข้ามาภายในอาคารในทิศทางอื่น เพราะภาพระบายสีที่ประกอบด้วยสังกะสีออกไซด์และติเตเนียมไดออกไซด์มีการดูดซึมการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลตได้ดีมาก หน้าต่างควรมีพลาสติกหรือฟิล์มที่ใช้กรองแสงอัลตราไวโอเลตโดยเฉพาะ

5. การลดความเสียหายเนื่องจากไฟแสงสว่าง

สามารถทำได้หลายอย่างดังนี้

การลดแสงอินฟราเรด ใช้ฟิลเตอร์กรองแสงอินฟราเรด แต่ปริมาณแสงก็จะลดลงไปประมาณ 20 – 30% ด้วย ถ้าใช้โคมไฟประเภทที่ความร้อนแผ่ไปด้านหลังก็จะช่วยลดอินฟราเรดด้วย ดังนั้นการให้แสงจากโคมเมื่อยังไม่ใส่ฟิลเตอร์กรองแสงก็ต้องให้มีความสว่างมากกว่าที่ต้องการ 20 – 30% และเมื่อใส่ฟิลเตอร์แล้วก็ทำให้ความส่องสว่างพอดี

การลดแสงอัลตราไวโอเลต ใช้ฟิลเตอร์กรองแสงอัลตราไวโอเลต แต่ปริมาณแสงก็ลดลงไปประมาณ 20 % ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับวัตถุก็น้อยลงไปมาก

การลดความส่องสว่าง เนื่องจากวัตถุที่นำออกแสดงถูกไฟแสงสว่างส่องนาน ก็คือได้รับทั้งอินฟราเรดและอัลตราไวโอเลตตลอดเวลา ถ้ากำหนดจำนวนแสงเป็นลักซ์-ชั่วโมง ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก็ทำให้วัตถุภาพที่ล้ำค่าเหล่านั้นเสียหายช้าลง

การควบคุมความชื้น ความชื้นเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีผลต่อความเสียหาย ถ้าหากมีการควบคุมความชื้นก็ทำให้วัตถุมีอายุการใช้งานนานขึ้น

การหลีกเลี่ยงการถูกแดดโดยตรง แดดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำลายวัตถุมีค่าได้ง่ายเพราะให้แสงอินฟราเรดและอัลตราไวโอเลตและมีจำนวนมากด้วย

ความส่องสว่าง ความส่องสว่างวัตถุในนิทรรศการไม่ควรมีค่ามาก และไม่ควรมีการแสดงให้ชมนานเกินไปด้วย เพราะ วัตถุเสียหายได้ง่าย เนื่องจากแสงอินฟราเรดละอัลตราไวโอเลตความส่องสว่างที่ควรใช้สำหรับวัตถุแต่ละอย่างไว้แสดงในตาราง

แสดงความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับวัตถุชนิดต่างๆ

ชนิดวัสดุ	**ความส่องสว่าง (ลักซ์)**
โลหะ หิน เซรามิค เพชรพลอย	ไม่จำกัด
ภาพสีน้ำมัน เขา กระดูก ไม้	150
ผ้า เสื้อ ภาพสีน้ำมัน แสตมป์ กระดาษ ภาพพิมพ์ ภาพเขียน	50

การให้แสงสว่างกับวัตถุที่มีค่านอกจากกำหนดให้การส่องสว่างไม่มากกว่าลักซ์ที่กำหนดไว้ในตารางข้างต้น ก็ต้องกำหนดระยะเวลาด้วยเพื่อยืดอายุวัตถุไม่ให้เสียหายเร็วขึ้น วัตถุหรือสิ่งที่มีค่าไม่ควรแสดงให้ชมต่อปีมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ข้างล่างดังนี้

วัตถุที่ไวต่อ UV ไม่ควรให้แสงมากกว่า 120,000 ลักซ์ – ชม. / ปี

วัตถุที่ไม่ไวต่อ UV ไม่ควรให้แสงมากกว่า 180,000 ลักซ์ – ชม. / ปี

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่า ถ้าต้องการให้มีการแสดงวัตถุ ภาพ หรือ อื่นๆ ที่ไวต่อแสงอัลตราไวโอเลตด้วยความส่องสว่าง 50ลักซ์ สามารถนำออกแสดงได้ไม่ควรเกิน 120,000/50=24,000ชมต่อปี จำนวนชั่วโมงต่อปีดังกล่าว ถ้าพิจารณาว่า หนึ่งปีมี365 วัน ถ้าเปิดแสดงวันละ 8 ชม. อาทิตย์ละ 6 วัน คิดเป็นชั่วโมงต่อปีได้ 365X8X6/7=2502ชม.ซึ่งก็ใกล้เคียงกับจำนวนชั่วโมงที่ให้แสดง

เนื้อหาหน่วยการเรียนที่ 4

เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

บทนำ

ในหน่วยการเรียนนี้ได้นำเสนอความรู้พื้นฐานที่จำเป็น ในการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างภายในการจัดนิทรรศการ อาทิเช่น แสงสว่างในการจัดนิทรรศการ การออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ รวมทั้งเรื่องของเทคนิคการให้แสงในการจัดนิทรรศการทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนหน่วยต่อไป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียน เรียนจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการได้

เนื้อหาหน่วยการเรียน

กรณีศึกษาการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

การออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการนั้น ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวแน่นอน ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงานนั้นๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและตอบสนองความต้องการมากที่สุด

ในหน่วยการเรียนนี้จึงรวมรวมการจัดนิทรรศการในลักษณะการจัดแสงในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เป็นแนวทางในการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ โดยได้รวบรวมและสรุปการออกแบบแยกเป็นลักษณะต่างๆ ได้ดังนี้

<u>สรุป หลักการให้แสงสว่างภายในห้องนิทรรศการ</u>

สามารถแบ่งตามลักษณะการออกแบบแสงสว่างในห้องนิทรรศการได้ตามลักษณะของจุดประสงค์ความต้องหลัก ของการออกแบบแสงได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

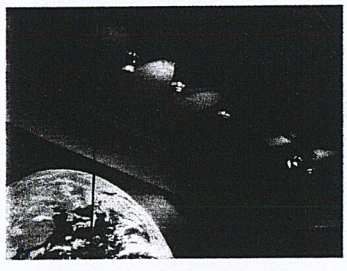
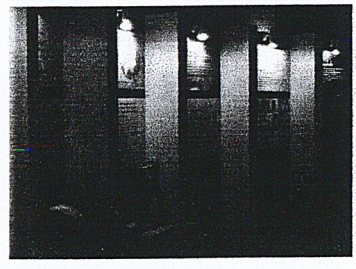
1. ออกแบบแสงสว่างเพื่อส่องสว่าง
2. ออกแบบแสงสว่างเพื่อความสวยงาม

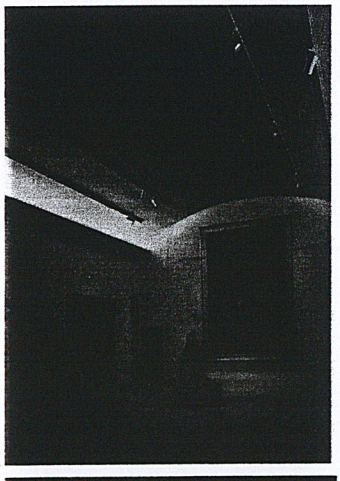
1 .ออกแบบแสงสว่างเพื่อส่องสว่าง

คือการจัดแสงโดยคำนึงถึงจุดประสงค์ด้านการส่องสว่างเป็นหลัก โดยอาจจะมีเรื่องความสวยงามมาเกี่ยวข้อง แต่สิ่งที่ขาดไม่ได้คือประโยชน์ทางด้านการส่องสว่าง การส่องสว่างในลักษณะนี้จะคำนึงถึงความถูกต้องของแสงสี และปริมาณของแสงที่เพียงพอต่อความต้องการเป็นหลัก ลักษณะต่างๆ ดังนี้

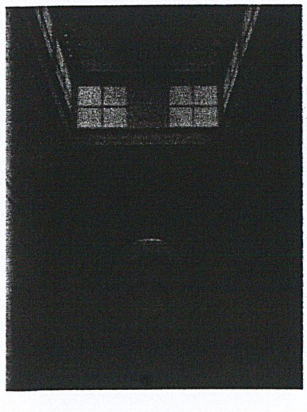
1.1 การให้แสงไฟทางตรง เป็นแสงที่ส่องมาจากแหล่งกำเนิดแสงแล้วตกกระทบที่วัตถุโดยตรง มีความชัดเจน เงาเข้ม

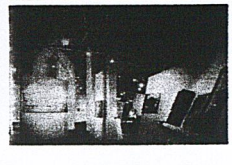
1.1.1 ลักษณะการให้แสงสว่างโดยตรงแก่พื้นวัตถุที่เป็น 2 มิติ เช่น บอร์ดข้อความ หรือบอร์ดรูปภาพต่าง การส่องสว่างในลักษณะนี้ ต้องคำนึงถึงการสะท้องของวัตถุและระยะเป็นสำคัญ

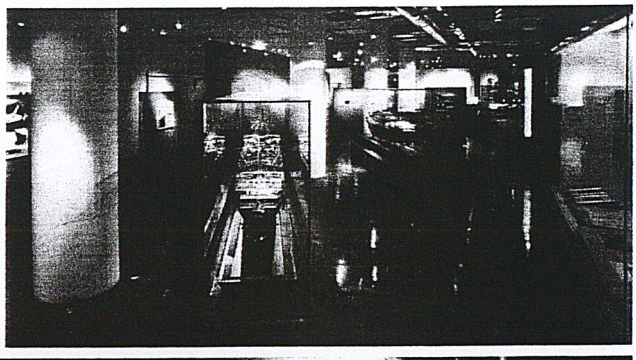


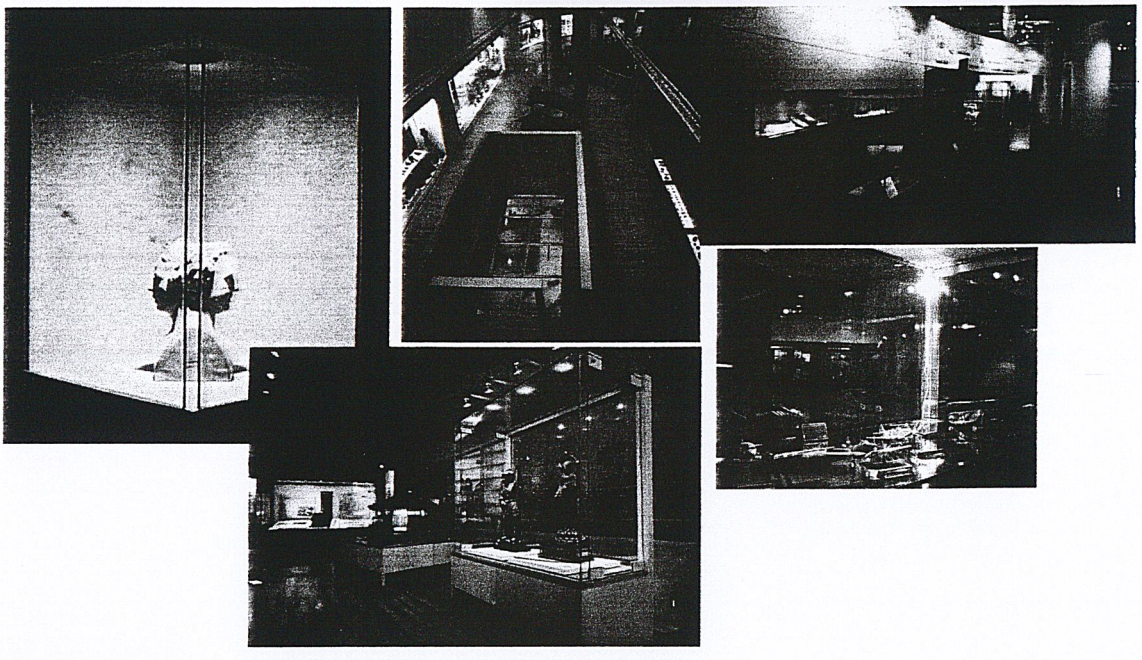
1.1.2 ลักษณะการให้แสงสว่างกับรูปภาพ เป็นการการให้แสงสว่างที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผลของแสงที่กระทบไปยังภาพ





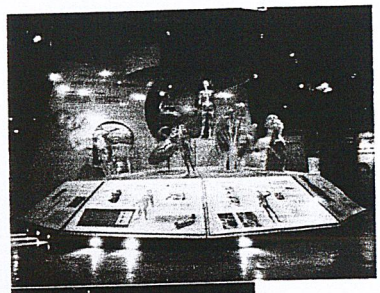
1.1.3 ลักษณะการให้แสงสว่างภายในตู้โดยซ่องหลอดไฟไว้ โดยไม่อาศัยแสงเงาจากแหล่งอื่น แสงจากหลอดไฟสปอร์ตไลท์ส่องเป็นจุดเพื่อให้เกิดความส่องสว่างโดยตรง

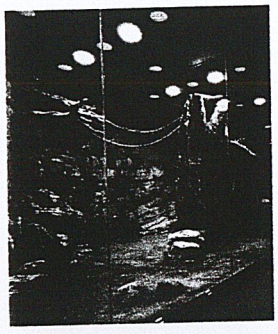
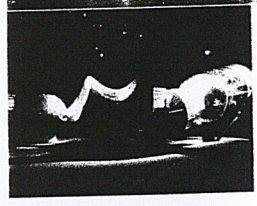
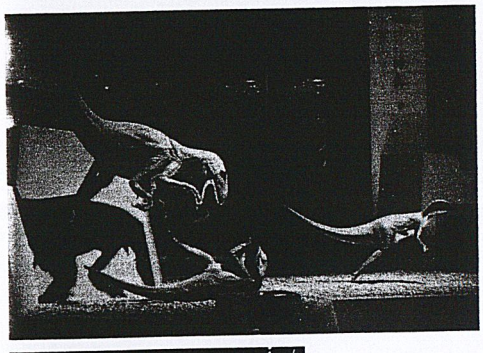
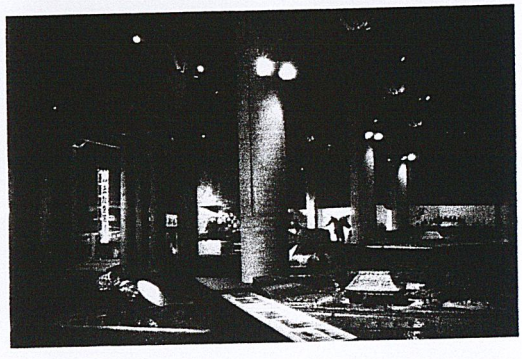




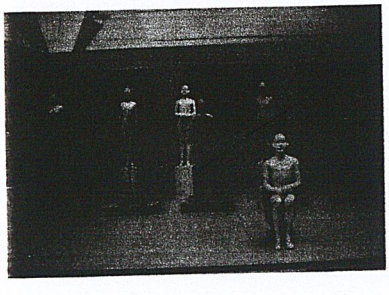
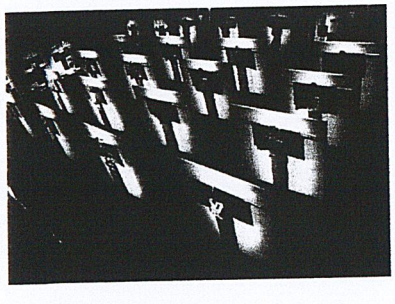
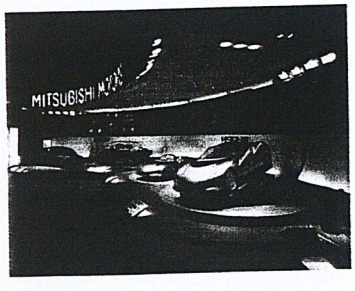
1.1.4 ลักษณะการให้แสงวัตถุที่ลอยตัว หรือวัตถุประเภท 3 มิติในประเภทเดี่ยว หรือให้แสงให้โดดเด่นเพียงชิ้นเดียว

1.1.5 ลักษณะการให้แสงวัตถุที่ลอยตัว หรือวัตถุประเภท 3 มิติ ในประเภทกลุ่มที่เป็นเรื่องราว

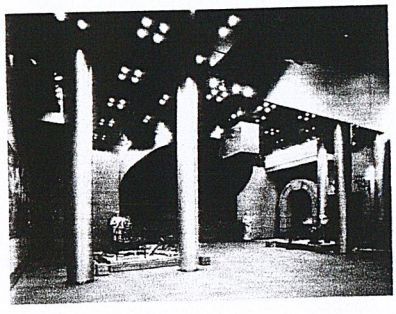
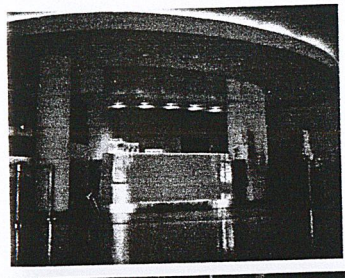
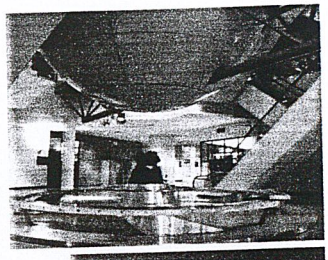
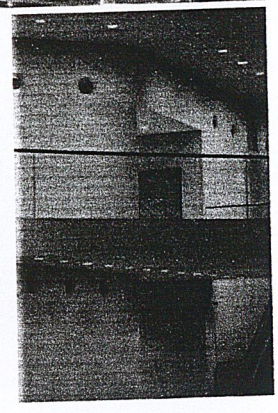
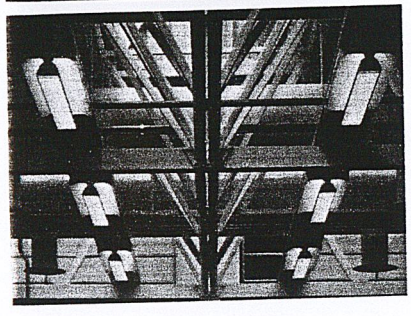


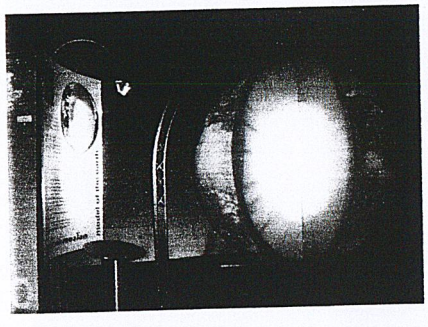
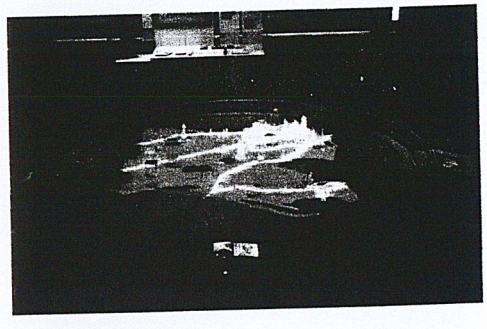
1.1.6 ลักษณะการให้แสงวัตถุที่ลอยตัว หรือวัตถุประเภท 3 มิติ ในประเภทกลุ่มที่เหมือนกัน

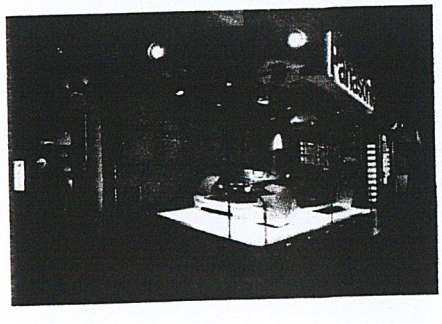
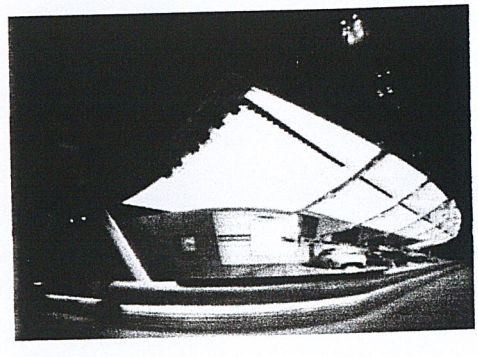
1.1.7 ลักษณะการให้แสงสว่างเพื่อให้ความสว่างในห้องนิทรรศการ

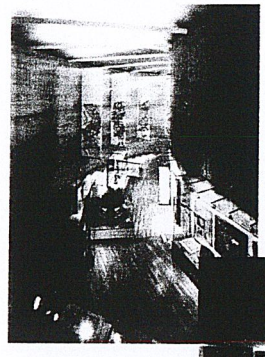
1.1.8 ลักษณะการให้แสงสว่างภายในวัตถุ โดยให้วัตถุมีแสงสว่างออกมาจากตัววัตถุเอง เพื่อให้มองเห็นวัตถุได้อย่างชัดเจน

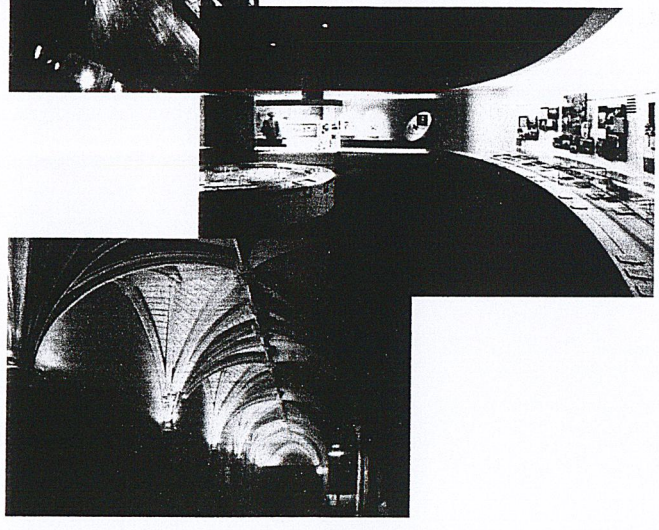
1.1.9 ลักษณะการให้แสงสว่างโดยมีวัตถุบังไม่ให้เห็นหลอดไฟ

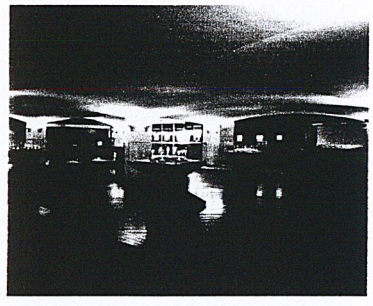



1.2 การให้แสงไฟทางอ้อม เป็นแสงที่ส่องกระทบกับแผ่นพื้นใดๆก่อน (เช่น กระดาน, ผนัง, พื้น, กระจกฝ้า) แล้วจึงตกกระทบกับวัตถุ (โดยที่มองเห็นต้นกำเนิดแสง) ทำให้ได้แสงเงาที่นุ่มนวล

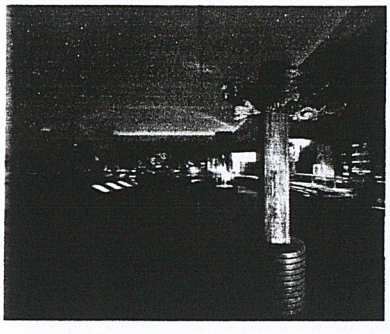


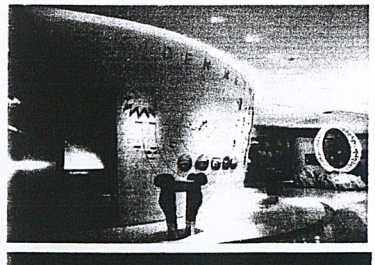
1.2.1 ลักษณะการให้แสงสว่างจากหลอดไฟหลายดวงส่องไปยังเพดานและผนัง ทำให้เกิดความสว่างทั่วพื้นที่แสงในลักษณะนี้ จะให้แสงที่สบายตา ไม่บาดตา แต่มีข้อเสียตรอง เปลืองไฟ เพราะต้องใช้หลอดจำนวนมาก นิยมใช้ไฟหลอดฟูลออเรสเซนต์

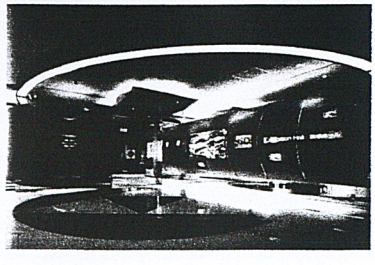


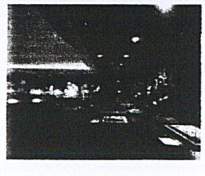


1.2.2 ลักษณะการให้แสงสว่างโดยให้วัตถุบังหลอดจากฝ้าเพดาล จะทำให้แสงที่สบายตา ไม่บาดตา

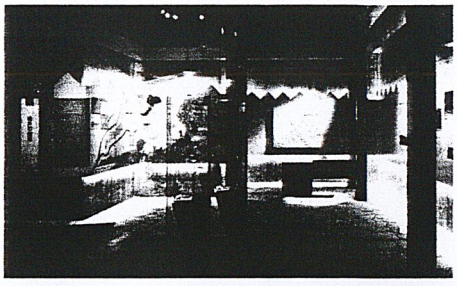


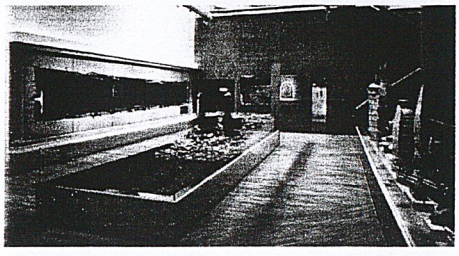
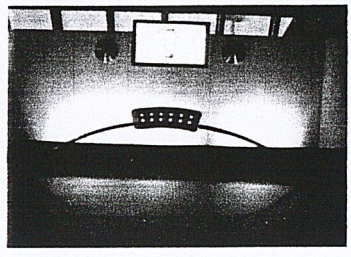
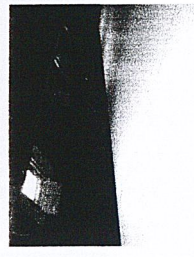






1.2.3 ลักษณะการให้แสงสว่างโดยให้วัตถุบังหลอดจากผนัง

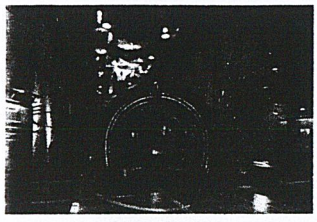


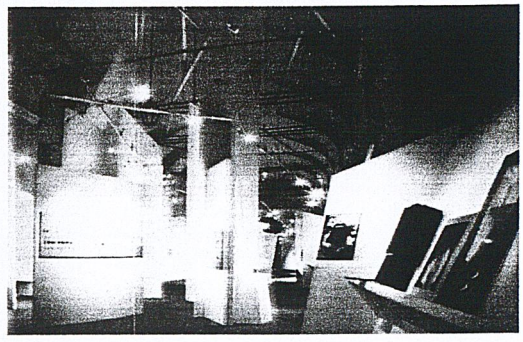
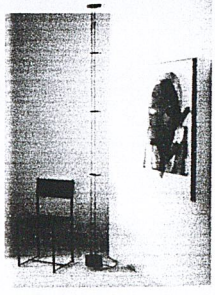
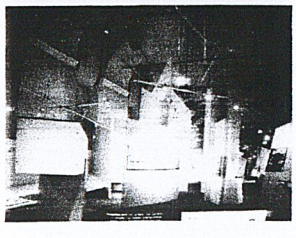




3. ออกแบบแสงสว่างเพื่อความสวยงาม

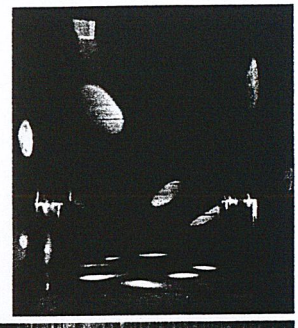
เป็นการส่องเน้นที่ไม่หวังผลด้านความสว่าง หรือความคมชัดเจนมากนัก แต่เป็นการสร้างชีวิตชีวาเพิ่มเสน่ห์แก่สถานที่ในห้องนิทรรศการ

3.1 ลักษณะการออกแบบแสงสว่างเพื่อความสวยงาม โดยได้ความงามจากทั้งหลอดและโคม ที่ได้มีการออกแบบเอาไว้อย่างงดงาม แปลกตา เช่น โคมช่อระย้าแขวนเพดาน (Chandelier) โคมตั้งพื้น โคมประดับฝาผนัง ไฟนีออน

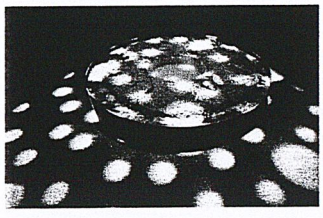


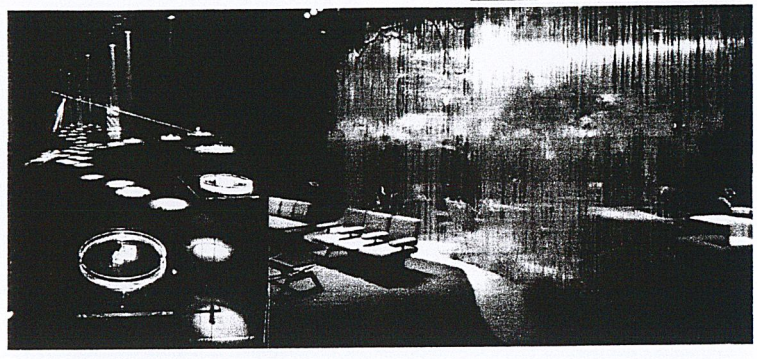




3.2 ลักษณะการออกแบบแสงสว่างเพื่อความสวยงาม โดยส่องสว่างออกมาเพื่อให้เกิดแสงที่สวยงามโดยอาจจะเกิดจากลักษณะของลำแสง แสงที่ตกกระทบ และลักษณะแสงที่ส่องผ่านวัตถุ

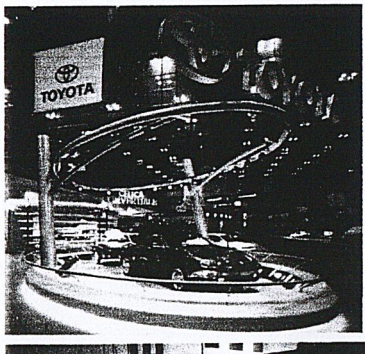


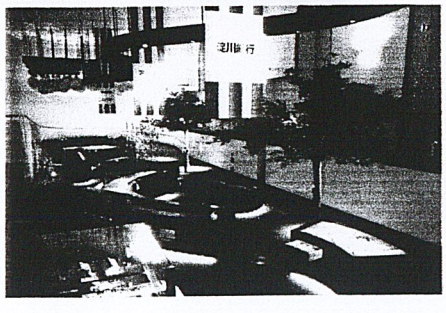
จะส่งผลให้เกิดความรู้สึกทางจิตวิทยา เพราะจะเป็นสิ่งที่ช่วยประดับตกแต่ง สร้างบรรยากาศ สร้างเสน่ห์แก่สถานที่เป็นอย่างดี

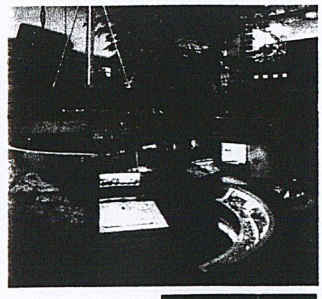


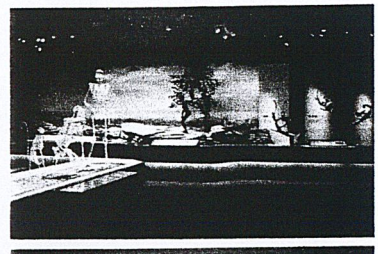


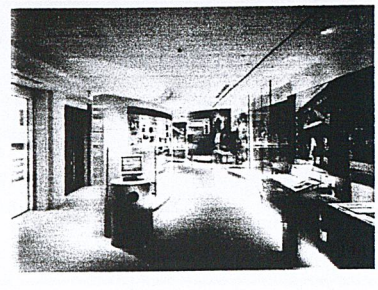
3.3 ลักษณะการออกแบบแสงสว่างเพื่อความสวยงาม โดยส่องสว่างออกมาสร้างความโดดเด่นให้กับวัตถุ เช่น การให้แสงสว่างกับการจัดแสดงที่มีพื้น 2 ระดับ แสงในลักษณะนี้จะพบเห็นมากตรงบริเวณพื้นที่ยกระดับให้มีระดับต่างกับ หรือเป็นแท่นเพื่อวางวัตถุจัดแสดงให้มีความโดดเด่นขึ้น สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือเรื่องระยะห่างระหว่างชั้นห้ามต่ำกว่า15 ซม. และการสะท้อนที่พื้น

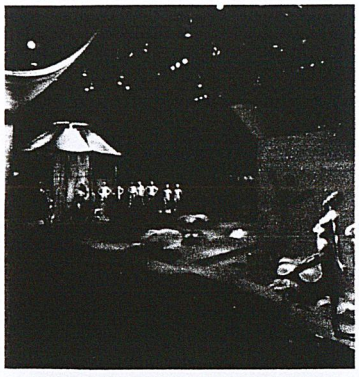




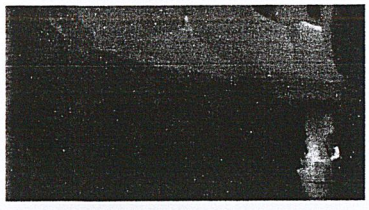


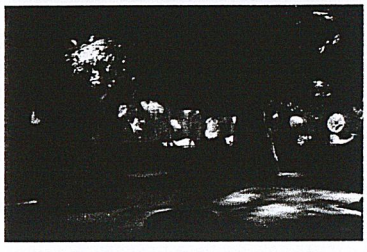


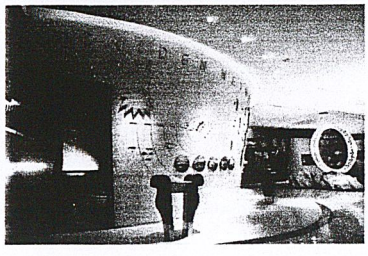




3.4 ลักษณะการออกแบบแสงสว่าง เพื่อความสวยงาม โดยใช้แสงสีที่มีสีลักษณะสีต่างๆ ส่องเพื่อให้เกิดบรรยากาศที่สวยงาม







ภาคผนวก ง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สามารถแบ่งออกได้เป็น

1. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. แบบทดสอบประจำหน่วย

เฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ 20 ข้อ

คำชี้แจง- ให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย ◯ หน้าข้อความที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

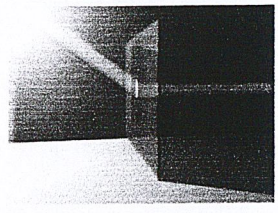
1. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของไฟฟ้า

ก. ไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี
ข. ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน
ค. ไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่าง
ง. ไม่มีข้อถูก

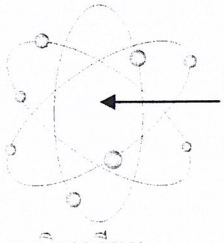
2. อะตอมจะมีส่วนประกอบไปด้วยอนุภาคเล็กๆ 2 ส่วน คือ

ก. นิวเคลียส, นิวตรอน
ข. นิวเคลียส, อิเล็กตรอน
ค. อิเล็กตรอน, โปรตอน
ง. นิวตรอน, อิเล็กตรอน

3. ปรากฏการณ์ของแสงตามภาพตัวอย่างเป็นพฤติกรรมของแสงในลักษณะใด



ก. แสงสะท้อน
ข. แสงหักเห
ค. แสงกระจาย
ง. แสงดูดกลืน

4.  ส่วนประกอบของอะตอมที่มีลูกศรชี้มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. นิวเคลียส
ข. นิวตรอน
ค. โปรตอน
ง. อิเล็กตรอน

5. ข้อใดหมายถึงพฤติกรรมการทะลุผ่านของแสง

ก. Reflection
ข. Diffusion
ค. Absorption
ง. Transmission

6. แสงสว่างที่เกิดขึ้นจากพลังงานไฟฟ้าสามารถเรียกอีกอย่างว่าอะไร

ก. แสงประดับ
ข. แสงประทีป
ค. แสงประดิษฐ์
ง. แสงไฟฟ้า

7. หลอดชนิดใดที่มีอายุการใช้งานสั้นที่สุด

ก. หลอด PAR

ข. หลอดทังสเตนฮาโลเจน

ค. หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำ

ง. หลอด GLS

8. หลอดชนิดใดใช้ส่องเน้นวัตถุ

ก.

ค.

ข.

ง.

9. ดวงโคมไฟฟ้า หมายถึง ข้อใด

ก. อุปกรณ์ที่ให้แสงสว่าง

ข. อุปกรณ์ควบคุมการกระจายแสงสว่างของหลอดไฟฟ้า

ค. อุปกรณ์สำหรับกำหนดค่าความสว่างของแสงไฟ

ง. ไม่มีข้อใดถูก

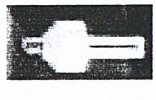
10. เราสามารถมองเห็นแสงสีขาวก็ต่อเมื่อเราฉายแสงสีอะไรลงไปซ้อนกัน

ก. แดง เหลือง น้ำเงิน

ค. แดง เขียง เหลือง

ข. แดง เขียว น้ำเงิน

ง. เหลือง น้ำเงิน เขียว

11.หลอดแสงจันทร์  มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร

ก. หลอดโซเดียมความดันต่ำ

ข. หลอดเมทัลฮาไลท์

ค. หลอดปรอทความดันสูง

ง. หลอดปรอทแรงดันต่ำ

12. การติดตั้งโคมไฟในลักษณะใดเหมาะกับอาคารที่มีลักษณะเพดานสูง

ก.ติดตั้งแบบติดเข้าไปในเพดาน

ข. ติดตั้งแบบติดชนผนัง

ค. ติดตั้งแบบยึดติดกับเพดาน

ง. ติดตั้งแบบแขวน

13. แสงสว่างช่วยให้เกิดการรับรู้ในแง่ของการออกแบบทางสถาปัตยกรรมในข้อใด

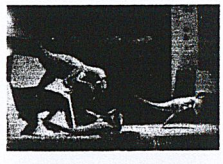
ก. ทำให้รับรู้มิติได้อย่างชัดเจน

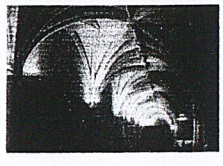
ข. ทำให้มองเห็นผิวของวัตถุได้อย่างชัดเจน

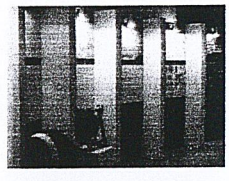
ค. ทำให้รับรู้ระยะใกล้-ไกลได้อย่างชัดเจน

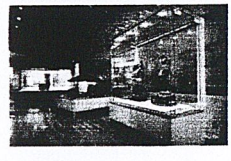
ง. ถูกทุกข้อ

14. ภาพในข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะการให้แสงทางอ้อม

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

15.หลอด PAR 38 , PAR 56 ตัวเลข 38และ56 หมายถึงอะไร

ก. เส้นรัศมี

ข. เส้นผ่าศูนย์กลาง

ค. เส้นรอบวง

ง. ไม่มีข้อใดถูก

16. การจัดแสงแบบ Task lighting ควรใช้หลอดไฟชนิดใด

ก. คอมแพค์ทฟูลออเรสเซนต์

ข. ทังสเตนฮาโลเจน

ค. ปรอทความดันสูง

ง. โซเดียมแรงดันต่ำ

17. รูปต่อไปนี้เป็นการจัดแสงในลักษณะใด

ก. Ambient lighting

ข. Kinetic lighting

ค. Accent lighting

ง. Decorative lighting

18. ข้อใดไม่ใช่เทคนิคการออกแบบแสงสว่างแบบ Decorative lighting

ก. โคมไฟช่อระย้า

ข. โคมไฟตั้งพื้น

ค. โคมไฟตั้งโต๊ะ

ง. เส้นใยแก้วนำแสง

19.General Lighting คือการให้แสงสว่างที่สม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ ควรใช้หลอดไฟประเภทใด

ก. ฟลูออเรสเซนต์

ข. PAR 38

ค. ปรอทความดันสูง

ง. โซเดียมแรงดันต่ำ

20.ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบที่ทำหน้าที่ให้เกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากไฟที่ส่องสว่าง

ก. ระดับความส่องสว่าง

ข. ระยะเวลาที่ถูกแสง

ค. ส่วนประกอบของสเปกตรัมของสีของหลอด

ง. แสงอัตราไวโอเลต

21.การจัดแสงลักษณะใดที่เป็นการส่องเน้นที่ไม่หวังผลทางด้านความสว่าง

ก. Ambient lighting

ข. Accent lighting

ค. Kinetic lighting

ง. Decorative lighting

22. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของแสงธรรมชาติ

ก. ให้สีไม่ถูกต้อง

ข. เป็นแสงที่กระจายไม่ทำให้เสียสายตา

ค. ควบคุมทิศทางและปริมาณของแสงได้ยาก

ง. ทำให้เห็นรูปทรงพื้นผิววัตถุได้อย่างธรรมชาติ

23.แสงจากดวงอาทิตย์จัดเป็นแสงประเภทใด

ก. Kinetic lighting
ค. Task lighting
ข. Direct lighting
ง. Accent lighting

24.แสงสว่างจากธรรมชาติในลักษณะใดที่เหมาะแก่การจัดนิทรรศการมากที่สุด

ก. การให้แสงสว่างทางด้านบน
ข. การให้แสงสว่างจากหน้าต่างค่อนข้างสูง
ค. การให้แสงสว่างจากทางด้านข้าง
ง. การให้แสงสว่างทางอ้อม

25.การให้แสงจากไฟหลืบควรเปิดช่องแสงจากไฟหลืบอย่างน้อยเท่าไหร่

ก. 10 ซม.
ค. 20 ซม.
ข. 15 ซม.
ง. 25 ซม.

26. ข้อควรระวังในการให้แสงกำแพงโดยใช้วัตถุบังหลอด คือข้อใด

ก. แสงสะท้อนเข้าตาจากพื้นผิวที่เป็นมัน
ข. ระยะแผ่นบังแสงควรห่างจากเพดานอย่างน้อย 25-30 ซม.
ค. ความร้อนที่เกิดจากหลอดไฟ
ง. ถูกทุกข้อ

27. ข้อใดต่อไปนี้คือข้อคำนึงถึงในการให้แสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

ก. เพื่อการมองเห็นได้อย่างชัดเจน
ข. ให้แสงสว่างโดยไม่ทำลายสายตาผู้เข้าชมการแสดง
ค. ให้แสงโดยไม่ทำให้สิ่งที่แสดงเกิดความเสียหาย
ง. ถูกทุกข้อ

ตอนที่ 2 แบบถูกผิด 10 ข้อ

คำชี้แจง- ทำเครื่องหมาย ถูก หน้าข้อที่ถูก ทำเครื่องหมาย ผิด หน้าข้อที่ผิด

....x...1. ตัวตรวจจับควันไฟหรือแก๊สจะติดตั้งไว้ที่ผนังห้องด้านข้าง

..../... 2 หลอดเดย์ไลท์มีแสงสีขาวปนฟ้า

...../....3. ฟิวส์คืออุปกรณ์ใช้สำหรับจำกัดจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลเวียนในวงจร

..../....4. หลอดคอมแพค์ทฟูลออเรสเซนต์ไม่จำเป็นจะต้องมีบัลลาสต์

..../.... 5. หลอดGLS มี 2แบบคือแบบใสและแบบเคลือบ

.... /....6. สวิตซ์ทำหน้าที่ควบคุมวงจรไฟฟ้า

..../.....7. การใช้โคมไฟแบบกระจายส่องลงส่วนใหญ่แสงจากดวงโคมจะส่องลงประมาณ90-100%

....x....8 อุปกรณ์สำหรับควบคุมวงจรไฟฟ้าคือเต้าเสียบ (Plug)

..../.....9. หลอดไฟแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ หลอดดิสชาร์จกับหลอดฟูออเรสเซนต์

.... x...10. หลอดทังสเตนฮาโลเจนนิยมใช้เพื่อให้แสงสว่างแก่ตัวอาคาร

28.ภาพต่อไปนี้เป็นการให้แสงสว่างจากไฟหลีบแบบใด

ก. การให้แสงจากไฟหลีบจากเพดาน

ข. การให้แสงจากกำแพงโดยใช้วัตถุบังหลอด

ค. การให้แสงส่องลงแบบคอนนิส

ง. ไม่มีข้อใดถูก

29.หลอดไฟชนิดใดเหมาะสำหรับการให้แสงสว่างจากไฟหลีบ

ก.

ค.

ข.

ง.

30. ในประเทศเขตร้อนไม่ควรให้แสงธรรมชาติจากทิศทางใดเพราะมีข้อเสียคือก่อให้เกิดความร้อนและความชื้นทำให้ควบคุมปริมาณของแสงได้ยาก

ก. การให้แสงสว่างจากทางด้านข้าง

ข. การให้แสงจากทางด้านบน

ค. การให้แสงสว่างจากหน้าต่างค่อนข้างสูง

ง. การให้แสงสว่างทางอ้อม

เฉลย

แบบทดสอบประจำหน่วย 1

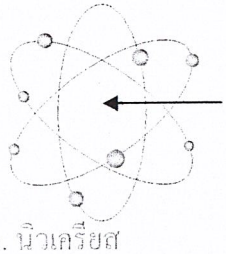
เรื่อง ความหมายและความสำคัญของกระแสไฟฟ้าและแสงสว่าง

ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ

คำชี้แจง- ให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย ◯ หน้าข้อความที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

2. อะตอมจะมีส่วนประกอบไปด้วยอนุภาคเล็กๆ 2 ส่วน คือ

ก. นิวเคลียส, นิวตรอน
ค. อิเล็กตรอน, โปรตอน
ข. นิวเคลียส, อิเล็กตรอน
ง. นิวตรอน, อิเล็กตรอน

2.  ส่วนประกอบของอะตอมที่มีลูกศรชี้มีชื่อเรียนว่าอะไร

ก. นิวเคลียส
ค. โปรตอน
ข. นิวตรอน
ง. อิเล็กตรอน

3. "พลังงานรูปหนึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานอะตอมทำให้เกิดพลังงานต่างๆ เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่" ข้อความดังกล่าวหมายถึงพลังงานประเภทใด

ก. พลังงานไฟฟ้า
ค. พลังงานกล
ข. พลังงานลม
ง. พลังงานแสงอาทิตย์

4. ไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก. ไฟฟ้าสถิตกับไฟฟ้ากระแส
ค. แบบ 1 เฟสกับ 3 เฟส
ข. ไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ
ง.ถูกทุกข้อ

5. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของไฟฟ้า

ก. ไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี
ค. ไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่าง
ข. ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน
ง. ไม่มีข้อถูก

6. อำนาจแม่เหล็กของไฟฟ้า คุณสมบัตินี้ทำให้สามารถนำไปใช้ในการผลิตอะไรได้

ก. เตารีด
ค. การทำบล็อกพิมพ์
ข. หลอดไฟฟ้า
ง. ไมโครโฟน

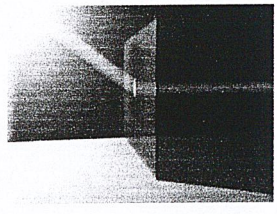
7. ข้อใดไม่ใช่ตัวอย่างของไฟฟ้ากระแส

ก. การเสียดสี
ค. การเกิดแสงสว่าง
ข. กาเกิดความร้อน
ง. การเกิดสนามแม่เหล็ก

8. ไฟฟ้าแบบใดที่มีทิศทางการไหลไปในทิศทางเดียวกันและมีขั้วบวกและขั้วลบ

ก. ไฟฟ้ากระแสสลับ
ค. ไฟฟ้ากระแสตรง
ข. ไฟฟ้าสถิต
ง. ถูกทุกข้อ

9. ปรากฏการณ์ของแสงตามภาพตัวอย่างเป็นพฤติกรรมของแสงในลักษณะใด



ก. แสงสะท้อน
ค. แสงกระจาย
ข. แสงหักเห
ง. แสงดูดกลืน

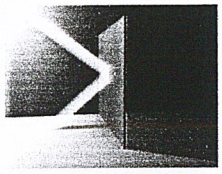
10. การจัดนิทรรศการควรเลือกใช้ระบบไฟฟ้าแบบใด

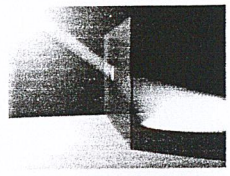
ก. แบบ 1 เฟส
ค. แบบ 3 เฟส
ข. แบบ 2 เฟส
ง. แบบ 4 เฟส

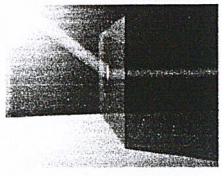
11. แสงสว่างที่เกิดขึ้นจากพลังงานไฟฟ้าสามารถเรียกอีกอย่างว่าอะไร

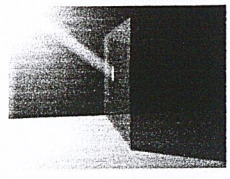
ก. แสงประดับ
ค. แสงประดิษฐ์
ข. แสงประทีป
ง. แสงไฟฟ้า

12. กฎวิทยาศาสตร์ที่บอกว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เป็นพฤติกรรมของแสงข้อใด

ก. 

ค. 

ค. 

ง. 

13. ข้อใดหมายถึงพฤติกรรมการทะลุผ่านของแสง

ก. Reflection

ค. Absorption

ข. Diffusion

ง. Transmission

14. เราสามารถมองเห็นแสงสีขาวก็ต่อเมื่อเราฉายแสงสีอะไรลงไปซ้อนกัน

ก. แดง เหลือง น้ำเงิน

ค. แดง เขียง เหลือง

ข. แดง เขียว น้ำเงิน

ง. เหลือง น้ำเงิน เขียว

15. ข้อใดเป็นสีปฐมภูมิ

ก. แดง

ค. น้ำเงิน

ข. เหลือง

ง. เขียว

ตอนที่ 2 แบบจับคู่

คำชี้แจง- จงจับคู่ตัวเลือกที่กำหนดให้ถูกต้อง

.....ข.....1. มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก	**ก. แบตเตอรี่ถ่านไฟฉาย**
.....ก.....2. ไฟฟ้ากระแสตรงหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าไฟดีซี DC	**ข. โปรตอน**
.....ค.....3. ไฟฟ้าที่ใช้กันตามบ้านพักอาศัย	**ค. ไฟฟ้ากระแสสลับ AC**
.....จ.....4. แสงสว่างที่เกิดขึ้นจากพลังงานไฟฟ้า	**ง. สีปฐมภูมิ**
.....ง.....5. แม่สีของแสง	**จ. แสงกระดิษฐ์**

เฉลย

แบบทดสอบประจำหน่วย 2

เรื่อง อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ

คำชี้แจง- ในข้อที่มีตัวหนังสือ สีแดง คือข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดไม่ใช่หลอดในตระกูลหลอดดิสชาร์จ

   ก. หลอดทังสเตนฮาโลเจน
   ข. หลอดฟลูออเรสเซนต์
   ค. หลอดปรอทความดันสูง
   ง. หลอดเมทัลฮาไลท์

2. ภาพในข้อใดไม่ใช่หลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนต์

   ก.
   ข.
   ค.
   ง.

3. หลอดเดย์ไลท์ Daylight ให้แสงเป็นสีอะไร

   ก. ขาวเย็น
   ข. ขาวปนแดง
   ค. ขาวปนฟ้า
   ง. ขาวปนเหลือง

4. หน้าที่หลักของสายดินคืออะไร

   ก. ป้องกันสายจ่ายไปเข้าผู้และไฟฟ้าแรงสูง
   ข. เป็นตัวเชื่อมจุดต่างๆ ในระบบเข้าด้วยกันเพื่อให้ไฟฟ้าครบวงจร
   ค. จำกัดจำนวนกระแสไฟฟ้า
   ง. ไม่มีข้อใดถูก

5. หลอดชนิดใดที่มีอายุการใช้งานสั้นที่สุด

   ก. หลอด PAR
   ข. หลอดทังสเตนฮาโลเจน
   ค. หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำ
   ง. หลอด GLS

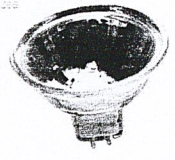
6. หลอด PAR 38 , PAR 56 ตัวเลข 38และ56 หมายถึงอะไร

ก. เส้นรัศมี
ข. เส้นผ่าศูนย์กลาง
ค. เส้นรอบวง
ง. ไม่มีข้อใดถูก

7. หลอดแสงจันทร์ มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร

ก. หลอดโซเดียมความดันต่ำ
ข. หลอดเมทัลฮาไลท์
ค. หลอดปรอทความดันสูง
ง. หลอดปรอทแรงดันต่ำ

8. หลอดชนิดใดใช้ส่องเน้นวัตถุ

ก.
ค.
ข.
ง. 

9. ดวงโคมไฟฟ้า หมายถึง ข้อใด

ก. อุปกรณ์ที่ให้แสงสว่าง
ข. อุปกรณ์ควบคุมการกระจายแสงสว่างของหลอดไฟฟ้า
ค. อุปกรณ์สำหรับกำหนดค่าความสว่างของแสงไฟ
ง. ไม่มีข้อใดถูก

10. การติดตั้งโคมไฟในลักษณะใดเหมาะกับอาคารที่มีลักษณะเพดานสูง

ก.ติดตั้งแบบติดเข้าไปในเพดาน
ข. ติดตั้งแบบติดชนผนัง
ค. ติดตั้งแบบยึดติดกับเพดาน
ง. ติดตั้งแบบแขวน

ตอนที่ 2 แบบถูกผิด 5 ข้อ

คำชี้แจง- ทำเครื่องหมาย ถูก หน้าข้อที่ถูก ทำเครื่องหมาย ผิด หน้าข้อที่ผิด

..... 1. หลอดไฟแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ หลอดดิสชาร์จกับหลอดฟูออเรสเซนต์

..... 2. หลอดGLS มี 2แบบคือแบบใสและแบบเคลือบ

.....x....3. หลอดทังสเตนฮาโลเจนนิยมใช้เพื่อให้แสงสว่างแก่ตัวอาคาร

..... /.....4. หลอดคอมแพค์ทฟูลออเรสเซนต์ไม่จำเป็นจะต้องมีบัลลาสต์

..... /....5. หลอดเดย์ไลท์มีแสงสีขาวปนฟ้า

..... x....6. อุปกรณ์สำหรับควบคุมวงจรไฟฟ้าคือเต้าเสียบ (Plug)

..... /....7. การใช้โคมไฟแบบกระจายส่องลงส่วนใหญ่แสงจากดวงโคมจะส่องลง ประมาณ90-100%

..... /....8. สวิตซ์ทำหน้าที่ควบคุมวงจรไฟฟ้า

..... x....9. ตัวตรวจจับควันไฟหรือแก๊สจะติดตั้งไว้ที่ผนังห้องด้านข้าง

..... /....10. ฟิวส์คืออุปกรณ์ใช้สำหรับจำกัดจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลเวียนในวงจร

เฉลย

แบบทดสอบประจำหน่วย 3

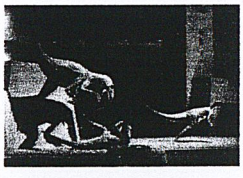
เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่าง

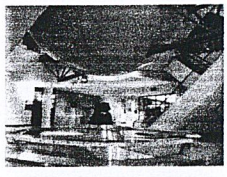
ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ

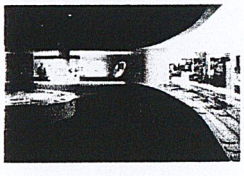
คำชี้แจง- ให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย ◯ หน้าข้อความที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

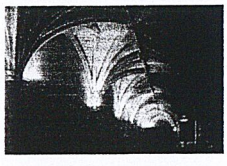
1. แสงสว่างช่วยให้เกิดการรับรู้ในแง่ของการออกแบบทางสถาปัตยกรรมในข้อใด
   ก. ทำให้รับรู้มิติได้อย่างชัดเจน
   ข. ทำให้มองเห็นผิวของวัตถุได้อย่างชัดเจน
   ค. ทำให้รับรู้ระยะใกล้-ไกลได้อย่างชัดเจน
   ง. ถูกทุกข้อ

2. ภาพในข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะการให้แสงทางตรง

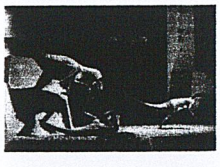
ก. 

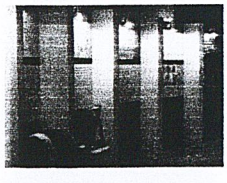
ค. 

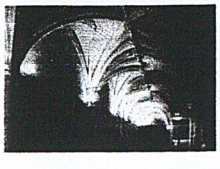
ข. 

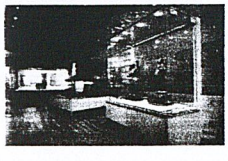
ง. 

3. ภาพในข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะการให้แสงทางอ้อม

ก. 

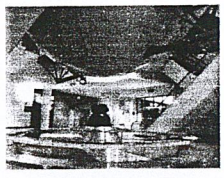
ค. 

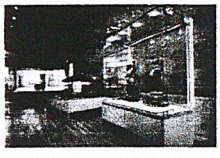
ข. 

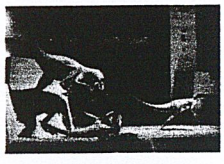
ง. 

4. ภาพในข้อใดเป็นการจัดแสงในลักษณะแบบ Ambient lighting

ก.

ค. 

ข. 

ง. 

5. รูปต่อไปนี้เป็นการจัดแสงในลักษณะใด

ก. Ambient lighting

ข. Kinetic lighting

ค. Accent lighting

ง. Decorative lighting

6. การจัดแสงลักษณะใดที่เป็นการส่องเน้นที่ไม่หวังผลทางด้านความสว่าง

ก. Ambient lighting ค. Kinetic lighting

ข. Accent lighting ง. Decorative lighting

7. ข้อใดไม่ใช่เทคนิคการออกแบบแสงสว่างแบบ Decorative lighting

ก. โคมไฟช่อระย้า ค. โคมไฟตั้งโต๊ะ

ข. โคมไฟตั้งพื้น ง. เส้นใยแก้วนำแสง

8. แสงจากดวงอาทิตย์จัดเป็นแสงประเภทใด

ก. Kinetic lighting ค. Task lighting

ข. Direct lighting ง. Accent lighting

9. การจัดแสงแบบ Task lighting ควรใช้หลอดไฟชนิดใด

ก. คอมแพค์ทฟูลออเรสเซนต์ ค. ปรอทความดันสูง

ข. ทังสเตนฮาโลเจน ง. โซเดียมแรงดันต่ำ

10. การส่องสว่างผ่านตราสินค้าให้เกิดสีสันที่แปลกตาเป็นการส่องแสงในลักษณะใด

ก. Task lighting ค. Decorative lighting

ข. Accent lighting ง. Ambient lighting

ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบหน่วยที่ 4

เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

คำชี้แจง ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบที่ทำหน้าที่ให้เกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากไฟที่ส่องสว่าง

ก. ระดับความส่องสว่าง

ข. ระยะเวลาที่ถูกแสง

ค. ส่วนประกอบของสเปกตรัมของสีของหลอด

ง. แสงอัลตราไวโอเลต

2.General Lighting คือการให้แสงสว่างที่สม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ ควรใช้หลอดไฟประเภทใด

ก. ฟลูออเรสเซนต์ ค. ปรอทความดันสูง

ข. PAR 38 ง. โซเดียมแรงดันต่ำ

3.ในประเทศเขตร้อนไม่ควรให้แสงธรรมชาติจากทิศทางใดเพราะมีข้อเสียคือก่อให้เกิดความร้อนและความชื้นทำให้ควบคุมปริมาณของแสงได้ยาก

ก. การให้แสงสว่างจากทางด้านข้าง

ข. การให้แสงจากทางด้านบน

ค. การให้แสงสว่างจากหน้าต่างค่อนข้างสูง

ง. การให้แสงสว่างทางอ้อม

4.แสงสว่างจากธรรมชาติในลักษณะใดที่เหมาะแก่การจัดนิทรรศการมากที่สุด

ก.การให้แสงสว่างทางด้านบน

ข.การให้แสงสว่างจากหน้าต่างค่อนข้างสูง

ค.การให้แสงสว่างจากทางด้านข้าง

ง.การให้แสงสว่างทางอ้อม

5.ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของแสงธรรมชาติ

ก.ให้สีไม่ถูกต้อง

ข.เป็นแสงที่กระจายไม่ทำให้เสียสายตา

ค.ควบคุมทิศทางและปริมาณของแสงได้ยาก

ง.ทำให้เห็นรูปทรงพื้นผิววัตถุได้อย่างธรรมชาติ

6.ข้อใดต่อไปนี้คือข้อคำนึงถึงในการให้แสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

ก.เพื่อการมองเห็นได้อย่างชัดเจน

ข.ให้แสงสว่างโดยไม่ทำลายสายตาผู้เข้าชมการแสดง

ค.ให้แสงโดยไม่ทำให้สิ่งที่แสดงเกิดความเสียหาย

ง.ถูกทุกข้อ

7.การให้แสงจากไฟหลืบควรเปิดช่องแสงจากไฟหลืบอย่างน้อยเท่าไหร่

ก. 10 ซม.

ข. 15 ซม.

ค. 20 ซม.

ง. 25 ซม.

8.หลอดไฟชนิดใดเหมาะสำหรับการให้แสงสว่างจากไฟหลืบ

ก.

ค.

ง.

9.ภาพต่อไปนี้เป็นการให้แสงสว่างจากไฟหลืบแบบใด

ก.การให้แสงจากไฟหลืบจากเพดาน

ข.การให้แสงจากกำแพงโดยใช้วัตถุบังหลอด

ค.การให้แสงส่องลงแบบคอนนิส

ง.ไม่มีข้อใดถูก

10.ข้อควรระวังในการให้แสงกำแพงโดยใช้วัตถุบังหลอด คือข้อใด

ก.แสงสะท้อนเข้าตาจากพื้นผิวที่เป็นมัน

ข.ระยะแผ่นบังแสงควรห่างจากเพดานอย่างน้อย 25-30 ซม.

ค.ความร้อนที่เกิดจากหลอดไฟ

ง.ถูกทุกข้อ

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้ชุดการเรียน

วิธีการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์

ความต้องการพื้นฐาน

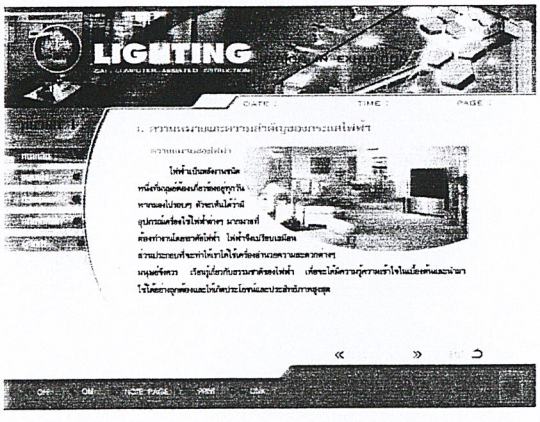
1. คอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง ระดับ Pentium 200 หรือสูงกว่า
2. ระบบปฏิบัติการ Window 95,98 หรือสูงกว่า ไม่สนับสนุน Window 3.1
3. หน่วยความจำ (Ram) ไม่ต่ำกว่า 32 เมกะไบต์
4. ระบบเสียง Soundcard ขนาด 16 บิด หรือสูงกว่า
5. การ์ดแสดงผลที่รองรับความละเอียด 800x600 หรือสูงกว่า
6. ลำโพง
7. ไดร์ฟ ซีดีรอม ต้องมีความเร็วไม่ต่ำกว่า 16x
8. เมาส์, คีย์บอร์ด
9. สนับสนุน QuickTime windows

การเปิดชุดการเรียน

1. ซีดีรอมนี้ เป็นระบบ Auto Run หรือการอ่านแผ่นอัตโนมัติเมื่อใส่แผ่นซีดีรอมลงในเครื่องเล่นซีดีรอม
2. ก่อนการเปิดซีดีรอม ควรปรับความละเอียดการแสดงผลหน้าจอเป็น 800x600 Pixel หรือถ้าต้องการให้ชุดซีดีรอม แสดงผลเต็มจอภาพให้ปรับความละเอียดสูงสุดของหน้าจอที่ใช้
3. ถ้าเครื่องซีดีรอมไม่อ่านแผ่น ให้เปิดในMy computer และดับเบิ้ลคลิ้กที่ไดร์ฟซีดีรอม จากนั้นให้เข้าไปหาไฟล์ที่ชื่อ Started และดับเบิ้ลคลิ้กที่ชิ้นงานซึ่งโปรแกรมจะทำงานทันที สนับสนุน โปรแกรม QuickTime for windows

โครงสร้างหน้าจอ

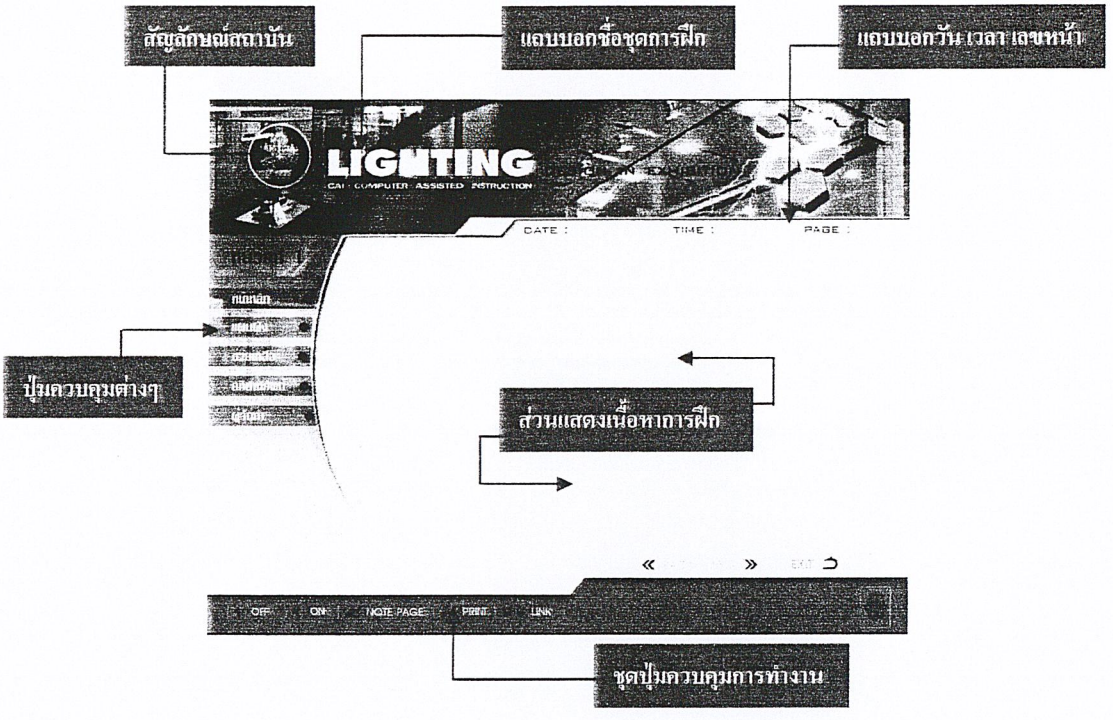
การออกแบบหน้าจอสำหรับชุดการเรียน เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการโดยใช้คู่สีที่ตัดกันเช่น สีขาวกับสีดำ และสีส้มกับสีน้ำเงิน เพื่อให้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับ แสงสว่างที่มักจะเปิดในที่มืดหรือที่ที่ต้องการแสงสว่าง เป็นโครงสีหลักในการออกแบบ ซึ่งในการออกแบบหน้าจอส่วนด้านบนได้นำความเรียบง่ายและความทันสมัยมาและมีความเข้าใจง่ายในรูปแบบที่นำเสนอคือใช้ภาพ ที่เห็นการให้แสงในการจัดนิทรรศการโดยตรง และบริเวณปุ่มควบคุม กำหนดให้มีความเรียบแต่ไปเน้นทางด้านปฏิกิริยาของปุ่มมือนำเมาส์มาวางทับก็จะเกิดไฟกระพริบ และคลื่นไฟฟ้า ซึ่งทั้งนี้เพื่อให้สื่อสารเข้าใจง่าย และ ให้เกิดความน่าสนใจระหว่างการเรียน



ตัวอย่างภาพแสดงหน้าจอของสื่อการสอน
เรื่อง หลักการออกแบบแสงสว่างในการจัดนิทรรศการ

ชุดปุ่มควบคุมการทำงานหน้าจอ

แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ที่ทำหน้าที่ตามข้อกำหนด ดังนี้



ส่วนที่ 1 คือ ส่วนแถบด้านบนสุดของหน้าจอ ซึ่งเป็นแถบที่บอกเจ้าของชุดการเรียน (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) แถบบอกชื่อชุดการเรียน , แถบบอกจำนวนหน้า, แถบสีแสดงหัวข้อหน่วยการเรียน และวันเวลาที่กำลังเรียน

ส่วนที่ 2 คือ แถบปุ่มควบคุมด้านบน ซึ่งจะประกอบไปด้วย ปุ่มหน้าหลัก , ปุ่มแผนผัง, ปุ่มช่วยเหลือ, ปุ่มอภิธานศัพท์, และปุ่มผู้จัดทำ

ส่วนที่ 3 คือ แถบปุ่มควบคุมด้านล่าง ซึ่งจะประกอบไปด้วย ชุดควบคุมภาพเคลื่อนไหว ปุ่มพิมพ์ ปุ่มบันทึก ปุ่มย้อนกลับ ปุ่มหน้าถัดไปซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในหน้าถัดไป

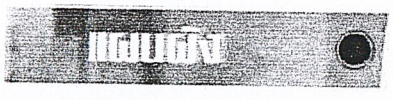
ส่วนที่ 4 คือ ส่วนแสดงเนื้อหาการเรียน

บทบาทและหน้าที่ของปุ่ม

ปุ่มหน้าหลัก

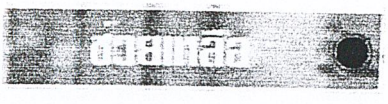
เมื่อกดปุ่มนี้ผู้เรียนจะกลับมายังหน้าที่แสดงเนื้อหาการเรียนทั้งหมด และสามารถกดเลือกบทเรียนที่สนใจอยากเรียนได้ทันที

ปุ่มแผนผัง



กดปุ่มนี้เพื่อดูว่า ขณะนี้ผู้เรียนอยู่ในหน่วยการเรียนใด ซึ่งในปุ่มนี้จะแสดงแผนผังภาพต้นไม้ และแสดงสัญลักษณ์ด้วยสี

ปุ่มช่วยเหลือ



กดปุ่มนี้เพื่อใช้ดูวิธีการใช้งานเกี่ยวกับโปรแกรม รวมทั้งบทบาทและหน้าที่ของปุ่มควบคุมต่างๆ

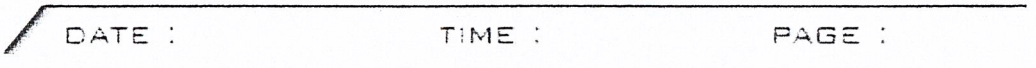
ปุ่มอภิธานศัพท์

กดปุ่มนี้เพื่อใช้ดูคำศัพท์ที่น่าสนใจเกี่ยวกับหลักสูตร เนื้อหา ซึ่งจะบอกความหมายรายละเอียดและคำอธิบาย

ปุ่มผู้จัดทำ

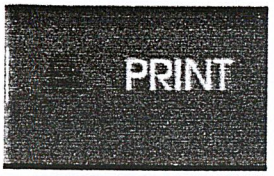
กดปุ่มนี้ เพื่อดูประวัติของผู้จัดทำชุดการเรียน

แถบบอกวันเดือนปี เวลาและเลขหน้า



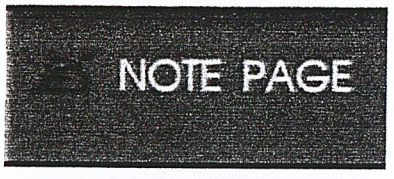
แถบบอกวันเดือนปี	ทำหน้าที่บอกวันเดือนปีที่ผู้เรียนกำลังเรียนอยู่
แถบบอกเวลา	ทำหน้าที่บอกเวลา ณ ขณะที่เรียน
แถบบอกเลขหน้า	ทำหน้าที่บอกผู้เรียนให้ทราบถึงความคืบหน้าในการเรียน เช่น 1/8 หมายความว่าผู้เรียนกำลังเรียนอยู่หน้าที่ 1 ของทั้งหมด 8 หน้า

ปุ่มพิมพ์



กดปุ่มนี้ เมื่อต้องการพิมพ์เอกสาร หรือข้อความหรือบทเรียนใดๆ ที่ต้องการซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องต่อกับเครื่องพิมพ์เอกสารด้วย

ปุ่มจดบันทึก



กดปุ่มนี้ เมื่อต้องการจดบันทึกบทเรียนที่ได้เรียนไป โดยที่โปรแกรมจะเรียกโปรแกรม Note pad ออกมาโดยอัตโนมัติ

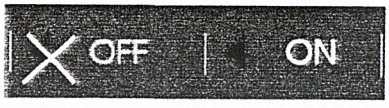
ปุ่มย้อนกลับ

กดปุ่มนี้เมื่อต้องการย้อนกลับไปดูยังหน้าที่ผ่านมา

ปุ่มหน้าถัดไป

กดปุ่มนี้ เมื่อต้องการดูหน้าถัดไปที่ละหน้า

ปุ่มควบคุมเสียง



กดปุ่มนี้ เมื่อผู้เรียนต้องการฟังเสียงบรรยาย ไม่ต้องอ่านเอง โดยกดปุ่มPlay และต้องการหยุดเสียงให้กดปุ่มStop

ปุ่มออก

กดปุ่มนี้เพื่อต้องการออกจากโปรแกรม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย สยาม เกตุสุวรรณ์

ที่อยู่ 60/19 หมู่ที่ 4 แขวง สายไหม กรุงเทพมหานคร. โทร. 0-1713-5641

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา	- โรงเรียนบ้านวังน้ำ จังหวัด กำแพงเพชร
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	- โรงเรียนวังแขนวิทยาคม จังหวัด กำแพงเพชร
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	- แผนกสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จังหวัด นครสวรรค์
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	- สาขาสถาปัตยกรรมภายใน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่
ระดับปริญญาตรี	- สาขาสถาปัตยกรรมภายใน ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร - ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพ