

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบระบบสัญญาณภาค” ในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการจากเอกสารต่าง ๆ ดังนี้

1. การออกแบบการเรียนการสอน
 - 1.1 กรอบแนวคิดและกระบวนการออกแบบการสอน
 - 1.2 หลักการออกแบบการเรียนการสอน
 - 1.3 ประโยชน์ของการออกแบบการสอน
 - 1.4 หลักเกณฑ์พื้นฐานสำหรับสื่อการสอนที่ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง
2. คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน
 - 2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.2 คุณลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.4 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี
 - 2.5 กระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ
3. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. ระบบสัญญาณสูง
5. การประยุกต์ระบบสัญญาณสูงในงานด้านต่าง ๆ
6. ขอบเขตประโยชน์ของระบบสัญญาณสูงที่ใช้ในอุปกรณ์วิจัยทางวิทยาศาสตร์
7. โปรแกรม Macromedia Flash MX

การออกแบบการสอน

กรอบแนวคิดและกระบวนการออกแบบการสอน

การออกแบบการสอน คือ การวางแผนการสอนอย่างมีระบบ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมาย จุดเริ่มต้นของการออกแบบการสอน จึงควรจะเป็นการคิดพิจารณาองค์ประกอบเบื้องต้นของระบบและพิจารณาสภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอน ดังนั้นการ

ออกแบบการเรียนการสอนจึงต้องพิจารณาเรื่องต่าง ๆ ด้วยการตอบคำถามสำคัญ 4 ประการ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2531, หน้า 12 - 13)

1. จะออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนี้ไว้เพื่อใคร (เป็นการพิจารณาคุณลักษณะของผู้เรียนหรือผู้เข้ารับการอบรม)
2. เราต้องการให้ผู้เรียนหรือผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนอะไรหรือมีความสามารถที่จะทำอะไรได้บ้าง (เป็นการกำหนด จุดมุ่งหมายการเรียน)
3. ผู้เรียนจะเรียนรู้เนื้อหาวิชาหรือทักษะต่าง ๆ ได้ดีที่สุดอย่างไร (เป็นการกำหนด วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน)
4. เราจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ (กระบวนการประเมิน)

หลักการออกแบบการเรียนการสอน

การออกแบบการเรียนการสอน หมายถึง การพัฒนาระบบการเรียนการสอนโดยจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายอย่าง คือ การกำหนดจุดประสงค์ การเลือกเนื้อหา การประเมินพฤติกรรมก่อนการเรียน การพิจารณายุทธศาสตร์การสอน การจัดกลุ่มผู้เรียน การจัดเวลาเรียน การจัดสถานที่เรียน การเลือกแหล่งวิทยาการ การประเมินผล และการวิเคราะห์ผล เพื่อปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องอาศัยหลักการและทฤษฎี โดยเน้นที่กระบวนการที่แก้ปัญหาของการสอน โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์สภาพการณ์ การเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จนบรรลุเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ และทำให้โครงการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะมีการวิเคราะห์ผู้เรียน เนื้อหาความรู้และสภาพแวดล้อม ทำให้เลือกกลยุทธ์การสอน สื่อการสอนได้เหมาะสมกับความต้องการในการเรียนรู้ ซึ่งกลยุทธ์การสอนอาจเป็นได้ตั้งแต่การเรียนการสอนแบบบรรยายไปจนถึงการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล โดยกรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 6) ได้กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ควรให้มีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเองตามกำลังความสามารถของแต่ละบุคคล ตามทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ควรจัดเตรียมการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและมีการใช้สื่อประสม
3. ควรมีการใช้สื่อเป็นตัวช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แทนการเรียนรู้จากครูผู้สอนโดยตรง
4. ควรมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ให้เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน โดยยึดกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการประกอบกิจกรรมร่วมกัน

5. ควรให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันที
6. ควรมีการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจในการเรียนรู้
7. ควรมีการเรียนรู้อย่างเป็นไปตามขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

ฉลอง ทับศรี (ม.ป.ป.) ก็ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้ได้ผลดีในลักษณะของเทคโนโลยีของการสอน (technology of Instruction) มีหลายลักษณะคือ

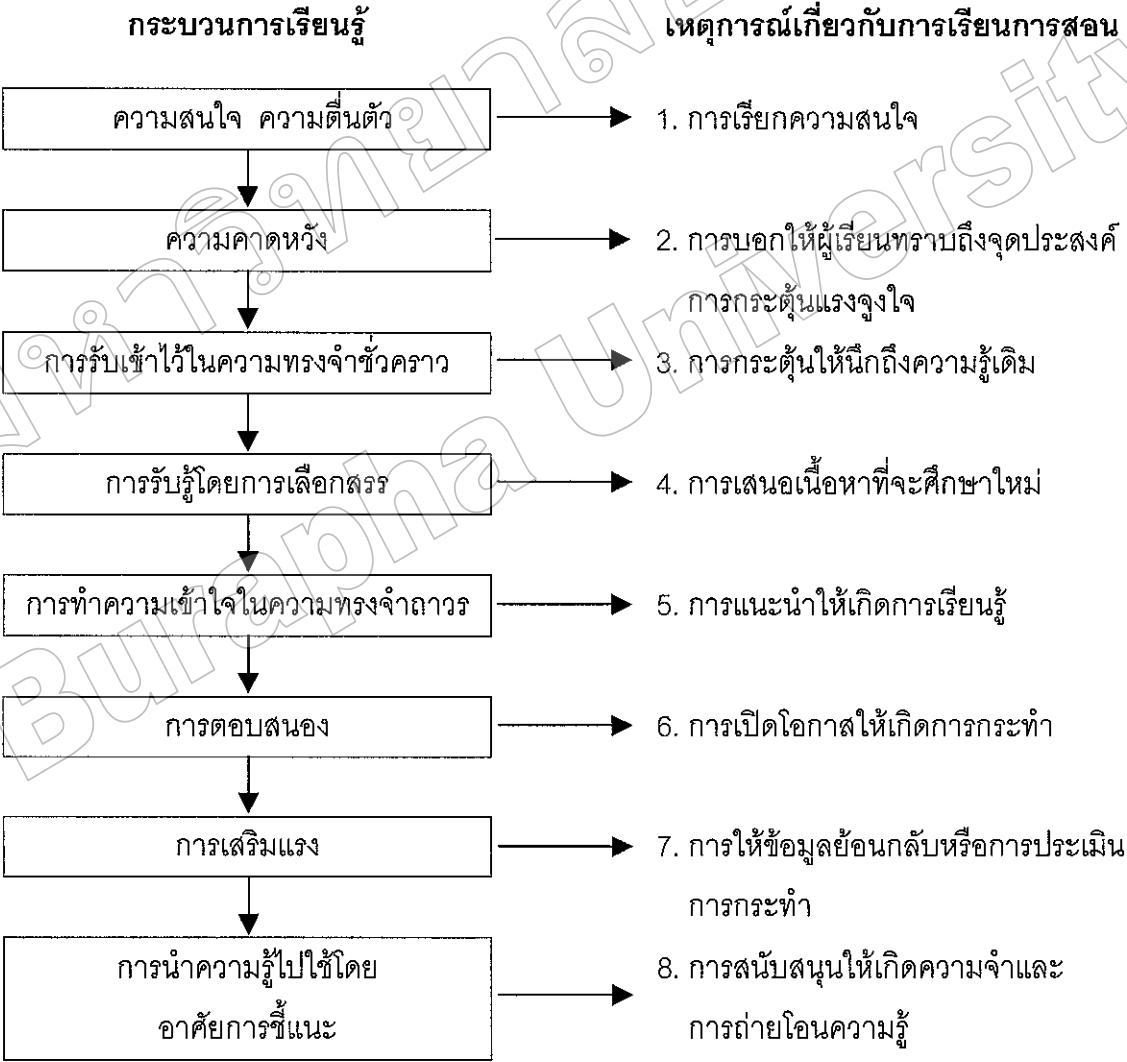
1. การมีส่วนร่วมโดยตรงและมีปฏิสัมพันธ์ (active participation and interaction) การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อเขาโดยตรงและได้ทำวัสดุการเรียนการสอนอย่างจริงจัง
2. หลักการฝึกปฏิบัติ (practice) การเรียนรู้สิ่งใหม่จะต้องได้รับสิ่งนั้นมากกว่า 1 ครั้ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับสิ่งนั้นมากกว่า 1 ครั้ง การได้ฝึกปฏิบัติจะทำให้สามารถจดจำได้นานขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ตลอดจนถึงขั้นการพัฒนาทักษะ
3. หลักความแตกต่างระหว่างบุคคล (individual differences) ผู้เรียนมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ การสอนที่ได้ผลดีจะต้องให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถและอัตราความเร็วในการเรียนของตนเอง
4. หลักการเสริมแรงหรือการใช้ข้อมูลย้อนกลับ (reinforcement or feedback) ผู้เรียนต้องการทราบว่าสิ่งที่ได้คิดได้ทำถูกต้องหรือไม่ การให้ข้อมูลป้อนกลับอาจทำได้โดยครูตรวจแบบฝึกหัด เครื่องมือบอก คอมพิวเตอร์เกมส์ หรืออื่น ๆ
5. เนื้อหาที่มีความเป็นจริง (realistic contexts) คนเราจะจำและใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียน จากเนื้อหา จากความเป็นจริง ชีวิตจริง ได้ดี

6. หลักการเรียนรู้ร่วมกัน (cooperative group) การเรียนรู้ด้วยการทำตามคนอื่นหรือการเรียนรู้โดยมีคนติหรือเรียนจากเพื่อน จะช่วยให้เรียนได้ดีและสร้างกิจกรรมการสอนที่ดี

สมพร จารุณัฐ (2535, หน้า 5) กล่าวว่า การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการของการเรียนรู้ การวิเคราะห์งานเพื่อการเรียนรู้ และหลักการของการเรียนการสอน และผู้ที่มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน จึงควรมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบสำคัญเหล่านี้ เพื่อจะได้สามารถนำความรู้ความเข้าใจดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในงานของตนให้เกิดประสิทธิผลอย่างมีประสิทธิภาพ โดย

กระบวนการของการเรียนรู้มีขั้นตอนสำคัญที่ผู้วางแผนการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น และเป็นหลักในการกำหนดเหตุการณ์หรือพฤติกรรมการเรียนการสอน ซึ่งถือเป็นสภาพการณ์ภายนอกได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพื่อช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ซึ่งถือเป็นกระบวนการภายในให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอนในแต่ละคราวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งสมพร จารุณี (2535, หน้า 6) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ในลักษณะการจัดสภาพการณ์ (condition) การเรียนการสอนของกาเย่ (Gagne, 1985) แล้วได้นำมาปรับให้เป็นแผนภูมิเพื่อแสดงให้เห็นกระบวนการของการเรียนรู้และเหตุการณ์เกี่ยวกับการเรียนการสอน ซึ่งผู้วางแผนการเรียนการสอนสามารถกำหนดให้สัมพันธ์กันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในสภาพการณ์หนึ่ง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงกระบวนการของการเรียนรู้และเหตุการณ์เกี่ยวกับการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนรู้สะท้อนให้เห็นรูปแบบหรือขั้นตอนของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตามลำดับรูปแบบของการเรียนรู้และความทรงจำมีความหมายบอกให้เราทราบถึงการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกันซึ่งสัมพันธ์กับกระบวนการที่ต่างกันไป การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในลำดับต้น ๆ ของทั้งกระบวนการคือ การรับรู้โดยการเลือกสรร ซึ่งรับรู้สิ่งที่ส่งมาจากประสาทสัมผัสไปยังส่วนของความทรงจำชั่วคราว ขั้นตอนต่อไปคือ การทำความเข้าใจเพื่อเก็บไว้ในความทรงจำถาวร รูปแบบและลำดับของการเรียนรู้ดังกล่าวนี้มีความหมายที่นำไปสู่การกำหนดเป็นพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใด ๆ ได้

ประโยชน์ของการออกแบบการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2531, หน้า 14) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการออกแบบการสอนไว้ดังนี้

1. ผู้บริหารหรือผู้จัดการโปรแกรมการศึกษาและการเรียนการสอน ย่อมต้องการความมั่นใจในประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเรียน โดยใช้งบประมาณประหยัดที่สุด
2. นักออกแบบการสอน ย่อมต้องการความมั่นใจว่า โปรแกรมที่ออกแบบไว้เป็นโปรแกรมที่น่าพอใจ ซึ่งตัวบ่งชี้ที่สำคัญในความพอใจก็คือผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาที่เหมาะสม
3. ครูผู้สอน ย่อมต้องการที่จะเห็นผู้เรียนได้รับความรู้ ความสามารถและอื่น ๆ ที่จำเป็น รวมทั้งต้องการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน
4. ผู้เรียน ต้องการความสำเร็จในการเรียน ได้รับประสบการณ์การเรียนด้วยความสนุกสนานและพอใจ

หลักเกณฑ์พื้นฐานสำหรับสื่อการสอนที่ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง

วิธีการศึกษาด้วยตนเองเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเสนอความคิดรวบยอดและนิยามต่าง ๆ สิ่งสำคัญอยู่ที่ว่าผู้สร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทนี้จะต้องนำส่วนดีของหลักการพื้นฐานของการศึกษาด้วยตนเองมาใช้ให้เต็มที่ มิฉะนั้นหน่วยการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นอาจจะไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพที่น่าพอใจ หน่วยการเรียนการสอนด้วยตนเองคือลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้แล้ว ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาไปทีละขั้นตามลำดับตามแต่จะไปได้ช้าหรือเร็วเพียงไร โดยครูผู้สอนจะไม่เข้ามาเกี่ยวข้องโดยตรง

หน่วยการเรียนประเภทศึกษาด้วยตนเองสามารถนำไปผลิตซ้ำได้และนำไปใช้กับนักเรียนต่าง ๆ ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในที่ใดและเวลาใดได้ตามความสะดวก ช่วยให้ครูผู้สอนไม่ต้องเสนอเนื้อหาซ้ำแล้วซ้ำอีก นอกจากนี้ยังสามารถสอนสิ่งเดียวกันให้แก่นักเรียนครั้งแล้ว

ครั้งเล่าได้อย่างน่าเชื่อถือ (Buckwalter, Holloway, Kent, 1974, อ้างถึงใน สมพร จารุณัฐ, 2540, หน้า 110 - 120)

หลักการที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ บัควอลเทอร์, ฮอลโลเวย์และเคนท (Buckwalter, Holloway and Kent) ได้มาจากการศึกษางานเขียนอื่น ๆ และจากประสบการณ์ของพวกเขาเอง โดยพวกเขาได้กล่าวถึงการกำหนดระดับความสามารถก่อนเรียนจะต้องระบุให้ชัดเจนว่านักเรียนจะต้องมีความสามารถระดับใด ควรจะเป็นใครหรือมีคุณสมบัติอย่างไรก็ได้ หรือระบุเป็นพฤติกรรมว่านักเรียนควรมีทักษะความรู้และเจตคติในเรื่องใดมาก่อน

1. การกำหนดจุดประสงค์

การอธิบายเป้าหมายของการศึกษาในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลักการของสื่อการเรียนแบบศึกษาด้วยตนเอง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมคือประโยคหรือข้อความซึ่งกล่าวถึงสิ่งทีนักเรียนจะสามารถทำได้เมื่อจบการเรียนครั้งหนึ่ง ๆ สภาพการณ์ที่นักเรียนจะต้องทำถึงนั้น และระดับคุณภาพของพฤติกรรมนั้น โดยทั่วไปเราจัดกลุ่มจุดประสงค์ออกได้เป็น 3 ประเภทคือ พุทธิพิสัย (กระบวนการเกี่ยวกับการใช้ความคิด) จิตพิสัย (เจตคติ ค่านิยม ความรู้สึก) และทักษะพิสัย (ความชำนาญที่เกิดจากการใช้อวัยวะของร่างกาย)

การกำหนดจุดประสงค์ย่อมมีความยากง่ายแตกต่างกันไป เป้าหมายทางการศึกษาไม่ว่าจะเป็นพุทธิพิสัยและจิตพิสัยก็สามารถกำหนดให้เป็นพฤติกรรมได้ เป็นการดีอย่างยิ่งที่เรา กำหนดจุดประสงค์ให้เป็นพฤติกรรมของนักเรียนที่จะสามารถวัดได้ การกำหนดนี้อาจจะทำได้ยาก แต่ยิ่งจุดประสงค์มีลักษณะจำเพาะเจาะจงมากเท่าไร ก็ยิ่งง่ายต่อการออกแบบและประเมินสื่อการเรียนการสอนมากขึ้นเท่านั้น

2. การเรียนแบบรอบรู้ (mastery learning)

การเรียนแบบรอบรู้คือการศึกษที่ออกแบบให้นักเรียนทุกคนจะต้องประสบผลสำเร็จในระดับสูง การยอมรับวิธีการเรียนแบบรอบรู้จำเป็นจะต้องใช้การวัดความสำเร็จของนักเรียนแบบอิงเกณฑ์มากกว่าแบบอิงกลุ่ม การที่นักเรียนสามารถเรียนตามอัตราซ้ำเร็วของตนเอง ซึ่งเป็นลักษณะส่วนหนึ่งของกาเรียนการสอนด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้เวลาเท่าที่จำเป็นในการบรรลุจุดประสงค์ต่าง ๆ การตอบสนองจากนักเรียนด้วยความกระตือรือร้นในแต่ละขั้นตอนตามลำดับของการเรียนเป็นเครื่องรับประกันว่านักเรียนได้บรรลุผลสำเร็จของการเรียนแบบรอบรู้ในแต่ละขั้นก่อนจะเรียนในขั้นต่อไป

3. การประเมินผลโดยการสังเกตหรือทดลอง

การประเมินผลด้วยการทดลองในระหว่างการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้มีความสำคัญสำหรับการออกแบบและการใช้หน่วยการเรียนรู้ที่หวังผลสำเร็จขั้นสูงสุด ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาสามารถประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ได้ด้วยการตรวจสอบอย่างง่าย ๆ ในทางตรงกันข้าม การวัดความมีประสิทธิภาพทางการสอน การยอมรับจากนักเรียน และช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาหน่วยการเรียนรู้สามารถทำได้โดยการทดสอบแบบทดลอง

การประเมินผลสื่อการเรียนประเภทศึกษาด้วยตนเองจะเป็นการทดสอบขณะออกแบบและสร้าง แล้วจึงปรับปรุงแล้วนำไปทดสอบอีกจนแน่ใจว่ามีประสิทธิภาพ ถ้านักเรียนหลาย ๆ คนศึกษาหน่วยการเรียนรู้เมื่อตอนยกครั้งแรกแล้วมีการอภิปรายกันระหว่างนักเรียนและผู้ออกก็จะช่วยได้มาก นักเรียนมักจะบอกได้ว่ามีอะไรที่ไม่ชัดเจน ซึ่งอาจจะจับไม่ได้จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนแต่อย่างเดียว

ผลจากการทดสอบ การตอบสนองจากนักเรียนแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ และการตอบสนองทางเจตคติต่อหน่วยการเรียนรู้ จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อชี้ว่าจุดประสงค์ข้อใดที่ไม่บรรลุผลและส่วนใดของหน่วยการเรียนรู้ก่อให้เกิดปัญหา

ความถูกต้องในด้านเนื้อหาและผลจากการทดลองกับกลุ่มนักเรียนที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญมาก แต่ก็มิได้เป็นเครื่องรับประกันว่าหน่วยการเรียนรู้นั้นเป็นวิธีการสอนที่ดีที่สุด การวัดผลเหล่านี้ไม่สามารถตัดสินว่าจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ได้อาศัยการวิเคราะห์งานที่เหมาะสมเพียงพอหรือไม่ ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง

4. อัตราเร็วของนักเรียน

นักเรียนศึกษาหน่วยการเรียนรู้ในอัตราเร็วที่ขึ้นอยู่กับความถนัดและความสนใจ อาจจะใช้เวลามากกับความคิดรวบยอดที่เห็นว่ายากและใช้เวลาน้อยกับความคิดรวบยอดอื่น ๆ

5. ขนาดของขั้นตอนที่เหมาะสม

คือเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องศึกษาในช่วงหนึ่ง ขนาดของขั้นตอนอาจจะมีผลต่อความสำเร็จของหน่วยการเรียนรู้อย่างมาก แต่ละขั้นตอนจะมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนซึ่งนักเรียนจะต้องรู้รอบความสามารถและความรู้ของนักเรียนและความซับซ้อนของเนื้อหาจะเป็นตัวกำหนดขนาดของขั้นตอน โดยทั่วไปความผิดพลาดของนักเรียนที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ จะช่วยบอกให้รู้ว่าขั้นตอนเหล่านั้นมีขนาดใหญ่เกินไป ขั้นตอนที่เล็กเกินไปสังเกตได้ยากกว่า

6. การเรียงลำดับอย่างมีระบบ

การจัดการเรียนให้เป็นไปอย่างมีลำดับตามเหตุผลจะได้ผลดีกว่าการจัดการลำดับที่ไม่มีหลักเกณฑ์ แต่ก็ไม่มีระบบที่ชัดเจนเกี่ยวกับการจัดขั้นตอนการเรียนที่พิสูจน์ว่าจะให้ผลดีที่สุด โดยทั่วไปแบบของการจัดลำดับที่จะก่อให้เกิดผลดีที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหาที่จะเรียน เราสามารถจัดขั้นตอนการเรียนในลักษณะที่ให้นักเรียนศึกษาการกระทำหรือเหตุการณ์ซึ่งเกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องกันตามลำดับ การจัดลำดับแบบนี้ก็คือการพัฒนาหลักการทั่วไปขึ้นก่อน แล้วจึงศึกษาตัวอย่าง (นิรนัย) หรือศึกษาตัวอย่างก่อนจะนำไปสู่หลักการทั่วไป (อุปนัย) การจัดลำดับซึ่งให้หลักการแล้วตามตัวอย่างช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วและจดจำสิ่งที่เรียนได้มากกว่าวิธีให้ตัวอย่างแล้วจึงตามด้วยหลักการ

7. จุดประสงค์ช่วยกำหนดเนื้อหา

มีหนังสือน้อยมากที่สร้างขึ้นเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่เฉพาะเจาะจงหรือเพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพของการสอน หนังสือส่วนมากเขียนขึ้นเพื่อใช้อ้างอิงและเพื่อเป็นสื่อการเรียนเบื้องต้น หนังสือจึงมักจะมีเนื้อหาสาระมากกว่าที่คาดหวังจะให้นักเรียนเรียน นักเรียนที่สามารถจะพยายามเลือกศึกษาเนื้อหาที่จะเป็นประโยชน์มากที่สุด และเนื้อหาส่วนอื่นๆ ก็เพียงแต่อ่านผ่านๆ การเรียนรู้ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับการเดาของนักเรียนว่าส่วนไหนสำคัญ ในทางกลับกัน หน่วยการเรียนประเภทศึกษาด้วยตนเองที่ออกแบบอย่างดีจะประกอบด้วยการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนที่มีระบบ และประกอบด้วยเนื้อหาที่จำเป็นต่อการบรรลุจุดประสงค์

8. การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น

การเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพและน่าสนใจยิ่งขึ้นเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นขณะที่เรียน พวกเขาควรถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เขาอ่าน จดจำความคิดรวบยอดที่สำคัญและนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาหรือฝึกฝนทักษะ

การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทำได้สองลักษณะ คืออย่างเปิดเผยที่สังเกตได้ (การตอบคำถามออกมาให้เห็น) และอย่างไม่เปิดเผย (การคิดถึงคำตอบอยู่ในใจ) เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด คำตอบที่ต้องการจากนักเรียนจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาที่สอน และจะต้องให้นักเรียนสร้างคำตอบขึ้นมาแทนที่จะลอกมา

9. ข้อมูลย้อนกลับทันที

ข้อมูลย้อนกลับช่วยให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนที่ออกแบบให้นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับหลังจากเขาได้ตอบคำถามแล้ว ข้อมูลย้อนกลับแบบนี้

ไม่ใช่ว่าจะมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนแบบสำเร็จรูปเท่านั้น แต่เกื้อกูลการเรียนรู้ในการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ ด้วย

ข้อมูลย้อนกลับที่ซับซ้อนอาจประกอบด้วยคำอธิบายว่าเหตุไรคำตอบของนักเรียนจึงถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้องก็มีการชี้แนะให้ไปศึกษาเนื้อหาที่ช่วยซ่อมเสริมความเข้าใจให้ถูกต้องขึ้น

คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction : CAI) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนรู้ในรูปของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน (ชินธุสา ขานนท์, 2532, อ้างถึงใน วิรัช คารวะพิทยากุล, และคณะ, 2537, หน้า 4)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer - Assisted หรือ - Aided Instruction) หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด (ถนอมพร เลขาจรรัสแสง, 2541)

สมาคมเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา (Association for Education Communications and Technology หรือ AECT) กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลายประการ คือ (AECT, 1977 อ้างถึงใน ศิริพร หัตถา, 2539, หน้า 10)

ประการแรก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือเทคนิคการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของการมีปฏิสัมพันธ์แบบสองทาง (two way interaction) ระหว่างผู้เรียนและคอมพิวเตอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน

ประการที่สอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เทคนิคการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์สอนผู้เรียน โดยทำการบรรจบทเรียนเพื่อเสนอสาระ แนะนำการควบคุมและการทดสอบผู้เรียนลงในคอมพิวเตอร์

ประการที่สาม คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เทคนิคการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์

1. ในการควบคุมการนำเสนอสิ่งเร้าต่อนักเรียน
2. เพื่อที่จะรับรู้และประเมินการตอบสนองของผู้เรียน
3. เน้นที่การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

ประการที่สี่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เทคนิคการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคล โดยยึดหลักการตอบสนองของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ ในการออกแบบบทเรียน เช่น การแก้ปัญหาหรือการสร้างสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

ยีน ญวรวรรณ (2531) ได้ให้ความหมาย คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน โดย นิพนธ์ ศุขปรีดี (2531) ได้กล่าวถึงข้อดีเพิ่มเติมว่าคอมพิวเตอร์สามารถซ่อนคำตอบของกิจกรรมไว้ในหน่วยความจำได้ จึงช่วยลดปัญหาการแอบดูคำตอบก่อนลงมือตอบคำถาม และการข้ามขั้นตอนในกระบวนการเรียนรู้ ส่วนสุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความหมายอยู่ในตัวนั่นคือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอน มิได้หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด อาจมีเนื้อหาบางส่วนที่ครูสอนและบางส่วนให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ หรือครูสอนเนื้อหาทั้งหมดส่วนการทบทวนและการทดสอบความรู้ปล่อยให้เป็นที่คอมพิวเตอร์หรือครูสอนเนื้อหาแล้วถ้าผู้เรียนที่เรียนตามไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ในลักษณะการสอนเสริม ซึ่งวิธีการเหล่านี้ย่อมอยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยสรุปแล้ว ถึงแม้นักวิชาการอีกหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายและให้คำจำกัดความคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ก็มีนัยที่ใกล้เคียงหรือคล้ายกันเป็นส่วนใหญ่ จึงสามารถสรุปโดยรวมได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอน โดยยึดหลักปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีครูเป็นผู้ออกแบบโปรแกรม หรือจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ เพื่อให้ได้แก่นักเรียนได้ปฏิบัติในรูปของการเสนอเนื้อหา การทบทวน การทำแบบฝึกหัด และประเมินผลการเรียนการสอน

คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, หน้า 8 - 10) ได้อธิบายถึงคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการ

1. สารสนเทศ (information)

สารสนเทศ (information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดีซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (individualization)

การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลคือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สถิติปัญญา ความสนใจพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป (individualization) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด และจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนได้

3. การโต้ตอบ (interaction)

การโต้ตอบ (interaction) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback)

ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (skinner) แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็น การเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนได้

ลักษณะของการให้ผลป้อนกลับนี้เป็นสิ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างไปจากมัลติมีเดีย-ซีดีรอมส่วนใหญ่ซึ่งได้มีการรวบรวมและนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ ฯลฯ แต่มัลติมีเดียซีดีรอมไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของผู้ใช้แต่อย่างใด

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, หน้า 11 - 12) ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหา ในบทเรียนนั้น ๆ ได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมากโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (simulation) และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (problem-solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลในการตัดสินใจนั้น ๆ

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่งเนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีคือการที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็ว

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายชนิด ถ้าแบ่งตามชนิดของการออกแบบบทเรียนและผลลัพธ์ที่ผู้สอนต้องการให้เกิดสามารถแบ่งได้ดังนี้ คือ (กิดานันท์ มลิทองและคณะ, 2536, อ้างถึงใน สุรพล บุตรศรีดวง, 2539, หน้า 10 - 13)

1. คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัด (drill and practices) เป็นบทเรียนในการฝึกหัด เป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้ว

เข้าเล่าเมื่อผู้เรียนตอบแล้ว มีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อม กับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหานั้นจนเป็น ที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรอบยอบ และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อน แล้ว จึงสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาก็ได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้สามารถใช้ได้ในหลาย สาขาวิชา ทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์และ การแปลภาษา เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน (tutorial) เป็นบทเรียนทำหน้าที่คล้ายครูช่วยสอนความรู้ ใหม่แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีจุดมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาให้ความรู้ใหม่ เนื้อหามีลักษณะอธิบาย กฎเกณฑ์ หลักการ คำจำกัดความ ข้อเท็จจริง ในรูปแบบของเรื่องราว ข้อความ ภาพ เสียง หรือ ทุกแบบรวมกัน ในระหว่างการเรียนจะมีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้ใช้นบทเรียนเพื่อซักถาม ความเข้าใจ หรือเพื่อเสนอแนะแนวทางการศึกษาในขั้นต่อไป ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้ มีลักษณะละเอียดและซับซ้อนมากกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ อื่น ๆ บทเรียนในการสอนแบบนี้สามารถใช้สอนได้ทุกสาขาวิชานับแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึง วิทยาศาสตร์

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชนิด tutorial นี้มี 2 รูปแบบ คือชนิดแสดงคำอธิบายต่อเนื่อง เรียกว่า linear tutorial กับอีกรูปแบบหนึ่งคือชนิดสามารถเลือกคำอธิบายต่าง ๆ มาแสดงได้หรือให้ นักเรียนเลือกบทเรียนต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ เราเรียกบทเรียนคอมพิวเตอร์ชนิดนี้ว่า branching tutorial

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม (game) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนเป็นที่นิยม เกมมีลักษณะเด่นคือ มีความท้าทาย เชิญชวน สนุกสนาน ยุทธศาสตร์ของบทเรียนประเภทนี้อยู่ที่ การสร้างแรงจูงใจมาใช้เป็นเงื่อนไขหรือสถานการณ์ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ มีการกำหนด กฎเกณฑ์ มีผู้ชนะและผู้แพ้ในเกม ผู้เรียนจะได้รับความรู้ พัฒนาทักษะ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และปัญหาทั้งหมด นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้แบบของบทเรียน คล้ายกับ บทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันที่การเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขัน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง (simulation) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะ เสนอสถานการณ์การเรียนรู้ ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะของความเป็นจริง ผู้เรียนต้องเรียนรู้ในการ ตัดสินใจและการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์คล้ายเหตุการณ์จริง บทเรียนนี้มีประโยชน์ในการสร้าง ประสบการณ์ซึ่งประหยัดและปลอดภัยในการฝึกทักษะ เพราะบางที่ประสบการณ์จริงอาจเสี่ยง

เกินไปหรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีการขับเคลื่อน เป็นต้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

4.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (task performance simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ เป็นต้น

4.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (system modeling simulation) เช่น จำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ในนครหลวงดูว่าจะมีปัญหอย่างไรหรือไม่ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริง ๆ

4.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (experience) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่าง หรือตัดสินใจบางเรื่อง การทำจริง ๆ อาจจะไม่เกิดขึ้น แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของตนเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ว่าจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้างและรู้ว่าจะมีความรู้สึกความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างไร

5. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาธิต (demonstration) บทเรียนชนิดนี้เหมาะกับการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีการสาธิต ทดลอง หรือการแก้ปัญหา การแสดงการสาธิต เหมาะที่จะใช้คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ทางด้านกราฟิก และสีซึ่งช่วยให้สะดวกแก่ผู้สอนและลดความยุ่งยากเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์สื่อทัศนอื่น ๆ ได้มาก

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบประเมินผล (test) บทเรียนจะช่วยให้ครูมีความสะดวกมากขึ้นในการออกแบบข้อสอบและการคิดคะแนน บางครั้งอาจใช้การเสนอปัญหาโดยประเมินผลสัมฤทธิ์ในการศึกษาด้าน ความรู้ (knowledge) ทักษะ (skill) เจตคติ (attitude) ซึ่งมีระบบการให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนนที่ทำให้และอาจมีการให้คำแนะนำ ติ ชม หรือชี้แจงจุดบกพร่องของผู้เรียน

7. คอมพิวเตอร์แบบกระบวนการแก้ปัญหา (solving) เน้นกระบวนการ (process) คิดแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนต้องใช้กฎเกณฑ์มาวิเคราะห์ปัญหาที่ได้รับรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อจำเป็นจนแก้ไขปัญหาลงมือได้สำเร็จ

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสนทนา (dialogue) เป็นการเรียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน มีการสอนด้วยการตั้งคำถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามถึงสารเคมีหลายชนิด ผู้เรียนอาจได้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบหรือบทเรียน สำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมุติสภาพของคนไข้ ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ก็ได้

9. คอมพิวเตอร์แบบไต่ถาม (inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอดหรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัสหรือตัวย่อของข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขของผู้เรียนนี้ จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูลซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนได้ตามต้องการ

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถใช้กับการเรียนการสอนลักษณะอื่น ๆ เช่น บทเรียน ICAI (Intelligent Computer-Assisted Instruction) บทเรียนนี้จะรวมโปรแกรมการเรียนการสอนสองส่วนไว้ด้วยกัน โปรแกรมส่วนแรกเป็นรูปแบบของผู้เรียน โดยจะรับข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียนและวิเคราะห์ความรู้ความสามารถเพื่อกำหนดบทเรียนในเรื่องที่ต้องการให้เหมาะสมกับผู้เรียน และค่อย ๆ ให้บทเรียนที่ยากขึ้นตามลำดับความสามารถโปรแกรม ส่วนที่สองเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นโปรแกรมการเรียนการสอนที่เก็บข้อมูลความรู้ในลักษณะฐานความรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างถูกต้องตามความต้องการ

ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

ฉลอง ทับศรี (2536, หน้า 2 - 5) ได้สรุปลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี เพื่อให้พิจารณาคุณภาพของโปรแกรมและเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. ตั้งอยู่บนจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องมีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่ชัดเจน

2. ต้องเข้ากันได้ดีกับลักษณะของผู้เรียน ปกติคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นต้องสร้างขึ้นสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง ดังนั้น สิ่งที่น่าพิจารณา คือ จะต้องทราบความรู้พื้นฐาน ระดับของผู้ที่จะเรียนอย่างแท้จริง

3. มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและเครื่อง (interaction) ให้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผู้เรียนติดตามเนื้อหาตลอดเวลา

4. ควรเป็นลักษณะให้การศึกษาเป็นรายบุคคล (individualized) เนื่องจากผู้เรียนมีความสนใจ อัตราความเร็วในการเรียนหรือความถนัดในการเรียนแตกต่างกัน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสามารถ ความสนใจของตนเอง

5. สามารถกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

6. จะต้องโต้ตอบกับผู้เรียนในลักษณะของการสร้างสรรค์ (approaches the learner positively) การโต้ตอบควรเป็นลักษณะของการติวรายบุคคลหลีกเลี่ยงการลงโทษ

7. ควรเลือกใช้ การป้อนกลับ (feedback) หลาย ๆ ลักษณะเด็กเล็กจะชอบและต้องการ การป้อนกลับลักษณะบอก (positive feedback) ซึ่งจะเป็นลักษณะการบอกผู้เรียนว่าตนฝึกได้ดีเพียงใด แต่สำหรับผู้เรียนระดับโตจะไม่ต้องการ feedback ลักษณะนี้

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ต้องสามารถประเมินผลการเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึง

8.1 การตั้งคำถามให้ตรงกับจุดมุ่งหมายการเรียนการสอน

8.2 หลีกเลี่ยงการใช้คำตอบคลุมเครือหรือเข้าใจยากและคำศัพท์ที่ใช้ในคำถามควรจะเป็นคำที่นักเรียนเรียนรู้มาจากเนื้อหา นอกจากคำถามประเภทการนำไปใช้ที่อาจจะต้องกำหนดสถานการณ์ขึ้นใหม่

8.3 พิจารณาคำตอบอย่างถ้วนทั่ว เนื่องจากคอมพิวเตอร์จะยอมรับคำตอบที่เรากำหนดไว้ให้เท่านั้น

8.4 ต้องพยายามตรวจสอบให้ได้ว่า การที่ผู้เรียนไม่ตอบคำถามนั้นเกิดจากความไม่รู้หรือไม่ต้องการตอบของผู้เรียนโดยแท้จริง เพราะในบางกรณีผู้เรียนอาจจะรู้คำตอบแต่ไม่รู้วิธีการตอบก็ได้ ดังนั้น วิธีการตอบคำถามต้องทำได้ง่ายที่สุดจึงจะดี

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องสามารถใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม เช่น การนำคุณสมบัติด้านกราฟิก ด้านเสียง สี และคุณสมบัติด้านการนำเสนอเนื้อหา เป็นต้น

10. ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการออกแบบการเรียนการสอน (based on principles of instructional design)

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) ได้กล่าวถึงลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่ดี

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้

2. ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น (motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ว่า "learning is fun." ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก

ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างมากในวงการศึกษาก็เพราะมีคุณสมบัติและลักษณะพิเศษที่สามารถเอื้ออำนวยในการเรียนการสอนและการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เช่นเดียวกับสื่อประเภทอื่น ๆ ที่มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้เพื่อการเรียนรู้ (แสงระวี เชาว์ปรีชา, 2528, จารินทร์ รัตมีพรหม, 2531, กิดานันท์ มลิทอง, 2536, อ้างถึงใน ศิริพร หัตถา, 2539, หน้า 13 - 14) ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

2. จอภาพของคอมพิวเตอร์สามารถเป็นตัวกระตุ้น (motivator) ต่อผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะจอภาพสี หรือจอภาพขาว - ดำ ก็สามารถสร้างโปรแกรมที่น่าสนใจได้ เช่น การควบคุมจอภาพเพื่อแสดงตัวอักษร เพื่อฝึกทักษะการเรียนรู้ศัพท์ใหม่ ความเร็วในการอ่าน เป็นต้น และยังสามารทำให้มีเสียงดนตรี สีสัน การฝึกเคลื่อนไหวซึ่งทำให้อุณหภูมิของจริงและน่าเฝ้าใ้ให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมต่าง ๆ

3. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำไปใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคล ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนได้โดยลำพังและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

4. สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ เสมือนเป็นครูผู้สอนทบทวนในห้องเรียน คือ สามารถให้ความสนใจกับผู้เรียนรายบุคคล ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับ (feedback) ในการเรียนทันทีที่ตอบคำถาม

5. สามารถเป็นเพื่อนเล่นเกมฝึกทักษะการเรียนรู้ได้ ดังนั้นผู้เรียนสามารถฝึกทักษะทางการเขียนการอ่านจากเกมคอมพิวเตอร์ได้

6. สามารถสนองความต้องการของผู้เรียนในการเรียนการสอนแบบเอกัตภาพได้ดี คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดภาวะเฉพาะส่วนตัว (privacy) ในการฝึกโดยปราศจากความหวาดเกรงต่อการเสียหน้าเมื่อผิดในชั้นเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ทักษะพื้นฐานไปตามลำพัง ตามความรู้

178325

๑
๗๗.๓๔๔
๐ ๘๔๕๐
๐

ความสามารถ ความเร็ว – เข้าในการเรียนของแต่ละคน คอมพิวเตอร์สามารถให้การเรียนการสอนได้ตลอดเวลาและในจุดที่เข้าหากโดยไม่มีเงื่อนไขและไม่มีวันหยุด

7. เป็นผู้ช่วยผู้สอนในการตรวจแบบฝึกหัด บันทึกคะแนนของทักษะพื้นฐานเพื่อให้ผู้สอนได้มีโอกาสเตรียมกิจกรรมการสื่อความหมาย (communication activities) ในชั้นเรียนต่อไป เช่น สถานการณ์จำลองหรือการแสดงอื่น ๆ

กระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม

1. คุณลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม (ฉลอง ทับศรี, 2537, อ้างถึงใน วรรณญาชอุทธิ, 2544, หน้า 33)

1.1 เป็นโปรแกรมเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมที่พัฒนาในระบบมัลติมีเดียคือ มีภาพ เสียง เพลงประกอบ

1.2 เสนอเนื้อหาในลักษณะเมนูหลักและเมนูย่อย

1.3 การมีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะย้อนกลับไปดูเนื้อหาใหม่

1.4 ผู้เรียนสามารถเลือกได้ว่าจะเรียนเนื้อหาใดก่อน - หลัง

1.5 ผู้เรียนสามารถออกจากเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่ได้ทันทีที่ต้องการ

1.6 มีการบอกระดับคะแนน

1.7 มีการตัดสินใจ ผ่าน - ไม่ผ่าน

2. การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม โดยแบ่งออกดังนี้คือ

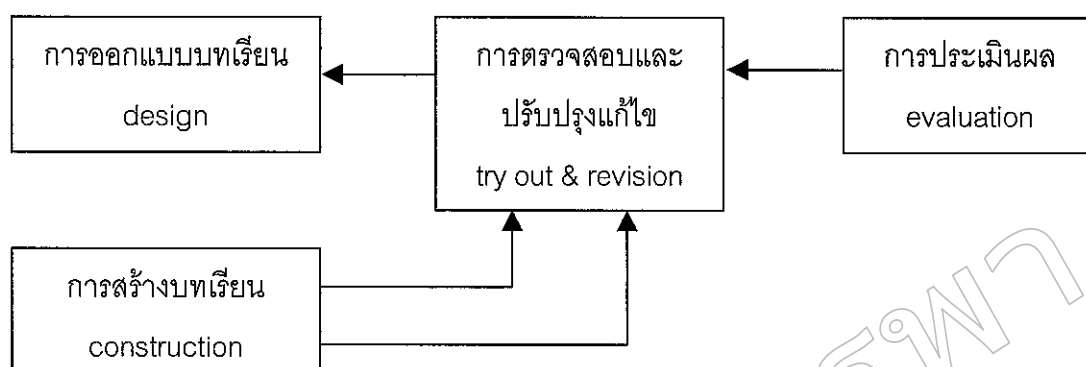
2.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม ประกอบด้วยกำหนัดวัตถุประสงค์ การวิเคราะห์ผู้เรียน การวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน การออกแบบการนำเสนอบทเรียน การออกแบบแบบสอบถาม

2.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนโปรแกรม

2.3 การตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม ทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข จัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม

2.4 การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม ประกอบด้วยการหาประสิทธิภาพของบทเรียนและการประเมินตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม

จากการกำหนัดขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพที่ 2 ระบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียน การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทสอนเนื้อหา (tutorial) มีองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ คือ (พิพิธ สิริศักดิ์, 2535, อ้างถึงใน กัลยา ใจบรรจง, 2540, หน้า 20 - 21)

1. การเสนอเนื้อหา
2. การตอบสนองของผู้เรียน
3. การให้ข้อมูลย้อนกลับ
4. การควบคุมบทเรียน

การเสนอเนื้อหา เป็นการแสดงข้อมูลหรือเนื้อหาบนจอภาพเพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ การออกแบบข้อมูลบนจอภาพ จึงต้องอาศัยหลักการรับรู้ การสื่อสารและองค์ประกอบทางศิลปะ เข้ามาใช้ เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย จำได้นานและน่าสนใจ ได้แก่ ข้อความ ภาพ และเสียงประกอบ การตอบสนองของผู้เรียน เป็นการแสดงออกของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน หรือให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยผู้ที่พัฒนาบทเรียนเป็นผู้กำหนดขึ้นให้เหมาะสม การออกแบบการตอบสนองจึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคลเกี่ยวกับ วัย เพศ วุฒิภาวะ ระดับความสามารถ เป็นต้น

การให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการแจ้งผลการตอบสนองของผู้เรียน ในการใช้บทเรียนว่า ตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ อันเป็นผลให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพียงใด และเพื่อเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน ถ้าการตอบสนองนั้นถูกต้อง แต่ถ้าการตอบสนองผิดก็ให้คำชี้แจง

และแสดงผลให้เข้าใจอย่างถูกต้อง จึงเป็นการนำเอาทฤษฎีของการเรียนรู้เข้ามาใช้นั่นเอง ผู้พัฒนาจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและลักษณะของเนื้อหาวิชาด้วย

การควบคุมบทเรียน เป็นการติดตามผู้เรียนในระหว่างใช้บทเรียนและให้โอกาสผู้เรียน ในการเลือกวิธีการเรียนรู้ของตนเอง เช่น บทเรียนอาจจะควบคุมให้ผู้เรียนเรียนไปตามลำดับ ขั้นตอน จนกว่าจะจบบทเรียนแล้วจึงออกจากโปรแกรมได้ หรือบทเรียนอาจจะยอมให้ผู้เรียน เลิกเรียนในขณะที่กำลังใช้บทเรียนอยู่ก็ได้

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จำเป็นต้องอาศัยแนวคิดและบุคลากร จากหลายฝ่ายในการพัฒนาทั้งทางด้านการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้โดยพื้นฐานแล้ว การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 2 ลักษณะคือ (พิทักษ์ ศีลรัตน์, 2531 อ้างถึงใน วิรัช คารวะพิทยากุล, และคณะ, 2537, หน้า 9 - 10)

1. authoring language คือการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมว่า "authoring language" แต่ถ้าจะเขียนโดยภาษาคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป (programming language) ก็ได้แต่คงไม่เหมาะสมและใช้เวลามาก เปรียบเหมือนกับการเขียนโปรแกรมงานธุรกิจเรานิยมที่จะ เขียนด้วย COBOL มากกว่า FORTRAN ตัวอย่างของ authoring language ที่รู้จักคือ PILOT (programmed inquiry learning or teaching) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ซึ่งออกแบบสำหรับเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ

2. authoring system เป็นการแยกโปรแกรมควบคุมและบทเรียนให้เป็นอิสระจากกัน ทำให้ผู้ที่ต้องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ต้องกังวลกับเรื่องการเขียนโปรแกรม authoring system เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป (package) ซึ่งมีหน้าที่สร้างบทเรียน (creator) และ แสดงผลบทเรียน (executor) ส่วนบทเรียน (lessonware) ผู้สร้างจะต้องเป็นคนกำหนดการทำงาน เปรียบเหมือนการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเฉพาะงาน ที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อ ทำงานในเรื่องที่ต้องการ authoring system โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ดังกล่าว

ระบบสุญญากาศสูง

ในปี พ.ศ. 2187 เอวันเยลิสดา ตอริเซลลี (E.Torricelli) ผู้เป็นสานุศิษย์คนโปรดของ กาลิเลโอ ได้ทำสุญญากาศขึ้นเป็นครั้งแรก โดยเขาได้เทปรอทลงในหลอดทดลองจนเต็ม เอนิ้วมือ ปิดปลายหลอด จากนั้นก็คว่ำหลอดลง โดยให้ปลายที่เปิดจุ่มอยู่ในถังปรอท ระดับปรอทในหลอด จะลดต่ำลงเล็กน้อยจนถึงระดับที่สูงประมาณ 76 เซนติเมตรเหนือระดับปรอทในถังทดลอง ทำให้

บริเวณที่ว่างเกิดขึ้นในหลอดทดลอง บริเวณที่ว่างนี้ไม่มีสสารใด ๆ ตอร์ริเชลลี ได้เรียกบริเวณนี้ว่า “สุญญากาศ”

อีกหลายปีต่อมา ออตโต วอง กูเยริก (Otto Von Guericke) หัวหน้าผู้พิพากษาแห่งเมือง Magdeburg ในประเทศเยอรมันนี ได้ทำสุญญากาศบ้างโดยใช้ลูกโลกกลม ซึ่งประกอบด้วยครึ่งทรงกลม 2 ซีกประกบกัน แล้วสูบลูกอากาศออกจนหมด ทำให้เขาได้สุญญากาศในทรงกลม และเขาก็พบว่าเขาต้องใช้ม้าถึง 8 ตัว จึงจะลากครึ่งทรงกลมให้แยกจากกันได้ วอง กูเยริก (Von Guericke) ยังพบว่าแสงสามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ แต่เสียงผ่านไม่ได้ จนกระทั่งต่อมา ความเข้าใจของมนุษย์เรื่องสุญญากาศก็ต้องได้รับการปรับปรุงอีก เพราะนักฟิสิกส์ได้พบว่าแทนที่สุญญากาศจะว่างเปล่า สุญญากาศกลับมีอนุภาคต่าง ๆ มากมายที่ปรากฏตัวและหายไปก่อนที่มนุษย์จะรู้ตัวหรือมองเห็น เพราะในปี พ.ศ. 2434 มัคซ์ คาร์ล แอลส์ ลูควิก พลังค์ (M Planck) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้แสดงให้เห็นให้ทุกคนประจักษ์ว่า ถึงแม้สุญญากาศจะมีอุณหภูมิต่ำถึง -273.15 องศาเซลเซียสก็ตาม สุญญากาศนั้นยังคงมีพลังงาน

คำว่า “สุญญากาศ” หรือ “vacuum” หมายถึง ที่ว่างหรือที่ที่ไม่มีอากาศ ซึ่งนักฟิสิกส์ให้คำจำกัดความของสุญญากาศว่า คือบริเวณที่เราได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กำจัดสสารพลังทุกอย่างออกจนหมดสิ้น (สุทัศน์ ยกส้าน, 2543, หน้า 41) ซึ่งในทางปฏิบัติถ้าเรานำเอาภาชนะปิดมาหนึ่งใบ แล้วสูบลูกอากาศ แก๊ส และไอของสารต่าง ๆ ในภาชนะนั้นออกจนหมด เราก็จะเรียกสภาวะในภาชนะหลังการสูบนั่นว่า “สุญญากาศ” แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่มีระบบใดหรือภาชนะใดที่เป็นสุญญากาศได้อย่างสมบูรณ์ เพราะไม่มีเครื่องมือใดสามารถสูบลูกอากาศ แก๊ส และไอนิดอื่น ๆ ออกจากระบบหรือภาชนะได้หมด (สุรสิงห์ ไชยคุณ และคณะ, 2540, หน้า 3) ซึ่งค่าความเป็นสุญญากาศในภาชนะนั้นจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการสูบลูกอากาศออกจากภาชนะนั้น โดยพื้นฐานหลัก ๆ ของระบบสุญญากาศหนึ่งนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้ (1) ภาชนะสุญญากาศ (2) ระบบเครื่องสูบลูกอากาศ (3) เครื่องมือวัดความดัน (4) ระบบวาล์วและท่อเชื่อมต่อ ซึ่งเมื่อนำทั้งหมดมาทำการต่อเชื่อมกันแล้วจะได้สิ่งที่เรียกว่าระบบสุญญากาศนั่นเอง

ความดันในระบบสุญญากาศมีช่วงกว้างมากตั้งแต่ความดันบรรยากาศ (760 torr หรือ mbar) ไปจนถึง 10^{-12} torr ช่วงความดันอาจแบ่งได้เป็น

1. ความดันสุญญากาศหยาบ (rough vacuum) 760 – 1 torr
2. ความดันสุญญากาศปานกลาง (medium vacuum) $1 - 10^{-3}$ torr
3. ความดันสุญญากาศสูง (high vacuum) $10^{-3} - 10^{-8}$ torr

4. ความดันสุญญากาศสูงมาก (ultrahigh vacuum, UHV) $< 10^{-8}$ torr

โดยหน่วยวัดความดันที่นิยมใช้มีหลายหน่วยคือ torr (mmHg) ในระบบ S.I. จะใช้หน่วย pascal (P) ซึ่ง 1P มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^5 \text{ N.m}^{-2}$ หรือใช้ millibar (mbar) และ $1 \text{ bar} = 10^6 \text{ dyne.cm}^{-2}$ โดยมีตารางเปรียบเทียบค่าดังนี้

ตารางที่ 1 การแปลงค่าหน่วยความดัน (ชัยวิทย์ ศิลาวรรณาไณย, 2526, หน้า 49)

	torr	Mbar	Bar	Pascal	atm
1 torr =	1	1.333	1.33×10^{-3}	133.3	1.316×10^{-3}
1 mbar =	0.75	1	0.001	100	9.87×10^{-4}
1 bar =	750	1000	1	1×10^5	9.87×10^{-1}
1 pascal =	0.0075	0.01	1×10^{-5}	1	9.87×10^{-6}
1 atm =	760	1013	1013	101325	1

ระบบสุญญากาศสูง (high vacuum) คือ ระบบสุญญากาศที่มีช่วงความดันในภาชนะสุญญากาศตั้งแต่ $10^{-3} - 10^{-8}$ mbar โดยการทำสุญญากาศสูงดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบลสุญญากาศสูง (high vacuum pump) โดยเฉพาะ เช่น เครื่องสูบลแพร่ไอ (diffusion pump) เครื่องสูบลเทอร์โบโมเลกุลาร์ (turbo-molecular pump) เครื่องสูบลสปัตเตอร์ไอออน (sputter ion pump) และเครื่องสูบลคาร์บอน (Cryo pump) ซึ่งเครื่องสูบลเหล่านี้จะสามารถสูบความดันออกจากภาชนะสุญญากาศได้ในช่วง $10^{-3} - 10^{-8}$ mbar แต่ไม่สามารถที่จะเริ่มสูบความดันในช่วงความดันบรรยากาศจนถึงช่วงความดัน 10^{-2} ได้ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องสูบลส่วนท้าย (backing pump) ช่วยในการทำสุญญากาศส่วนท้าย คือ ความดันในช่วงความดันบรรยากาศจนถึงช่วงความดัน 10^{-2} ออกจากภาชนะสุญญากาศก่อนแล้วจึงเปิดระบบเครื่องสูบลสุญญากาศสูงให้ทำความดันในภาชนะสุญญากาศให้อยู่ในช่วง $10^{-3} - 10^{-8}$ mbar ตามต้องการ โดยยังมีเครื่องสูบลส่วนท้ายช่วยในการทำความดันส่วนท้ายอยู่ตลอดเวลา

การประยุกต์ระบบสุญญากาศในงานด้านต่าง ๆ

ในที่นี้จะกล่าวถึงการนำระบบสุญญากาศมาประยุกต์ใช้ในห้องปฏิบัติการในด้านวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม โดยสังเขปดังนี้ (ชัยวิทย์ ศิลาวรรณาไณย, 2526, หน้า 95)

1. การทำแห้งภายใต้สุญญากาศ (vacuum drying) วัสดุที่มีความชื้นเมื่อนำไปอยู่ภายใต้สุญญากาศ ความชื้นจะถูกขจัดออกได้เนื่องจากความดันสุญญากาศต่ำกว่าความดันไอน้ำ การทำแห้งโดยวิธีนี้ไม่ทำให้วัสดุเปลี่ยนรูปได้ ดังเช่นในกรณีของการตากแห้งหรืออบแห้งโดยวิธีใช้ความร้อน ตัวอย่างของการทำแห้งภายใต้สุญญากาศ คือ

1.1 น้ำมันฉนวนไฟฟ้า ซึ่งใช้ตัวคาปาซิเตอร์ สายไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า ปริมาตรของน้ำที่อยู่ในน้ำมันนี้แปรผันโดยตรงกับความดันไอของน้ำเหนือผิวน้ำมัน

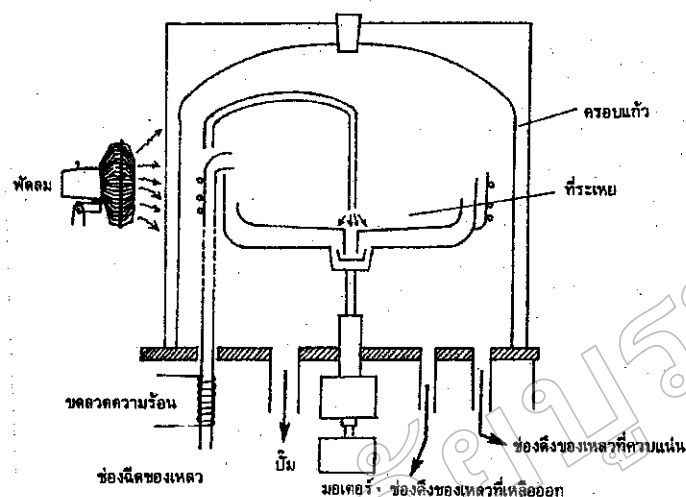
1.2 วัสดุสังเคราะห์ เช่น โพลีเอไมด์ โพลีคาโพรแลคตรัม จะมีน้ำปริมาณ 15% สามารถลดลงเหลือเพียง 0.001% ได้โดยใช้สุญญากาศ

1.3 คอมเพรสเซอร์ ที่ใช้ในระบบทำความเย็นก็ต้องทำแห้งเสียก่อน โดยการขจัดน้ำ 96% ออกจากขดลวด

2. การทำแห้งภายใต้สุญญากาศโดยวิธีแช่แข็ง (freeze drying หรือ lyophilisation) การทำแห้งภายใต้สุญญากาศโดยวิธีแช่แข็งเป็นกระบวนการระเหิดน้ำแข็งจากวัสดุภายใต้ความดันสุญญากาศ วัสดุที่แห้งโดยวิธีนี้สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิธรรมดาเป็นเวลามากกว่า 1 ปี โดยเก็บไว้มิให้ถูกความชื้นได้เมื่อต้องการใช้วัสดุก็คืนรูปได้โดยการแช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานานเท่าใด การคืนรูปได้จึงทำให้การทำแห้งโดยวิธีนี้ต่างไปจากการทำแห้งภายใต้สุญญากาศธรรมดา การตากแห้งหรืออบแห้งด้วยความร้อน

3. การบรรจุสารภายใต้สุญญากาศ (vacuum impregnation) โดยการไล่อากาศและน้ำออกจากภาชนะซึ่งมีช่องว่างขนาดเล็กจำนวนมาก จะสามารถบรรจุสารที่ต้องการเข้าไปได้โดยง่าย ตัวอย่างที่สำคัญ คือ การบรรจุสารไดอิเล็กตริกเข้าไปในตัวคาปาซิเตอร์ เช่น Ciophen จะทำให้ค่าความเข้มไดอิเล็กตริกมีค่าสูงถึง 220 - 260 KV/mm โดยใช้สุญญากาศ 10^{-4} torr และการลดความดันจะกระทำกันเป็นช่วงๆ พร้อมกับการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ช่วยไล่ความชื้นออก

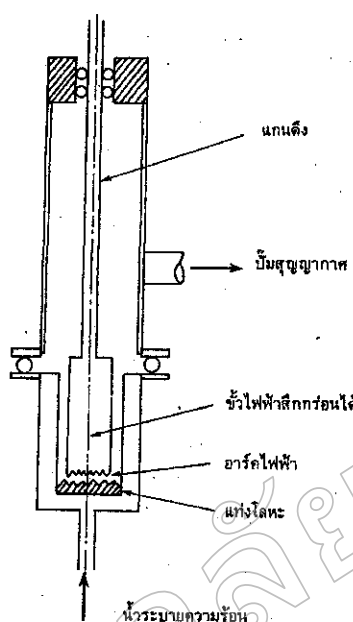
4. การกลั่นภายใต้สุญญากาศ (vacuum distillation) การกลั่นเป็นกระบวนการทำให้ของเหลวผสมกลายเป็นไอ แล้วควบแน่นไอของสารให้เป็นของเหลวที่มีส่วนผสมผิดไปจากเดิม เช่น การกลั่นโมเลกุล (molecular distillation) เป็นการกลั่นที่เกิดขึ้นที่ความดันในช่วง 10^{-3} - 10^{-4} torr ยังผลให้ก๊าซที่หลงเหลืออยู่มีผลน้อยมากต่อกระบวนการกลั่น และอุณหภูมิของการกลั่นจะต่ำกว่าการกลั่นแบบธรรมดา สารที่กลั่นไม่เกิดปฏิกิริยากับอากาศเหมาะกับการกลั่นวัสดุที่มีน้ำหนักโมเลกุลในช่วง 150 - 4000 เช่น มิตะมิน สเตอโรล กลีเซอไรด์ epoxy resins กรดไขมัน น้ำมันหล่อลื่น



ภาพที่ 3 เครื่องกลั่นสุญญากาศแบบของ Bendix (Bendix, 1978, อ้างถึงใน
ชัยวิทย์ ศิลาวรรณานาย, 2526, หน้า 98)

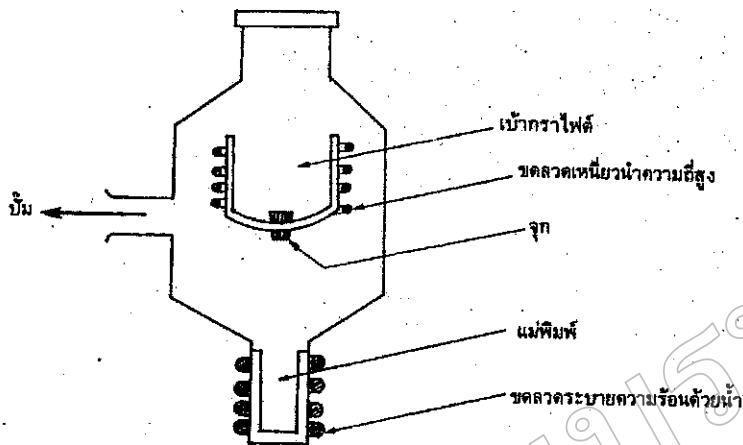
5. เตาสุญญากาศ (vacuum furnace) กระบวนการทางโลหะหลายอย่างจะเป็นไปได้ดี และได้รับผลวัสดุบริสุทธิ์มาก ถ้าเกิดขึ้นในที่ซึ่งไม่มีอากาศแต่อาจใช้ก๊าซเฉื่อย เช่น การหลอมโลหะ (melting) การเชื่อมต้อ (brazing) การอบแข็งด้วยความร้อน การเชื่อม (welding) การสร้างผลึก (crystal growing) เตาลำอนุภาคอิเล็กตรอน (electron beam furnace)

5.1 เตาอาร์ค (arc furnace) เตาอาร์คไฟฟ้ามีขั้วไฟฟ้าที่สึกกร่อนได้อยู่ภายใต้สุญญากาศความดัน 10^{-5} torr กระแสไฟฟ้ามีค่าหลายแอมแปร์และศักย์ไฟฟ้าในช่วง 20 - 80 โวลต์ กระแสไฟฟ้านี้อาจเป็นไฟตรงหรือสลับก็ได้เตานี้ใช้ในการถลุงโลหะ เช่น เหล็ก ทันทาลัม ไทเทเนียม เซอร์โคเนียม



ภาพที่ 4 เตาอาร์คภายใต้สุญญากาศ (Ward Bunn, 1967 อ้างถึงใน ชัยวิทย์ ศิลาวรรณานัย, 2526, หน้า 99)

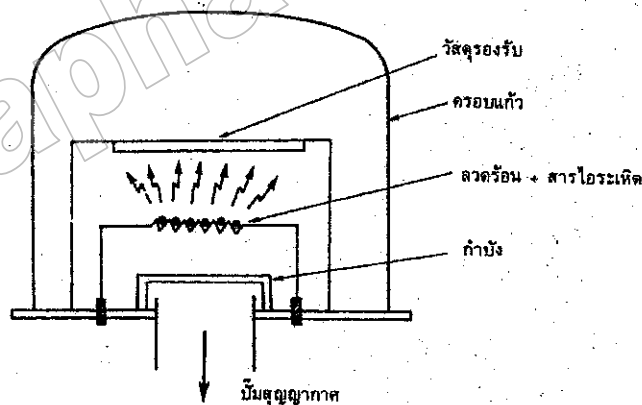
5.2 เตาเหนี่ยวนำ (induction furnace) ใช้ในการหลอมโลหะภายใต้สุญญากาศ sintering ภายใต้สุญญากาศ เตาแบบนี้อาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าให้เกิดกระแสไหลวนในเนื้อแร่โลหะ จนเกิดความร้อนถึงอุณหภูมิหลอมเหลวประมาณ 3000°C ความดันสุญญากาศที่ใช้อยู่ในช่วง 10^{-3} torr กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลายสิบกิโลวัตต์ ความถี่สูงถึง 500 KHz และใช้หลอมโลหะหรือเข้ารูปโลหะ



ภาพที่ 5 เตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าภายใต้สุญญากาศ (Ward Bunn, 1967 อ้างถึงใน ชัยวิทย์ ศิลาวัณนาโนย, 2526, หน้า 99)

6. การฉาบผิวด้วยสารภายใต้สุญญากาศ (vacuum coating) การฉาบผิววัสดุด้วยสารโลหะและอโลหะภายใต้สุญญากาศ กระทำได้ 2 วิธี คือ

6.1 การระเหิดโลหะภายใต้สุญญากาศ (vacuum evaporation) โดยเผาโลหะถึงจุดเดือดกลายเป็นไอ แล้วไอโลหะนี้จะไปเกาะวัสดุที่ต้องการฉาบผิว



ภาพที่ 6 การระเหิดสารภายใต้สุญญากาศ (ชัยวิทย์ ศิลาวัณนาโนย, 2526, หน้า 102)

6.2 พลาสมาสปัตเตอริง (plasma sputtering) พลาสมาสปัตเตอริงเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในดิสชาร์จไฟฟ้า เมื่อไอออนจากพลาสมาปะทะกับวัสดุที่ใช้เป็นขั้วแคโทดแล้ว อะตอมของ

วัสดุนั้นหลุดออกไปเกาะยังวัสดุรองรับ (substrate) ศักดิ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการเกิดสปีดเตอร์ต้องมีค่าอย่างน้อย 400 V และความดันในช่วง 10^{-2} - 1 torr และโดยวิธีนี้ไม่ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามากในการทำให้วัสดุหลอมเหลวแล้วระเหิด สามารถควบคุมทิศทางการฉาบผิวโดยใช้สนามไฟฟ้า อัตราการฉาบผิวจะสูง วัสดุที่ฉาบได้ทั้งเป็นโลหะและฉนวน โดยเฉพาะโลหะทนไฟ เช่น ทันทาลัม ทองคำ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานฉาบผิว

- การฉาบผิวอะลูมิเนียมฟิล์มบาง ๆ บนเหล็กเพื่อป้องกันการสึกกร่อน
- การฉาบเลนส์และกระจก ซิลิคอนมอนอกไซด์เป็นวัสดุที่นิยมใช้ฉาบผิวเลนส์เพื่อลดการสูญเสียปริมาณแสงเป็นเทคนิคในการประกอบวัสดุวงจรอิเล็กทรอนิกส์รวม (integrated circuit)
- ฉาบวัสดุทางชีววิทยาก่อนการนำไปส่องดูลักษณะผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิ่ง (scanning electron microscope) ทำให้ได้ภาพที่คมชัดยิ่งขึ้น เทคนิคนี้เรียกว่า ion etching technique

ขอบเขตประโยชน์ของระบบสุญญากาศที่ใช้ในอุปกรณ์วิจัยทางวิทยาศาสตร์

อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ใช้ระบบปั๊มสุญญากาศ โดยจะไม่ขอกล่าวถึงหลักการหรือรายละเอียดใด ๆ และเป็นเพียงตัวอย่างเพื่อแสดงขอบเขตของประโยชน์ของระบบสุญญากาศดังนี้

1. เครื่องเร่งอนุภาค (particles accelerators)
2. อิเล็กตรอนสเปกโตรมิเตอร์ (electron diffraction spectrometer)
3. ออเกอร์อิเล็กตรอนสเปกโตรมิเตอร์ (auger electron spectrometer)
4. สแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (scanning electron microscope)
5. อิเล็กตรอนไมโครโพรบ (electron microprobe)
6. อิเล็กตรอนสเปกโตรสโคปเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี (electron spectroscopy for chemical analysis) ESCA
7. การกระเจิงไอออนสเปกโตรมิเตอร์ (ion scattering spectrometer)
8. การกระเจิงไอออนไมโครสโคป (ion scattering microscope)
9. ไอออนทุติยภูมิแมสสเปกโตรมิเตอร์ (space simulation chamber)
10. ห้องจำลองสภาพอวกาศ (space simulation chamber)

11. เครื่องมือวิจัยทางพลาสมาและเทอร์โมนิวเคลียร์ฟิวชัน (plasma and thermonuclear fusion machines)

โปรแกรม Macromedia Flash MX

โปรแกรม Macromedia Flash เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Macromedia ซึ่งได้พัฒนามาตั้งแต่เวอร์ชัน 3, 4, 5, มาจนถึงเวอร์ชัน MX ซึ่งโปรแกรม Macromedia Flash นี้เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงที่มีความสามารถในการตอบสนองต่อผู้ใช้ได้ดีอีกโปรแกรมหนึ่ง โดยผู้ใช้สามารถสร้างเนื้อหาลักษณะต่าง ๆ ซึ่งพร้อมจะนำเสนอได้ทันทีไม่ว่าจะเป็นภาพโลโก้ที่เคลื่อนไหวได้ ระบบเมนูซึ่งเป็นเมนูสำหรับนำผู้ชมเข้าไปยังหน้าต่าง ๆ ของเว็บ หรือมัลติมีเดียที่ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหวอย่างสมจริงของตัวอักษรและกราฟิกพร้อมเสียงประกอบ เช่น ภาพเปิดตัวของเว็บ แบนเนอร์โฆษณา หรือภาพเคลื่อนไหวที่แสดงเรื่องราว โดยโปรแกรม Macromedia Flash มีเครื่องมือที่พร้อมเพรียงสำหรับให้ผู้ใช้สร้างภาพเคลื่อนไหวและมัลติมีเดียได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ (วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์ และ ธวัชชัย ศรีสุเทพ, 2544, หน้า 13-14) ลักษณะเด่นของภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากโปรแกรม Macromedia Flash ก็คือ ไฟล์มีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นไฟล์ในตระกูล swf หรือ Shockwave Flash ซึ่งเป็นมาตรฐานหนึ่งสำหรับโลกของเว็บไซต์ ซึ่งเว็บไซต์จำนวนมากหันมาให้ความสนใจที่นำเอาเทคโนโลยีนี้มาเพิ่มสีสันเพื่อดึงดูดผู้เข้าชมเว็บไซต์ ซึ่งไฟล์ swf ดังกล่าวมีขนาดเล็กที่เอื้อต่อโหลดมาแสดงผลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (กำพล ลีลากรณ์, 2544, หน้า 3) การแสดงผลที่รวดเร็วของโปรแกรม Macromedia Flash นี้ยังคงให้ภาพลายเส้นที่คมชัด สามารถย่อ-ขยายขนาดได้โดยมีความละเอียดคงเดิม ทั้งนี้เนื่องจากภาพที่สร้างขึ้นในโปรแกรม Macromedia Flash จะเป็นกราฟิกชนิดเวกเตอร์ ซึ่งใช้คำสั่งที่มีลักษณะคล้ายสูตรทางคณิตศาสตร์ในการวาดเป็นรูปทรงขึ้นมา แทนที่จะเก็บข้อมูลเป็นจุดสีเหมือนในกรณีของกราฟิกชนิดบิตแมพซึ่งจะมีจุดอ่อนในด้านของขนาดไฟล์และความละเอียดของภาพเมื่อมีการปรับขนาดการแสดงผลของภาพบิตแมพนั้น ดังนั้นรูปที่วาดขึ้นในโปรแกรม Macromedia Flash นี้ทั้งหมดจะเป็นภาพเวกเตอร์ สำหรับภาพบิตแมพจะต้องอิมพอร์ตเข้ามาจากแหล่งอื่นเช่น Scanner รวมทั้งโปรแกรมที่สามารถสร้างภาพกราฟิกชนิดบิตแมพได้เช่น Photoshop หรือ Fireworks

ข้อดีอีกประการหนึ่งของโปรแกรม Macromedia Flash คือ การใช้ action script ที่เป็นภาษาในการเพิ่มความสามารถในเชิงโต้ตอบ (interactive) ให้กับ Movie สิ่งที่ action script จะทำได้ คือ การควบคุมหัวอ่านเฟรมของมูฟวี่ การสร้างเว็บไซต์เชิงโต้ตอบ เว็บเกมส์ การเพิ่มเทคนิคพิเศษให้กับภาพเคลื่อนไหวเป็นต้น ซึ่ง action script นี้จัดเป็นภาษาแบบ script language มีลักษณะใน

เชิงออบเจ็ค (object-oriented programming language) เหมือนกับ java script ซึ่งจัดเป็นมาตรฐานชนิดเดียวกันเรียกว่า ECMA-262 ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดย European Computers Manufacturers Association (ECMA) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานของภาษา java script (กำพล ลีลากรณ์, 2544, หน้า 26) action script คือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อกำหนดการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะเรียกการทำงานนี้ว่า action โดย action ต่าง ๆ นี้จะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ (event) ที่เกิดขึ้น หากไม่มีเหตุการณ์ (event) ก็จะไม่เกิดการทำงาน (action) ขึ้น ซึ่งในโปรแกรม Macromedia Flash แบ่งโหมดการเขียนโปรแกรม action script ออกเป็น 2 โหมด คือ normal mode และ expert mode

normal mode เป็นโหมดสำหรับผู้ใช้ที่มีความรู้ในเรื่องของการเขียนโปรแกรมไม่มากนัก โดยโปรแกรม Flash ได้เตรียมฟังก์ชันมาตรฐาน properties และ operator ต่าง ๆ เอาไว้ให้ใช้งานได้อย่างสะดวก

expert mode เป็นโหมดสำหรับผู้ใช้ที่มีความรู้ในเรื่องของการเขียนโปรแกรมและสามารถจดจำ action และ properties ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี (รัชฎาภรณ์ ชะนวนันท์ และ ณัฐดนัย สุขรัตน์, 2545, หน้า 25-27)