

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ในหัวข้อดังนี้

1. การขยายตัวเนื่องจากความร้อน
2. การขยายตัวของก๊าซ
3. วิธีสอนโดยใช้การทดลอง
4. สื่อการเรียนรู้
5. ความสำคัญของสื่อการเรียนรู้
6. ชุดทดลอง
7. การออกแบบและสร้างชุดทดลองและการประเมินชุดทดลอง

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

จากปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน จะสังเกตพบว่าวัตถุทุกชนิดจะมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับความร้อน และโดยทั่วไปวัตถุทุกชนิดและทุกสถานะจะมีขนาดใหญ่มากขึ้น เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น ยกเว้นน้ำ คือ น้ำที่มีอุณหภูมิช่วง 0 ถึง 4 °C ถ้าได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น ปรากฏว่าปริมาตรของน้ำจะลดลง นอกจากน้ำแล้วยังมีของเหลวบางอย่างที่มีน้ำเป็นส่วนผสม ก็มีพฤติกรรมเช่นนี้เหมือนกัน การที่สสารโดยทั่วไปทั้ง 3 สถานะ เมื่อได้รับความร้อนแล้ว ขนาดจะใหญ่ขึ้นนี้ เรียกว่าการขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal Expansion) ในกรณีที่สสารเป็นของแข็งนั้น โดยปกติการขยายตัวจะเป็นไปได้ไม่ว่าจะมีความยาวเพิ่มขึ้น มีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น หรือมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ในกรณีที่สสารเป็นของเหลว การขยายตัวจะเป็นกรณีที่ปริมาตรเพิ่มขึ้น ในกรณีที่สสารอยู่ในสถานะที่เป็นก๊าซ สภาวะของก๊าซจะสามารถบรรยายได้ด้วยปริมาณ ความดัน และอุณหภูมิของก๊าซ ด้วยเหตุนี้อาจให้ความร้อนกับก๊าซ โดยควบคุมก๊าซให้มีปริมาตรคงที่ หรือควบคุมให้มีความดันคงที่ ลักษณะการเกิดการขยายตัวของสสารเมื่อได้รับความร้อนนั้น ก็จะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่นิคมของสสาร และแตกต่างกันออกไปในระหว่างสสารที่มีสถานะแตกต่างกันด้วย (อุษาวดี ดันติวรานุรักษ์, 2551) การขยายตัวเนื่องจากความร้อนนับว่าเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ มนุษย์ได้นำกฎเกณฑ์เกี่ยวกับ

การขยายตัวเนื่องจากความร้อนมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งในด้านการศึกษา อุตสาหกรรม และชีวิตประจำวัน

การขยายตัวของก๊าซ

ก๊าซจะขยายตัวเมื่อก๊าซมีอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งเป็นการขยายตัวเชิงปริมาตรหมายความว่า เป็นการขยายตัวในทุกทิศทาง และสามารถทำให้ก๊าซขยายตัวได้โดย 2 กระบวนการคือ ความดันคงที่ หรือปริมาตรคงที่ (Kim, 2001) ซึ่งจะทำให้มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ 2 ชนิดคือ

1. สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อความดันคงที่ (Volume Gases Expansion

Coefficient; γ_V)

2. สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อปริมาตรคงที่ (Pressure Gases Expansion

Coefficient; γ_P)

สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อความดันคงที่

นิยามของสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อความดันคงที่มีว่า “ปริมาตรก๊าซที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมต่อหนึ่งหน่วยอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อความดันของก๊าซคงที่” (อุยงศิริ คณิตวานุรักษ์, 2551)

ถ้า V_0 และ V_t คือ ปริมาตรก๊าซที่อุณหภูมิ t_0 และ t °C ตามลำดับเมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่จะได้ว่า

$$\gamma_V = \frac{1}{V_0} \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (1)$$

$$\gamma_V = \frac{1}{V_0} \frac{(V_t - V_0)}{(t - t_0)} \quad (2)$$

เมื่อ t_0 คืออุณหภูมิที่ 0 °C เราจะได้

$$\gamma_V V_0 = V_t - V_0$$

$$V_t = V_0 + V_0 \gamma_V t \quad (3)$$

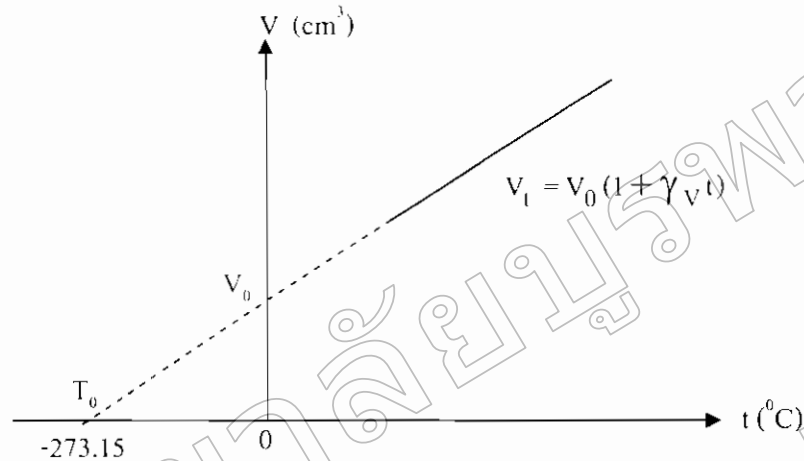
$$V_t = V_0 (1 + \gamma_V t) \quad (4)$$

โดยที่ V_t แทนปริมาตรของก๊าซที่ t °C

V_0 แทนปริมาตรของก๊าซที่ 0 °C

γ_V แทนสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อความดันคงที่

จากสมการ (3) จะเห็นได้ว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น ตามรูปสมการ $y = mx + C$
 ถ้าเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิจะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ $V_0 \gamma_V$ ดังภาพที่ 2-1 (อุยวดี ดันติวรรณรักษ์, 2541)



ภาพที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิของก๊าซเมื่อความดันคงที่

ในการประมาณค่าในช่วง (Extrapolation) กราฟจะตัดเส้นแกนปริมาตรที่ V_0 และตัดแกนอุณหภูมิประมาณ -273.15°C เรียกว่า “อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์”

$$\text{จากสมการ (2)} \quad \gamma_V = \frac{1}{V_0} \frac{(V_t - V_0)}{(t - t_0)}$$

ณ จุดตัดแกนบน $t = -273.15^\circ\text{C}$, $t_0 = 0^\circ\text{C}$, $V_t = 0 \text{ cm}^3$

$$\gamma_V = \frac{1}{V_0} \frac{(0 - V_0)}{(-273.15 - 0)}$$

$$\gamma_V = \frac{1}{273.15}$$

ซึ่งสามารถคำนวณค่า γ_V ที่แน่นอนได้เป็น

$$\gamma_V = 0.003661^\circ\text{C}^{-1} \quad (5)$$

จากภาพที่ 2-1 ซึ่งจะหมายความว่าก๊าซจะมีปริมาตรน้อยลงเป็นลำดับเมื่ออุณหภูมิต่ำลง เมื่ออุณหภูมิต่ำมาก ๆ ก๊าซจะกลายเป็นของเหลว ถ้ายังคงเป็นก๊าซอยู่ปริมาตรของก๊าซจะเป็น 0 ที่อุณหภูมิ -273.15°C ซึ่งจะเป็นไปได้กรณีที่เป็ ก๊าซอุดมคติเท่านั้น ซึ่งแสดงไว้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ตามสมการ (4)} \quad V_t &= V_0 (1 + \gamma_v t) \\
 V_{-273.15} &= V_0 \left[1 + \left(\frac{1}{273.15} (-273.15) \right) \right] \\
 V_{-273.15} &= V_0 \left(1 - \frac{273.15}{273.15} \right) \\
 V_{-273.15} &= V_0 (1 - 1) \\
 V_{-273.15} &= 0
 \end{aligned}$$

นักเคมีและนักฟิสิกส์ยังไม่สามารถทำอุณหภูมิต่ำสุดคือ 0 K ได้ แต่ก็พยายามให้เข้าใกล้ไปได้มาก คือสามารถทำได้ถึง 0.0015 K โดยความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสัมบูรณ์ (K) และอุณหภูมิในหน่วย $^{\circ}\text{C}$ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$T(\text{K}) = 273.15 + t(^{\circ}\text{C}) \quad (6)$$

ถ้าวัดปริมาตรและอุณหภูมิของแก๊สที่สถานะสองสถานะ คือ ปริมาตร V_1 ที่อุณหภูมิ $t_1^{\circ}\text{C}$ กับปริมาตร V_2 ที่อุณหภูมิ $t_2^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned}
 \text{ใช้สมการที่ (4)} \quad V_1 &= V_0 (1 + \gamma_v t) \\
 \text{จะได้} \quad V_1 &= \frac{V_0 (1 + \frac{t_1}{273.15})}{1} \\
 V_1 &= \frac{V_0}{273.15} (273.15 + t_1) \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{และ} \quad V_2 &= \frac{V_0 (1 + \frac{t_2}{273.15})}{1} \\
 V_2 &= \frac{V_0}{273.15} (273.15 + t_2) \quad (8)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{นำ } \frac{(7)}{(8)} \text{ จะได้ว่า} \quad \frac{V_1}{V_2} &= \frac{273.15 + t_1}{273.15 + t_2} \\
 \text{หรือ} \quad \frac{V_1}{V_2} &= \frac{T_1}{T_2} \quad (9)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad \frac{V}{T} &\text{ จะมีค่าคงที่ (เมื่อความดันและจำนวนโมลคงที่)} \\
 \text{หรือ} \quad \frac{V}{T} &= \text{คงที่} \quad (10)
 \end{aligned}$$

เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า “กฎของชาร์ลส์” ซึ่งสามารถกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า
 “เมื่อความดันและจำนวน โมลคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์”

สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อปริมาตรคงที่

นิยามของสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อปริมาตรคงที่มีว่า “ความดันก๊าซที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมต่อหนึ่งหน่วยอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อปริมาตรของก๊าซคงที่”

(อุยวดี ดันติวรานุรักษ์, 2551)

ถ้า P_0 และ P_t คือ ความดันก๊าซที่อุณหภูมิ t_0 และ t °C ตามลำดับเมื่อมวลและปริมาตรของก๊าซคงที่จะได้ว่า

$$\gamma_P = \frac{1}{P_0} \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad (11)$$

$$\gamma_P = \frac{1}{P_0} \frac{(P_t - P_0)}{(t - t_0)} \quad (12)$$

เมื่อ t_0 คืออุณหภูมิที่ 0 °C เราจะได้

$$\frac{\gamma_P P_0}{P_t} = \frac{P_t - P_0}{P_0 + P_0 \gamma_P t} \quad (13)$$

$$P_t = P_0 (1 + \gamma_P t) \quad (14)$$

โดยที่ P_t แทนความดันของก๊าซที่ t °C

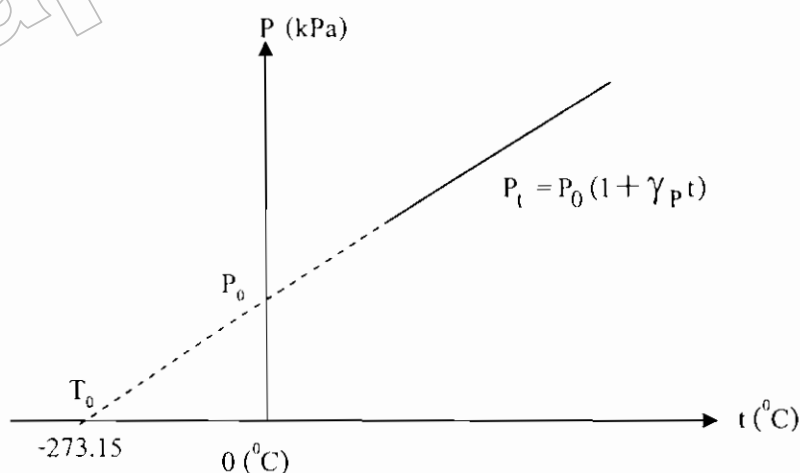
P_0 แทนความดันของก๊าซที่ 0 °C

γ_P แทนสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อปริมาตรคงที่

จากสมการ (13) จะเห็นได้ว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น ตามรูปสมการ $y = mx + C$

ถ้าเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิจะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ

$P_0 \gamma_P$ ดังภาพที่ 2-2 (อุยวดี ดันติวรานุรักษ์, 2541)



ภาพที่ 2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิของก๊าซเมื่อปริมาตรคงที่

ในการประมาณค่าในช่วง (Extrapolation) กราฟจะตัดเส้นแกนความดันที่ P_0 และตัดแกนอุณหภูมิประมาณ $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ เรียกว่า “อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์”

$$\text{จากสมการ (12)} \quad \gamma_P = \frac{1}{P_0} \frac{(P_1 - P_0)}{(t - t_0)}$$

ณ จุดตัดแกนอุณหภูมิ $t = -273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_1 = 0\text{ N/m}^2$

$$\gamma_P = \frac{1}{P_0} \frac{(0 - P_0)}{(-273.15 - 0)}$$

$$\gamma_P = \frac{1}{273.15}$$

ซึ่งสามารถคำนวณค่า γ_P ที่แน่นอนได้เป็น

$$\gamma_P = 0.003661\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \quad (15)$$

จากภาพที่ 2-2 แสดงว่าความดันของก๊าซที่อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์หรือ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ จะมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งได้จากการคำนวณทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติยังไม่สามารถทำได้ ดังนั้นจึงเป็นไปได้เฉพาะก๊าซอุดมคติเท่านั้น ซึ่งแสดงไว้ดังนี้

$$\text{จากสมการ (14)} \quad P_1 = P_0 (1 + \gamma_P t)$$

$$P_{-273.15} = P_0 \left[1 + \left(\frac{1}{273.15} (-273.15) \right) \right]$$

$$P_{-273.15} = P_0 \left(1 - \frac{273.15}{273.15} \right)$$

$$P_{-273.15} = P_0 (1 - 1)$$

$$\text{ดังนั้น} \quad P_{-273.15} = 0$$

แสดงว่าความดันของก๊าซที่อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์หรือ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ จะมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งได้จากการคำนวณทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติยังไม่สามารถทำได้ ดังนั้นจึงเป็นไปได้เฉพาะก๊าซอุดมคติเท่านั้น

ถ้าวัดความดันและอุณหภูมิของแก๊สที่สถานะสองสถานะ คือ ความดัน P_1 ที่อุณหภูมิ $t_1\text{ }^{\circ}\text{C}$ กับความดัน P_2 ที่อุณหภูมิ $t_2\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\text{ใช้สมการที่ (14)} \quad P_1 = P_0 (1 + \gamma_P t_1)$$

$$\text{จะได้} \quad P_1 = P_0 \left(1 + \frac{t_1}{273.15} \right)$$

$$P_1 = \frac{P_0}{273.15} (273.15 + t_1) \quad (16)$$

และ $P_2 = \frac{P_0 (1 + \frac{t_2}{273.15})}{273.15}$

$$P_2 = \frac{P_0}{273.15} (273.15 + t_2) \quad (17)$$

นำ $\frac{(16)}{(17)}$ จะได้ว่า $\frac{P_1}{P_2} = \frac{273.15 + t_1}{273.15 + t_2}$

หรือ $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (18)$

ดังนั้น $\frac{P}{T}$ จะมีค่าคงที่ (เมื่อปริมาตรและจำนวนโมลคงที่)

หรือ $\frac{P}{T} = \text{คงที่} \quad (19)$

เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า “กฎของเกย์-ลูสแซก” ซึ่งสามารถกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า “เมื่อปริมาตรและจำนวนโมลคงที่ ความดันของก๊าซจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์”

จะเห็นได้ว่าทั้งสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อความดันคงที่ (γ_V) และสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเมื่อปริมาตรคงที่ (γ_P) คือส่วนกลับของอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์

$$\gamma_V = \frac{1}{T_0} \quad (20)$$

และ $\gamma_P = \frac{1}{T_0} \quad (21)$

เมื่อ T_0 คืออุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์

ซึ่งแสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเชิงปริมาตร (γ_V) ของก๊าซชนิดหนึ่งจะมีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเชิงความดัน (γ_P)

$$\gamma_V = \gamma_P \quad (22)$$

แต่มีข้อแม้ว่าก๊าซนั้นต้องเป็นก๊าซอุดมคติ สำหรับก๊าซโดยทั่วไปที่มีคุณสมบัติเข้าใกล้ก๊าซอุดมคติจะมีค่า γ_V และ γ_P ใกล้เคียงกันดังตัวอย่างในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ค่า γ_v และ γ_p ของก๊าซชนิดต่าง ๆ (Lehmann, 1992)

ชนิดของก๊าซ	$\gamma_v (^{\circ}\text{C}^{-1})$	$\gamma_p (^{\circ}\text{C}^{-1})$
ไฮโดรเจน	0.0036611	0.0036610
ฮีเลียม	0.0036667	0.0036609
ไนโตรเจน	0.0036609	0.0036606
อากาศ	0.0036609	0.0036609

วิธีสอนโดยใช้การทดลอง

ความหมาย วัตถุประสงค์ และองค์ประกอบต่างๆ ของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง มีดังนี้ (ทิสนา แคมมณี, 2553, หน้า 333-336)

ความหมาย

วิธีสอนโดยใช้การทดลอง คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการที่ผู้สอน/ผู้เรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง ผู้สอนให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนและให้ผู้เรียนลงมือทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลอง

วัตถุประสงค์

วิธีสอนโดยใช้การทดลอง เป็นวิธีการที่มุ่งให้ผู้เรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่มเกิดการเรียนรู้โดยการเห็นผลประจักษ์จากการคิดและการกระทำของตนเอง ทำให้การเรียนรู้นั้นตรงกับความจริง มีความหมายสำหรับผู้เรียนและจำได้นาน

องค์ประกอบของวิธีสอน

1. มีผู้สอนและผู้เรียน
2. มีปัญหาและสมมติฐานของการทดลอง
3. มีวัสดุอุปกรณ์สำหรับการทดลอง
4. มีการทดลอง
5. มีผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดจากการทดลอง

ขั้นตอนสำคัญของการสอน

1. ผู้สอน/ ผู้เรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง
2. ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลองแก่ผู้เรียน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
3. ผู้เรียนลงมือทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นตามขั้นตอนที่กำหนดและบันทึกข้อมูลการทดลอง

4. ผู้เรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5. ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้

6. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

เทคนิคและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการใช้วิธีสอนโดยใช้การทดลองให้มีประสิทธิภาพ

1. การเตรียมการ ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดตัวปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง และกระบวนการหรือขั้นตอนในการดำเนินการทดลองให้ชัดเจน รวมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองให้พร้อม และลองซ้อมทำการทดลองด้วยตนเอง เพื่อจะได้เรียนรู้ประเด็นปัญหาข้อขัดข้องหรืออุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งอาจนำมาใช้ในการปรับขั้นตอนการดำเนินการและรายละเอียดต่าง ๆ ให้รัดกุมขึ้น ผู้สอนอาจจำเป็นต้องทำเอกสารคู่มือการทดลองให้ผู้เรียน และอาจจัดทำประเด็นคำถามที่จะให้ผู้เรียนหาคำตอบหรือแนวทางที่จะให้ผู้เรียนสังเกตผลการทดลอง นอกจากนั้นในบางกรณีการทดลองต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ที่จำเป็น ซึ่งหากผู้เรียนขาดความรู้ดังกล่าวจะไม่สามารถทำการทดลองได้ จึงควรมีการตรวจสอบความรู้ผู้เรียนก่อนให้ทำการทดลอง โดยผู้สอนจะต้องจัดเตรียมแบบทดสอบไว้ด้วย สำหรับการทดลองที่มีอันตราย เช่น การทดลองทางเคมี ผู้สอนจะต้องตรวจสอบความปลอดภัยรวมทั้งเตรียมทั้งทางด้านป้องกันและแก้ไขปัญหากที่อาจเกิดขึ้นด้วย

2. การนำเสนอเรื่อง/ ตัวปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็นผู้นำเสนอปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง แต่ถ้าทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าปัญหามาจากตัวผู้เรียนเองได้ก็จะยิ่งดี จะทำให้การเรียนรู้หรือการทดลองนั้นมีความหมายสำหรับผู้เรียนมากขึ้น

3. การให้ความรู้/ ขั้นตอน/ รายละเอียดในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็นผู้กำหนดขั้นตอนและรายละเอียดของการทดลองเอง หรืออาจให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการทดลองก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมกับสาระ แต่การให้ผู้เรียนร่วมกันดำเนินการนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้เพิ่มขึ้นอีก และผู้เรียนจะกระตือรือร้นมากขึ้นเพราะเป็นผู้คิดเอง อย่างไรก็ตาม ครูจำเป็นต้องคอยดูแลให้คำปรึกษาและความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

4. การทดลอง การทดลองทำได้หลายแบบ ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนลงมือทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด โดยครูทำหน้าที่สังเกตและให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน หรือผู้สอนอาจลงมือทำการทดลองเอง ให้ผู้เรียนสังเกตแล้วทำการทดลองตามไปทีละขั้น หรือผู้สอนอาจลงมือทำการทดลองให้ผู้เรียนดูจนจบกระบวนการแล้วให้ผู้เรียนไปทำการทดลองด้วยตนเอง ผู้สอนจะใช้เทคนิคใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับลักษณะของการทดลองครั้งนั้น ผู้เรียนจะเรียนด้วยวิธีนี้ได้ดีหากมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น ผู้สอนจึงควรฝึกฝนให้ผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนทำการทดลอง หรือไม่ก็ต้องฝึกไปพร้อม ๆ กัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมี 13 ทักษะดังนี้

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 3) ทักษะการจำแนกประเภท
- 4) ทักษะการวัด
- 5) ทักษะการใช้ตัวเลข
- 6) ทักษะการสื่อความหมาย
- 7) ทักษะการพยากรณ์
- 8) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา
- 9) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 10) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 11) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
- 12) ทักษะการทดลอง
- 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผู้สอนจะสอนด้วยวิธีนี้ให้ได้ผลดี จำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะ 13 ประการดังกล่าว จึงจะสามารถช่วยฝึกฝนผู้เรียนตามปัญหาและความต้องการของผู้เรียนได้

5. การรวบรวมข้อมูล ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกตการณ์ทดลอง บันทึกข้อมูลการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งให้ความเอาใจใส่ในกระบวนการทดลอง และกระบวนการทำงานของผู้เรียนด้วย

6. การวิเคราะห์สรุปผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องอื่น ๆ

ได้อีกมาก นอกจากนั้น ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ข้อถกเถียงเกี่ยวกับกระบวนการในการแสวงหาความรู้ กระบวนการทำงาน และกระบวนการอื่น ๆ และสรุปการเรียนรู้ร่วมกันด้วย

ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจ และจดจำการเรียนรู้ได้นาน
2. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิด และทักษะกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งได้พัฒนาลักษณะนิสัยใฝ่รู้
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก จะทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ เครื่องมือวัสดุสำหรับผู้เรียนจำนวนมาก หรือในกรณีที่ต้องออกไปเก็บข้อมูลนอกสถานที่ ก็ต้องมีค่าใช้จ่ายค่าพาหนะ ที่พักและวัสดุต่าง ๆ ด้วย
2. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก เนื่องจากการดำเนินการแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลา
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงจะสามารถสอนและฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

สื่อการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวถึงสื่อการเรียนรู้ว่า สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้มีหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และสื่อขยายการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการ และลีลาการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน

การจัดหาสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเอง หรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวเราเพื่อนำมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างเพียงพอเพื่อ

พัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรดำเนินการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 27)

1. จัดให้มีแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์สื่อการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศการเรียนรู้ และเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทั้งในสถานศึกษาและในชุมชน เพื่อการศึกษา ค้นคว้า และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ระหว่างสถานศึกษา ท้องถิ่น ชุมชน สังคมโลก
2. จัดทำและหาสื่อการเรียนรู้สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน เสริมความรู้ให้ผู้สอน รวมทั้งจัดหาสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ เป็นสื่อการเรียนรู้
3. เลือกรวบรวมสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน
4. ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้อย่างเป็นระบบ
5. ศึกษา ค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. จัดให้มีการกำกับ ติดตาม ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเกี่ยวกับสื่อและการใช้สื่อการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ และสม่ำเสมอ

ในการจัดทำ การเลือกใช้ และการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในสถานศึกษา ควรคำนึงถึงหลักการสำคัญของสื่อการเรียนรู้ เช่น ความสอดคล้องกับหลักสูตร วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เนื้อหา มีความถูกต้องและทันสมัย ไม่กระทบความมั่นคงของชาติ ไม่ขัดต่อศีลธรรม มีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง รูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

รววิทย์ นิเทศศิลป์ (2551) กล่าวว่าสื่อการเรียนรู้ หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ที่ผู้สอนนำมาผลิตคิดค้น ดัดแปลง บรรจุสาระข้อมูลของเนื้อหาตามรายวิชาที่สอน และนำไปใช้ประกอบการสอน มีการคิดวิธีการต่าง ๆ และนอกจากนั้นผู้เรียนคนใดที่ต้องการทบทวนหรือเรียนรู้เพิ่มเติม หรือเรียนไม่ทันก็สามารถขอกลับไปเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยไม่มีข้อจำกัดทั้งเวลา สถานที่ และจำนวนครั้ง

สื่อที่จะนำมาใช้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรมีความหลากหลาย เน้นสื่อเพื่อการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาเพื่อการศึกษาขึ้นเอง หรือนำสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวของผู้เรียนและในระบบสารสนเทศมาใช้ในการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้คือสื่อการเรียนการสอนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งอย่างหนึ่งของการศึกษา ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น นักการศึกษาต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่าสื่อการสอน

เป็นวัฏจักรกระตุ้นเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้มากขึ้น เสียเวลาน้อยลง การได้เห็นได้ยินช่วยให้เกิดความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด ทั้งยังช่วยเหลือในการศึกษาให้ทุกระดับความสามารถ อายุ ชั้น และทุกสาขาวิชาด้วย

ความสำคัญของการเรียนรู้

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551) ได้ให้ความสำคัญของการเรียนรู้ว่า

1. สามารถส่งเสริมให้บรรยากาศในการเรียนการสอนดียิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ ทุกวิชา ทุกเวลา ทุกสถานที่ และไม่จำกัดคนสอน
2. ตอบสนองความต้องการได้เป็นอย่างดีกับความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้พิการทางร่างกายได้โอกาสที่ดีขึ้น มีทางเลือกทั้งในระบบ นอก ระบบ และอิสระตามต้องการ
3. การบริหารจัดการทางการศึกษามีบทบาทที่ดียิ่งขึ้น พาไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางการศึกษา มีทิศทางและนโยบายที่จะพัฒนาให้เจริญรุ่งเรืองให้ทัดเทียมด่อนานาประเทศ
4. ผลักดันและส่งเสริมให้เด็กไทยพัฒนาทั้งร่างกายและสติปัญญา เกิดความงอกงามทางความคิด มีเหตุผลในการดำเนินชีวิต เกิดการรับรู้ การเรียนรู้ เข้าใจบทบาทชีวิตของตนเองมากขึ้น เกิดจากการจัดการศึกษาที่แข็งแกร่งของผู้บริหารการศึกษา
5. เกิดความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วด้านไอทีจากการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในด้านการจัดการเรียนการสอนและรับรู้สารสนเทศอย่างรวดเร็วไม่ว่าอยู่มุมใดของโลกเพราะใช้สื่อไร้พรมแดน

ความหมายของชุดทดลอง

ชุดทดลองเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อแสดงเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตร หรือทฤษฎีที่กำหนดไว้แล้ว หรือใช้เพื่อทดลองหาความสัมพันธ์สร้างกฎเกณฑ์ขึ้นใหม่โดยแสดงผลให้เห็นจริงได้ในรูปของค่าที่แสดง ความร้อน แสง เสียง หรือปฏิกิริยาอื่น ๆ ปัจจุบันได้มีการใช้ชุดทดลองในลักษณะของการสาธิตหน้าชั้นเรียน หรือเป็นชุดฝึกสำหรับการเรียนรายบุคคลอย่างแพร่หลาย ซึ่งชุดทดลองทำให้การเรียนรู้เห็นจริงได้ นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนค่อนข้างสูงด้วย (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530, หน้า 67)

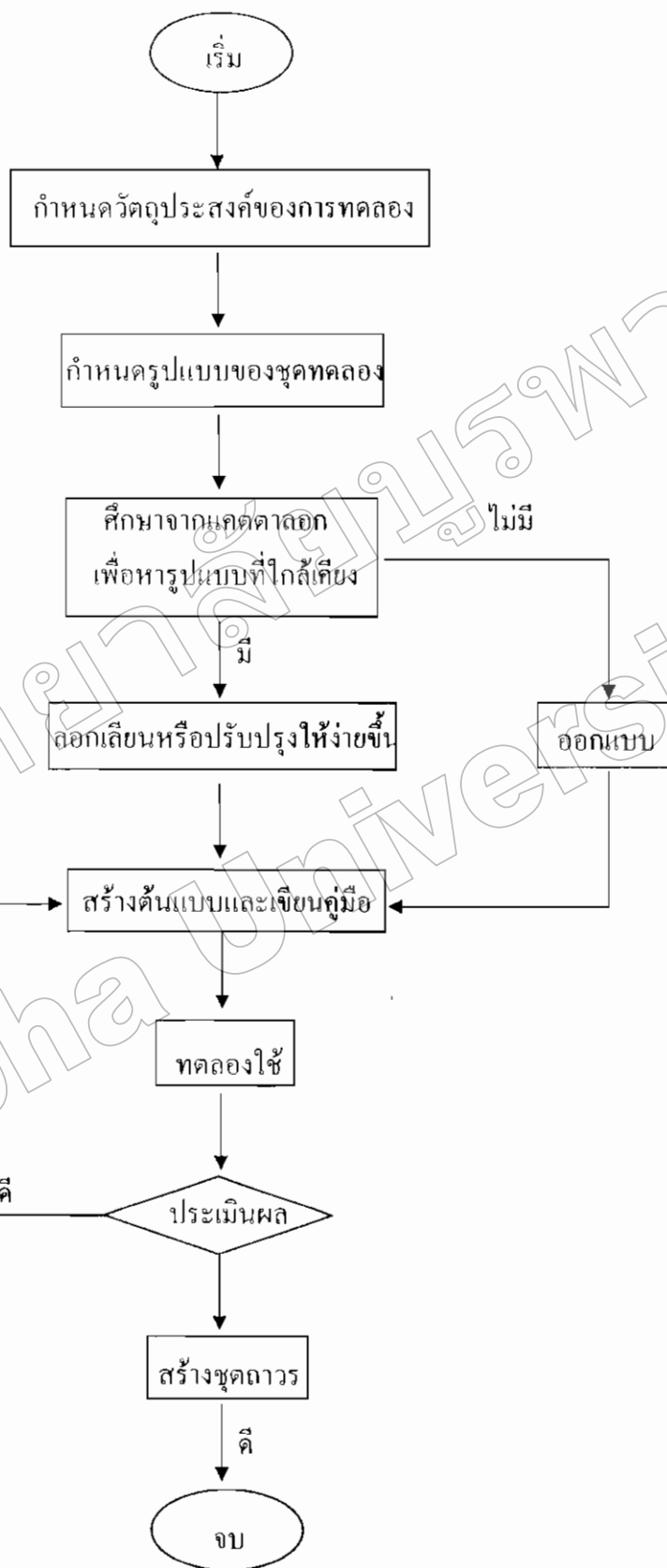
การออกแบบและการสร้างชุดทดลอง

การออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก และค่อนข้างละเอียด ผู้สร้างจะต้องพิจารณาองค์ประกอบทุก ๆ ด้านที่เกี่ยวข้อง ประการแรกที่สำคัญได้แก่ การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของบทเรียนว่าเนื้อหาหลัก ต้องการอะไร ผู้เรียนต้อง มีกิจกรรมอย่างไรจึงจะแสดงว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ ถ้าต้องการแสดงออกด้วยผลการทดลอง กันคว้า หรือหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ชุดทดลองประกอบ หรือใช้ สื่อความหมาย ก็จะต้องสร้างชุดทดลองโดยออกแบบขึ้นเอง หรือดัดแปลงแก้ไขตามแบบที่มีอยู่ โดยมีขั้นตอนการสร้างพอโดยสรุป ตามภาพที่ 2-3 (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530, หน้า 69-71)

ในการออกแบบและสร้างชุดทดลองขึ้นใหม่โดยการปรับปรุงหรือพัฒนาจากรูปแบบ หรือจากชุดทดลองอื่น ๆ ที่มีอยู่ ควรพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ชุดทดลองสำหรับสาธิตหน้าชั้นเรียนต้องมีขนาดเหมาะสม การแสดงผลเห็นได้ทั่วถึงชัดเจน
2. ความปลอดภัยในการใช้ โดยเฉพาะชุดทดลองสำหรับผู้เรียน เช่น ขนาดแรงดัน สวิตช์ ป้องกันอุปกรณ์ตัดวงจร เป็นต้น
3. มีความสะดวกในการใช้งาน ไม่ต้องประกอบกันอุปกรณ์อื่น ๆ โดยไม่จำเป็น
4. มีโครงสร้างง่าย และวัสดุที่หาได้ทั่วไป เพื่อความสะดวกต่อการซ่อมแซม
5. มีการยึดหยุ่นกับการประยุกต์ใช้กับวัตถุประสงค์อื่นได้ โดยการเพิ่มรายละเอียด

บางส่วน



ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลอง

การประเมินชุดทดลอง

แนวทางในการประเมินคุณภาพของสื่อการสอนโดยทั่ว ๆ ไป พอสรุปได้ดังนี้
(พิสิฐ เมธากัทร และธีระพล เมธิกุล, 2531, หน้า 171-173)

1. ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)

1.1 ด้านวัตถุประสงค์

1.1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์

1.1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายและวัตถุประสงค์

1.2 ด้านเนื้อหา

1.2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด

1.2.2 เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้

1.2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก (Logic)

1.3 ด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

1.3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

1.3.2 สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย ให้มีความหมายและ
เป้าหมายมากขึ้น

1.3.3 สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีและสั้นลง

1.3.4 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

1.3.5 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีขึ้น

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

2.1 ด้านผู้เรียน

2.1.1 สื่อเหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน

2.1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2 ด้านผู้สอน

2.2.1 สื่อไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอย

2.2.2 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. องค์ประกอบเกี่ยวกับความพร้อมและนำไปใช้

3.1 ด้านวัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 ใช้วัสดุราคาสมควรแก่ความจำเป็น

3.1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ตามวิทยาลัยทั่วไป

3.2 ด้านเวลา

3.2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก

3.2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากเกินไป

3.3 ด้านการใช้งาน

3.3.1 สามารถนำไปใช้งานได้ง่ายและสะดวก

3.3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

3.3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่น ๆ ขณะนำไปใช้งาน