สถาบัน THE BEST CENTER
2145/7 ซ.รามคำแหง 43/1 ถ.รามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
โทร.0-2318-6868, 0-2314-1492 โทรสาร 0-2718-6274
www.thebestcenter.com facebook.com/bestcentergroup
คุณภาพทางวิชาการต้องมาที่ 1
คู่มือเตรียมสอบ


# นักวิทยาศาสตร์ (พนักงานราชการทั่วไป)

## กรมพัฒนาที่ดิน

ปี69

## แนวข้อสอบมากกว่า 300 ข้อ

**ความรู้ความสามารถทั่วไปและความสามารถที่ใช้เฉพาะตำแหน่ง**

**หลักสูตรและวิธีการประเมินความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะ ครั้งที่ 1**

ทดสอบเพื่อวัดความรู้ความสามารถที่ใช้เฉพาะตำแหน่ง โดยวิธีการสอบข้อเขียนแบบปรนัย เกี่ยวกับความรู้ดังต่อไปนี้ (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

(1) บทบาทหน้าที่และภารกิจของกรมพัฒนาที่ดิน
(2) การวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และการปรับปรุงบำรุงดิน
(3) การวิเคราะห์วิจัยสมบัติทางเคมีชีวภาพ และกายภาพที่เกี่ยวข้องกับดิน โครงสร้างดินและแร่ในดิน
(4) ผลกระทบของสารเคมีหรือสารพิษตกค้างจากการทำการเกษตรต่อสิ่งแวดล้อม
(5) ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน
(6) มาตรฐานและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

**หลักสูตรและวิธีการประเมินความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะ ครั้งที่ 2**

ทดสอบเพื่อประเมินความเหมาะสมกับตำแหน่ง โดยการสอบสัมภาษณ์ (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

(1) ความรู้ความสามารถ
(2) สมรรถนะ
(3) บุคลิกภาพทั่วไปและทัศนคติ


สนใจสั่งซื้อ หรือสอบถามเพิ่มเติม โทร.081-496-9907

LINE: @thebestcenter

299.-

**คู่มือสอบนักวิทยาศาสตร์ (พนักงานราชการทั่วไป)**
**กรมพัฒนาที่ดิน**

รวบรวมและเรียบเรียงโดย.....

ฝ่ายวิชาการ สถาบัน THE BEST CENTER

**ห้ามตัดต่อหรือคัดลอกส่วนใดส่วนหนึ่งของเนื้อหา**

สงวนลิขสิทธิ์ตาม พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

ราคา 299 บาท

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

**The Best Center InterGroup Co., Ltd.**

**บริษัท เดอะเบสท์ เซ็นเตอร์ อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด**

บริหารงานโดย ดร.สิงห์ทอง บัวชุมและอาจารย์จันทนี บัวชุม (ติวเตอร์กุ้ง ย่าน ม. ราม)

เลขที่ 2145/7 ซอยรามคำแหง 43/1 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

โทรศัพท์.081-496-9907,0-2314-1492, 0-2318-6868 โทรสาร. 0-2718-6274 line id: @ thebestcenter

www.thebestcenter.com หรือ www.facebook.com/bestcentergroup

# คู่มือสอบ
# นักวิทยาศาสตร์
## (พนักงานราชการทั่วไป)
# กรมพัฒนาที่ดิน

ราคา 299 -.

# คำนำ

สำหรับชุดคู่มือสอบสำหรับตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ (พนักงานราชการทั่วไป) กรมพัฒนาที่ดิน เล่มนี้ ทางสถาบัน THE BEST CENTER และฝ่ายวิชาการของสถาบันได้เรียบเรียงขึ้น เพื่อให้ผู้สมัครสอบใช้สำหรับเตรียมสอบในการสอบแข่งขันฯในครั้งนี้

ทางสถาบัน THE BEST CENTER ได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้จัดทำหนังสือ เล่มนี้ขึ้นมา ภายในเล่มประกอบด้วยทุกส่วนที่กำหนดในการสอบ เจาะข้อสอบทุกส่วน พร้อมคำเฉลยอธิบาย มาจัดทำเป็นหนังสือชุดนี้ขึ้น เพื่อให้ผู้สอบได้เตรียมตัวอ่านล่วงหน้า มีความพร้อมในการทำข้อสอบ

ท้ายนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณทางสถาบัน THE BEST CENTER ที่ได้ให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วมในการจัดทำต้นฉบับ ทำให้หนังสือเล่มนี้สามารถสำเร็จขึ้นมาเป็นเล่มได้ พร้อมกันนี้คณะผู้จัดทำขอน้อมรับข้อบกพร่องใดๆ อันเกิดขึ้นและยินดีรับฟังความคิดเห็นจากทุกๆท่าน เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

ขอให้โชคดีในการสอบทุกท่าน

ฝ่ายวิชาการ

สถาบัน The Best Center

**www.thebestcenter.com**

# สารบัญ


- ความรู้เกี่ยวกับกรมพัฒนาที่ดิน 1
- ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั่วไป 4
- ความรู้เกี่ยวกับเคมีทั่วไป 21
- ความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาทั่วไป 56
- ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง 96
- ความรู้เกี่ยวกับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 124
- ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ 127
- ระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ ISO 17025 145
- ระบบประกันคุณภาพการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ 150
- การจัดการห้องปฏิบัติการด้านความปลอดภัยและการจัดการสารเคมี 156
- ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ 170
- ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และการปรับปรุงบำรุงดิน 174
- ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของสารเคมีหรือสารพิษตกค้างจากการทำการเกษตรต่อสิ่งแวดล้อม 225
- ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน 241
  - แนวข้อสอบความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และการปรับปรุงบำรุงดิน 248
  - แนวข้อสอบความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์วิจัยสมบัติทางเคมีชีวภาพ และกายภาพที่เกี่ยวข้องกับดิน โครงสร้างดินและแร่ในดิน 255
  - แนวข้อสอบความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของสารเคมีหรือสารพิษตกค้างจากการทำการเกษตร ต่อสิ่งแวดล้อม 265
  - แนวข้อสอบความรู้เกี่ยวกับปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน 274
  - แนวข้อสอบความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 283
  - รวมแนวข้อสอบนักวิทยาศาสตร์ 289
- เทคนิคการสอบสัมภาษณ์ 342

---

## ความรู้เกี่ยวกับกรมพัฒนาที่ดิน

**ประวัติกรมพัฒนาที่ดิน**

23 พฤษภาคม 2506

ได้มีการประกาศในราชกิจจานุเบกษาให้ใช้พระราชบัญญัติ 3 ฉบับให้มีการจัดตั้งกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติขึ้นโดยรวมงานของกระทรวงสหกรณ์ที่มีอยู่เดิมเข้าไว้กับกรมอื่นอีก รวมทั้งหมด 13 กรม ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินเป็นกรมหนึ่งได้รับการจัดตั้งครั้งนี้ด้วย

29 กันยายน 2515

คณะปฏิวัติอันมี จอมพลถนอม กิตติขจร เป็นหัวหน้า ได้ยุบกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ และแบ่งส่วนราชการใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน จึงได้มีประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 276 ลงวันที่ 29 กันยายน 2515 และประกาศในพระราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษเล่มที่ 89 ตอนที่ 145 ให้กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทานกับกรมส่งเสริมสหกรณ์ ย้ายมาสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

6 ตุลาคม 2526

ได้มีประกาศลงในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 100 ตอนที่ 160 ลงวันที่ 6 ตุลาคม 2526ให้พระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2526 มีผลบังคับใช้ ซึ่งได้กำหนดอำนาจ และหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดินในมาตรา 10 และมาตรา 14

5 เมษายน 2527

ได้มีการออกพระราชกฤษฎีกา แบ่งท้องที่ของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ออกเป็นเขต

10 เมษายน 2527

ได้มีการออกพระราชกฤษฎีกา แบ่งส่วนราชการ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2527 ให้มี 9 กอง 13 สำนักงาน

7 พฤศจิกายน 2537

ได้มีการออกพระราชกฤษฎีกา แบ่งส่วนราชการกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์พ.ศ. 2537 โดยมีการปรับปรุงกองและเปลี่ยนชื่อกองใหม่ แต่ยังคงมีหน่วยงานทั้งสิ้น 9 กอง 13 สำนักงาน

9 ตุลาคม 2545

ได้มีการออกกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมพัฒนาที่ดิน

6 มกราคม 2555

ได้มีการออกกฎกระทรางแบ่งส่วนราชการกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ.2554 ประกาศลงในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2555

**ห้าม!! คัดลอก เผยแพร่ ดัดแปลง ส่งต่อ และจำหน่ายเอกสารฉบับนี้โดยเด็ดขาด**

**หากตรวจพบจะดำเนินคดีตามกฎหมาย (สงวนลิขสิทธิ์ สถาบัน The Best Center)**

---

**<u>วิสัยทัศน์ของกรมพัฒนาที่ดิน</u>**

***เป็นองค์การอัจฉริยะทางดิน เพื่อขับเคลื่อนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม 15 ล้านไร่ ภายในปี 2570***

**<u>พันธกิจของกรมพัฒนาที่ดิน</u>**

1. สำรวจ วิเคราะห์ จำแนกดิน และสำมะโนที่ดิน เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย
2. พัฒนางานวิจัยเพื่อสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมการจัดการดินที่สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่
3. สร้างศูนย์กลางข้อมูลอัจฉริยะทางดินของประเทศ เพื่อบริหารจัดการทรัพยากรที่ดินอย่างยั่งยืน
4. พัฒนาที่ดินด้วยระบบการบริหารจัดการเชิงรุก ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมด้านการวางแผน ถ่ายทอดเทคโนโลยี อนุรักษ์ดินและน้ำและปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อรักษาสมดุลความเสื่อมโทรมของที่ดินและนิเวศเกษตร
5. ยกระดับองค์การด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรรม

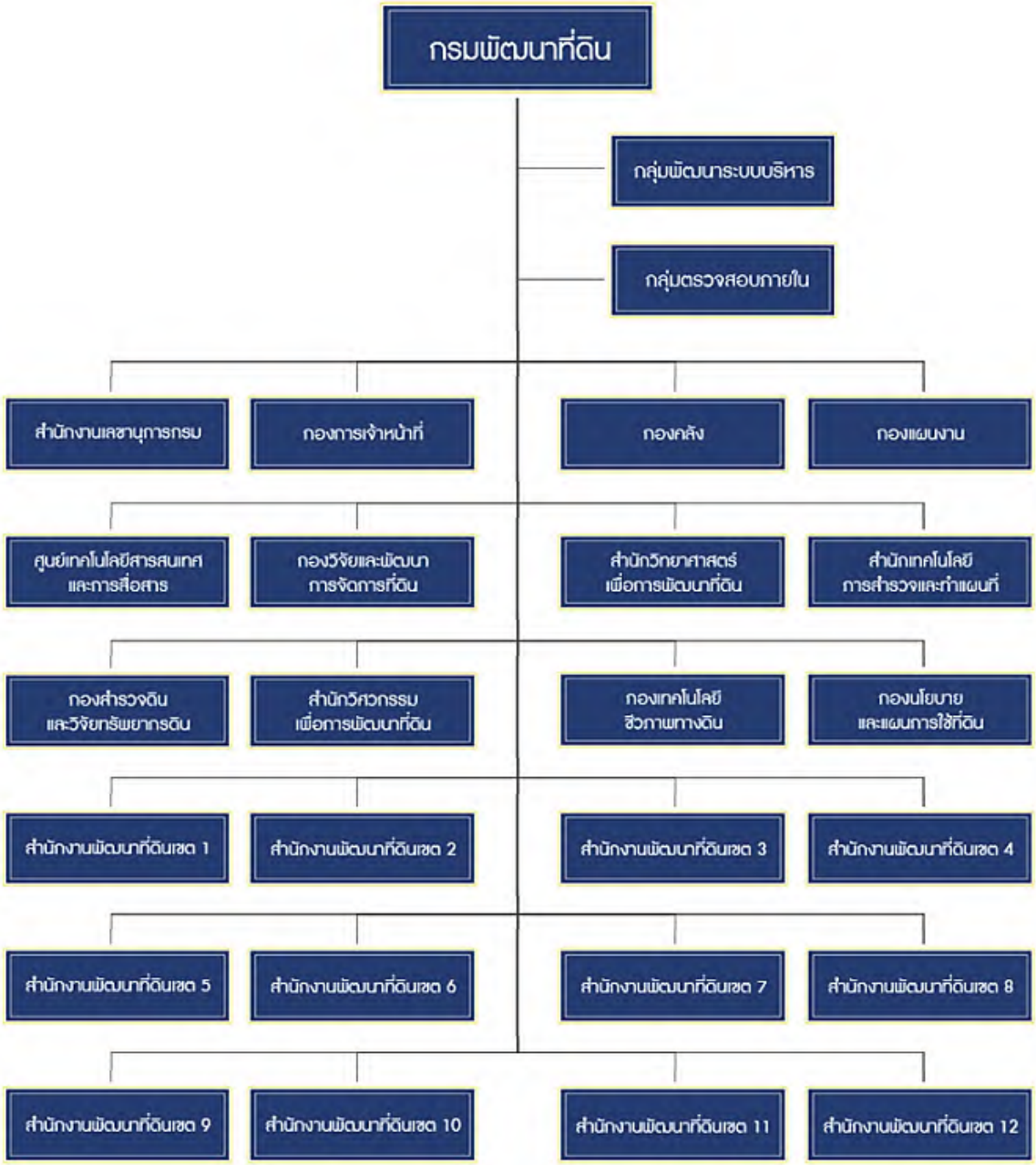
**<u>ค่านิยมองค์กร</u>**

***TEAM For Soils (ทีมดี ดินดี)***

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| T | - | Teamwork | : | สร้างทีม |
| E | - | Energetic | : | ทำงานเชิงรุกอย่างมีพลัง |
| A | - | Agile | : | คล่องแคล่ว |
| M | - | Move Forward | : | มุ่งสู่เป้าหมายเดียวกัน |

**<u>อำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบของกรมพัฒนาที่ดิน</u>**

1. ดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยการพัฒนาที่ดินและกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ และจำแนกดิน เพื่อกำหนดนโยบายและวางแผนการใช้ที่ดิน การกำหนดบริเวณการใช้ที่ดิน การควบคุมการใช้ที่ดินบริเวณที่มีการใช้หรือทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมี หรือวัตถุอื่นใด การกำหนดเขตอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งติดตามสถานการณ์สภาพการใช้ที่ดิน
3. ศึกษา วิจัย และพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการเกษตรในไร่นา การปรับปรุงบำรุงดิน การผลิตและใช้เทคโนโลยีชีวภาพทางดิน การปรับปรุงและพัฒนาพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการที่ดินเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตร
4. ให้บริการวิเคราะห์และตรวจสอบดิน น้ำ พืช ปุ๋ย พร้อมให้คำแนะนำเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ การปรับปรุงบำรุงดิน และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ดิน
5. ศึกษา วิเคราะห์ และผลิตแผนที่ภาพถ่าย จัดทำสำมะโนที่ดิน และพัฒนาระบบแผนที่ฐาน เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการใช้ การพัฒนาการผลิต การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางการเกษตรและอื่น ๆ
6. ถ่ายทอดผลการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และให้บริการด้านการพัฒนาที่ดิน รวมทั้งสร้างเครือข่ายหมอดินอาสาและกลุ่มเกษตรกรให้เข้มแข็ง เพื่อรองรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี และมีส่วนร่วมในการพัฒนาที่ดินและด้านอื่น ๆ
7. ปฏิบัติการอื่นใดตามที่กฎหมายกำหนด ให้เป็นอำนาจหน้าที่ของกรมหรือตามที่รัฐมนตรีหรือคณะรัฐมนตรีมอบหมาย


กรมพัฒนาที่ดิน
กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร
กลุ่มตรวจสอบภายใน
สำนักงานเลขานุการกรม
กองการเจ้าหน้าที่
กองคลัง
กองแผนงาน
ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร
กองวิจัยและพัฒนา การจัดการที่ดิน
สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน
สำนักเทคโนโลยี การสำรวจและทำแผนที่
กองสำรวจดิน และวิจัยทรัพยากรดิน
สำนักวิศวกรรม เพื่อการพัฒนาที่ดิน
กองเทคโนโลยี ชีวภาพทางดิน
กองนโยบาย และแผนการใช้ที่ดิน
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 2
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12

---

## ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั่วไป

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้จากธรรมชาติ ที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์และมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ การได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ อนามัย อาหาร การดำรงชีวิต จะช่วยให้มนุษย์มีสุขภาพแข็งแรง และวิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ จะเห็นว่าความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การที่เราจะอยู่ได้อย่างทันโลกและทันเหตุการณ์ จำเป็นต้องศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ เพราะวิทยาศาสตร์มีประโยชน์เกี่ยวข้องกับชีวิตและเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคุณภาพที่ดีแก่ชีวิต

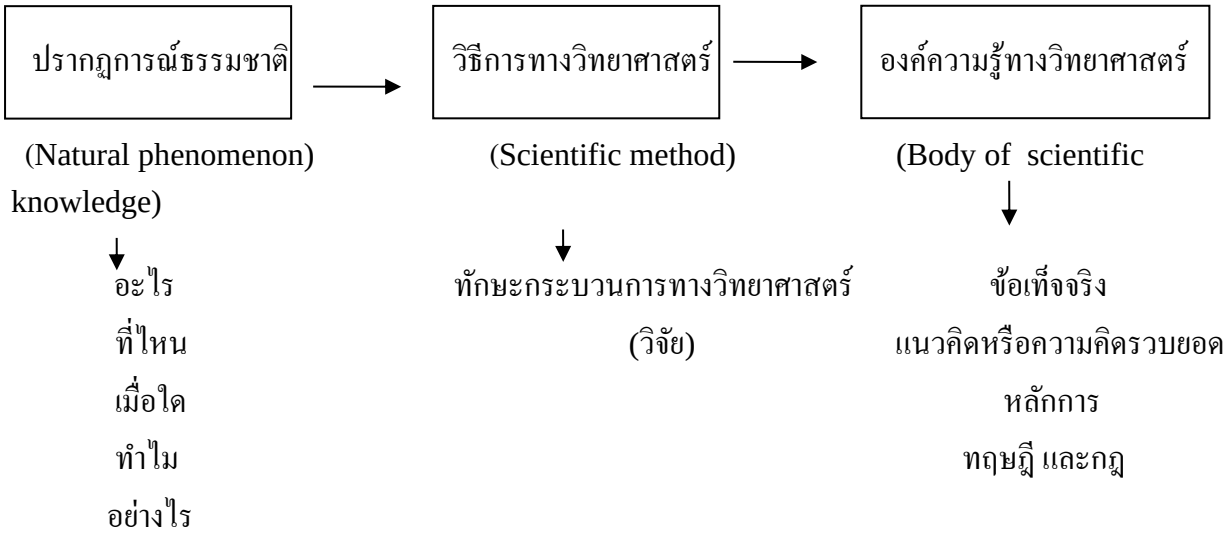
**➢ความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledge) เป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ความรู้เหล่านั้นก็จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่

สิ่งที่จะเรียกว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น จะต้องอยู่บนเงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

1. เป็นความรู้ทางธรรมชาติ
2. ได้จากการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้าศึกษาค้นคว้า
3. เป็นความรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ หรือยืนยันแล้วว่าเป็นความจริง (Tested knowledge ) ตามเงื่อนไขนี้

ที่มาขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในอดีตส่วนใหญ่ จะมีที่มาและได้จากความสามารถในการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวมนุษย์ ความอยากรู้อยากเห็น จะทำให้เกิดข้อสงสัย ที่จะตอบคำถาม และการไตร่ตรองหาคำอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลและใช้วิธีการอย่างเป็นระบบทำให้ได้ตัวความรู้ หรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์




ภาพที่ 1 แบบจำลองที่มาขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

---

➢**ประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

นักวิชาการและผู้รู้หลายท่าน จำแนกประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531, น.11) แบ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริง (fact)
2. ความคิดรวบยอด (concept)
3. กฎ (law)
4. หลักการ (principle)
5. ทฤษฎี (theory)
6. สมมติฐาน (hypothesis)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537, น.2) แบ่งประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริงวิทยาศาสตร์ (scientific fact)
2. มโนมติ (concept)
3. หลักการ (principle)
4. กฎ (law)
5. สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ (scientific hypothesis)
6. ทฤษฎี (theory)

จากการจำแนกประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น จะเห็นว่า มีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกัน ในที่นี้จะจำแนกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 6 ประเภท คือ

1. **ข้อเท็จจริง (**Facts )

หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ หรือปรากฏการณ์หรือสิ่งใด ๆ ที่เป็นอยู่จริงไม่เปลี่ยนแปลง ที่ได้จากการสังเกตโดยตรง หรืออาจต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการสังเกต ที่สำคัญความรู้ประเภทข้อเท็จจริงจะต้องเป็นจริงเสมอโดยสามารถสาธิตและทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง ข้อเท็จจริงมีลักษณะเป็นข้อความเดี่ยวๆ ที่ตรงไปตรงมา ข้อเท็จจริงจัดเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทอื่นๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้น

<u>ตัวอย่างของความรู้ประเภทข้อเท็จจริง เช่น</u>

" น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ " (สังเกตได้โดยตรง)

" สารอาหารได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ น้ำ "

" น้ำแข็งลอยน้ำได้ "

" น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ณ บริเวณที่ระดับน้ำทะเล"

" เกลือมีรสเค็ม"

" สเปคตรัมของแสงอาทิตย์มี 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง" (ใช้อุปกรณ์ช่วย)

" พระอาทิตย์ขึ้นทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก "

"แมงมุมมี 8 ขา "

ข้อเท็จจริง สามารถตรวจสอบเชิงปริมาณได้โดยการ ชั่ง ตวง วัด ได้ ดังนั้นสิ่งที่จะเป็นข้อเท็จจริงได้นั้น ต้องผ่านการพิสูจน์โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ ข้อเท็จจริง อาจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาได้ หากปัจจัยที่ทำให้เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลง สิ่งที่ปรากฏให้เห็นและเป็นไปอยู่เป็นนิจตามธรรมชาติ เคยเป็นอย่างไรก็เป็นอย่างนั้น เป็นความจริงที่เป็นสากล เราเรียกว่า ความจริง (truth) ความจริงมีความแตกต่างจากข้อเท็จจริงตรงที่ความจริงนั้น เป็นสิ่งที่ได้รับการพิสูจน์ในเชิงเหตุผลหรือประจักษ์แล้วว่าเป็นจริงไม่อาจเป็นอย่างอื่นได้ ส่วนข้อเท็จจริงนั้นอาจเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัย แต่อย่างไรก็ตามข้อเท็จจริงที่ผ่านการพิสูจน์หลายๆ ครั้ง ว่าเป็นจริง จนเป็นกฎที่ไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ก็ยอมรับเป็นความจริงได้

2. **ความคิดรวบยอด** ( Concept ) บางคนอาจใช้คำว่า มโนมติ มโนภาพ หรือ มโนทัศน์

ความคิดรวบยอดเป็นความคิดหลัก (main idea) ของบุคคลที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ เมื่อบุคคลได้สังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ จะทำให้เกิดการรับรู้ แล้วนำมาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมที่บุคคลนั้นมีอยู่แล้ว ซึ่งจะทำให้มีความรู้มากขึ้น ความคิดรวบยอดของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน ความคิดรวบยอดหนึ่งๆอาจเกิดจากการนำความคิดรวบยอด หลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสากล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ บทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนมากขึ้น

ดังนั้นความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นำมาสรุปรวมกัน ซึ่งเกิดจากการสรุปรวมความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งของทั้งหลายและเกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่างๆ มาสรุปรวมเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง

**ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์แบ่งได้ 3 ประเภท คือ**

2.1ความคิดรวบยอด เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (classification concept)

เป็นความคิดรวบยอดที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ โดยการนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ตัวอย่างเช่น

- ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่างๆได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย
- แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็นปล้อง แบ่งเป็น 3 ส่วน
- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง มีเลือดอุ่น เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีหัวใจ 4 ห้อง มีฟันฝังในขากรรไกร

2.2 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (correlation concept)

เป็นความคิดรวบยอดที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ได้ มักจะเป็นความคิดรวบยอดที่แสดงว่าเท่ากัน สูงกว่า ต่ำกว่า ระหว่าง มาก น้อย ตัวอย่างเช่น

- ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรมากขึ้น
- ความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน
- อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

2.3 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็น หรือเรียกว่า ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี (theoretical concept) เป็นความคิดรวบยอดที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ตัวอย่างเช่น

- โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์
- อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน และอนุภาคเล็กๆ อีกจำนวนหนึ่ง
- น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน

<u>ตัวอย่างความคิดรวบยอดที่เกิดจากข้อเท็จจริง เช่น</u>

" น้ำแข็ง คือ น้ำที่อยู่ในสถานะของเหลว "

" แมลง คือ สัตว์ที่มี 6 ขา และลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน "

" สสาร คือสิ่งที่มีตัวตน มีมวล ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้"

<u>ตัวอย่าง ความคิดรวบยอดที่เกิดจากการสรุปรวมความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น</u>

" สสารเปลี่ยนสถานะได้ถ้าเราเพิ่มหรือลดพลังงาน "

"ใบไม้แต่ละชนิดมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน"

"คนในเขตหนาวต้องการอาหารประเภทไขมันสากกว่าคนในเขตร้อน"

<u>ตัวอย่าง ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่างๆ</u> มาสรุปรวมกันเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปถึงความรู้ระดับสูง เช่น

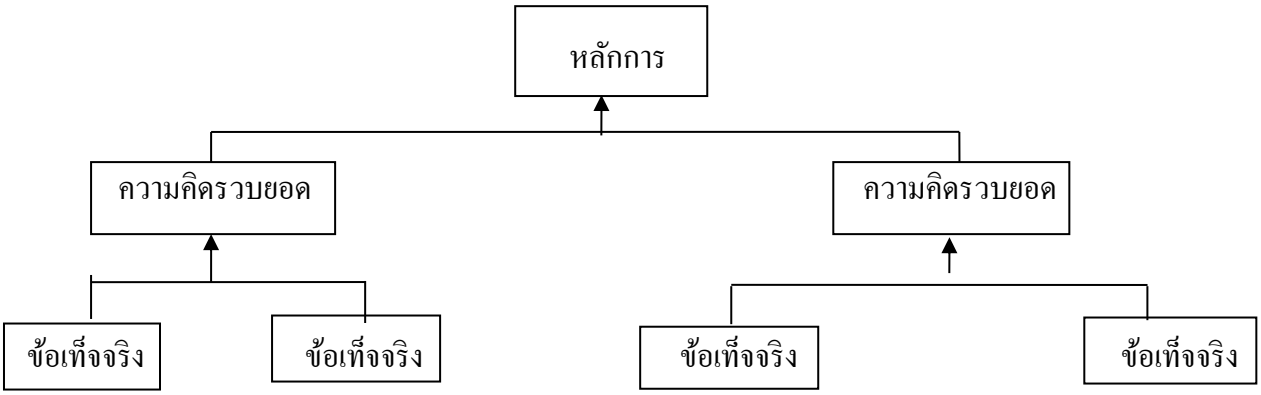
" ยีนส์ที่มีในโครโมโซมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะทางพันธุกรรม "

"ความหนาแน่นเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตร"

**3.หลักการ ( Principles ) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าความจริงหลัก**

หลักการเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่ผสมผสานความคิดรวบยอดที่ได้รับการทดสอบว่าเป็นจริงแล้วตั้งแต่ 2 ความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกันสามารถนำไปใช้ในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้หลักการต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้และได้ผลตามเดิม ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

หลักการแตกต่างจากความคิดรวบยอดตรงที่หลักการเป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงได้ มีความเป็นปรนัยและเป็นที่เข้าใจตรงกัน แต่ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งเดียวกันของทุกคนอาจจะไม่เหมือนกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคลเนื่องจากหลักการมีความเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความคิดรวบยอด จึงอาจเขียนแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้




ภาพที่ 2. แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด และหลักการ

จากภาพที่ 2. จะเห็นว่าหลักการเกิดจากความคิดรวบยอด ที่ได้รับการกลั่นกรองว่าจริง มีความเป็นปรนัยทุกคนเข้าใจตรงกันทดสอบได้ผลอย่างเดียวกัน ดังนั้นหลักการจึงเป็นความคิดรวบยอด แต่ความคิดรวบยอด ไม่จำเป็นต้องเป็นหลักการเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าความคิดรวบยอด นั้นเป็นความรู้ประเภทตามจริงที่เข้าใจตรงกันหรือไม่

หลักการอาจเกิดจากการอุปมานความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องจนได้เป็นหลักการแต่บางหลักการเกิดจากการอนุมานจากทฤษฎีด้วย ตัวอย่างเช่น

โลหะทุกชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวหลักการนี้ได้มาจากกลุ่มของความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์กันคือ

| **กลุ่มของความคิดรวบยอด** | **หลักการ** |
|---|---|
| "ทองแดง เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว“ | "โลหะทุกชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว" |
| "อลูมิเนียม เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว" | |
| "เหล็กเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว" | |

นั่นคือทั้งเหล็ก ทองแดง และอลูมิเนียมต่างเป็นโลหะนั่นเอง

คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต หลักการนี้ได้มาจากกลุ่มของความคิดรวบยอด ที่มีความสัมพันธ์กันคือ

| **กลุ่มของความคิดรวบยอด** | **หลักการ** |
|---|---|
| " ข้าวเป็นสารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต" | "คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารให้ |
| " เนื้อปลาเป็นสารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต " | พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต" |
| " น้ำมันหมูเป็นสารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต" | |

นั่นคือ ข้าวเป็นคาร์โบไฮเดรต เนื้อปลาเป็นโปรตีน และน้ำมันหมูเป็นไขมัน นั่นเอง

ตัวอย่างหลักการทางวิทยาศาสตร์

-ขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกัน

-แสงจะหักเหเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ที่มีความหนาแน่นต่างกัน

-เมื่อวัตถุจมลงไปในของเหลว น้ำหนักของวัตถุจะมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวในส่วนที่วัตถุนั้นแทนที่น้ำ

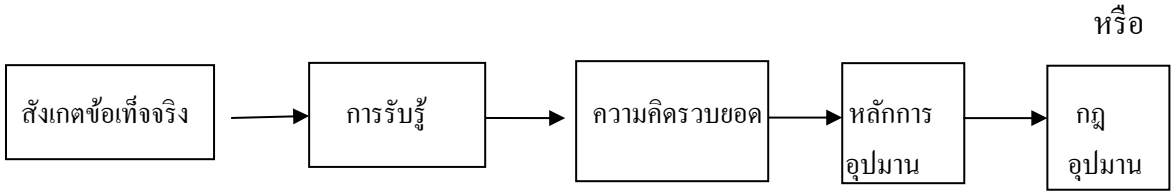
-โมเมนตัมรวมก่อนชนและโมเมนตัมหลังชนของวัตถุที่ชนกันจะมีค่าเท่ากัน

4. **กฎ (** Laws )

เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง กฎและหลักการสามารถใช้แทนกันได้หรืออาจเรียกว่า กฎก็คือหลักการอย่างหนึ่ง แต่เป็นหลักการที่มักจะเน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ซึ่งอาจเขียนสมการแทนได้ กฎมีลักษณะทั่วไปเช่นเดียวกับหลักการ กฎมีความเป็นจริงในตัวเอง มีความเป็นปรนัย ทดสอบได้ผลตรงกันทุกครั้ง ซึ่งหากมีผลการทดลองใดที่ขัดแย้งกับกฎแล้ว กฎนั้นจะต้องยกเลิกไป

กฎส่วนใหญ่ได้มาจากการอุปมาน ( Induction ) โดยนำเอาข้อเท็จจริงทั้งหลายมาผสมผสานกัน แต่บางกฎก็ได้มาจากการอนุมาน ( Deduction ) จากทฤษฎี ดังนี้

1. กฎ จากการอุปมานข้อเท็จจริง โดยการรวบรวมข้อเท็จจริงหลายๆ ข้อเท็จจริงมาสรุปรวมเป็นมโนมติ เป็นหลักการ ซึ่งเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้




ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงการอุปมานข้อเท็จจริงไปเป็นหลักการหรือกฎ

2. จากการอนุมานทฤษฎี โดยการดึงส่วนย่อยของทฤษฎีมาเป็นกฎ ตัวอย่างกฎ เช่น

- กฎของคูลอมบ์ (Coulomb's law) กล่าวว่า "แรงระหว่างประจุไฟฟ้า $Q_1$ และ $Q_2$ จะเป็นปฏิภาคกับประจุและระยะทางระหว่างประจุ" ดังนี้

$$F \alpha \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

โดยที่ r แทนระยะทางระหว่างประจุ

Q แทนประจุไฟฟ้า

F แทนแรง

- กฎของบอยล์ (Boyle's law) กล่าวว่า ถ้าอุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน เขียนเป็นสมการได้ว่า

$V \alpha 1/P$ (ถ้า T คงที่)

โดยที่ V แทนปริมาตรของอากาศ

P แทนความดันของก๊าซ

T แทนอุณหภูมิ

- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton 's law of motion) ประกอบด้วย

1. วัตถุจะเคลื่อนที่หรือหยุดนิ่ง หรือจะเปลี่ยนแปลงความเร็ว จะต้องมีแรงภายนอกไปกระทำ
2. แรงภายนอก เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของโมเมนต์
3. แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ากฎจะเป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลและเขียนเป็นสมการแทนได้ แต่กฎไม่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ว่า ทำไมความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลจึงเป็นเช่นนั้น กฎอธิบายได้เพียงในระดับที่ว่าผลที่ปรากฏให้เห็นนั้นมาจากสาเหตุอะไรเท่านั้น แต่สิ่งที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ภายในตัวกฎได้ก็คือทฤษฎี นั่นเอง

**ห้าม!! คัดลอก เผยแพร่ ดัดแปลง ส่งต่อ และจำหน่ายเอกสารฉบับนี้โดยเด็ดขาด**

**หากตรวจพบจะดำเนินคดีตามกฎหมาย (สงวนลิขสิทธิ์ สถาบัน The Best Center)**

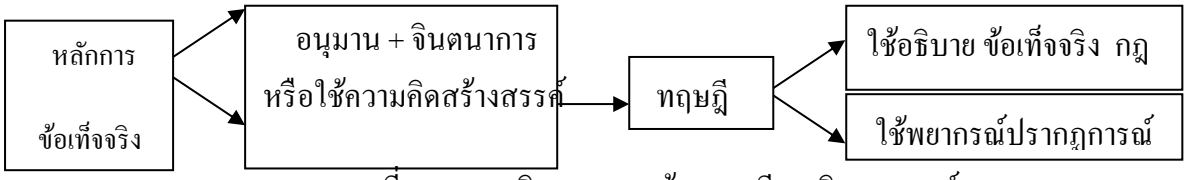
5. **ทฤษฎี** ( Theories )

จากความหมายของกฎและหลักการ จะเห็นว่าเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เป็นสิ่งที่มีอยู่จริงในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ ไม่ได้เป็นผู้สร้างขึ้นแต่สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเองก็คือทฤษฎี ดังนั้น ทฤษฎีจึงเป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยการยอมรับกันทั่วไปในการที่จะใช้อธิบายกฎหรือหลักการ และนำไปใช้พยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้นๆเพราะลำพังเพียงกฎหรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้

ในการสร้างทฤษฎีหรือข้อความที่อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลาย นักวิทยาศาสตร์ทำได้ 2 ทางคือ

1. สร้างทฤษฎีโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลองก่อน แล้วจึงใช้วิธีการอุปมาน (induction)รวมกับการสร้างจินตนาการ สร้างเป็นแบบจำลองหรือข้อความที่ใช้อธิบายผลการสังเกตนั้นให้ได้

2. สร้างทฤษฎีขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง ต่อมาถ้าทฤษฎีเหล่านั้นสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ ทฤษฎีเหล่านั้นก็เป็นที่เชื่อถือ และอนุมานไปเป็นหลักการหรือกฎต่อไป ซึ่งอาจเขียนได้เป็นแผนภูมิดังนี้




ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงการสร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

การที่นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับว่าทฤษฎีจะเป็นที่เชื่อถือได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการ คือ (ภพ เลาหไพบูลย์ , 2537 น.7 )

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการและข้อเท็จจริงเรื่องราวทำนองเดียวกันได้
2. ทฤษฎีจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้
3. ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏที่อาจเกิดตามมาได้

**ทฤษฎีเป็นความคิดของนักวิทยาศาสตร์ อาจถูกหรือผิดก็ได้ มีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อได้รับข้อเท็จจริงเพิ่มขึ้นหรือน่าเชื่อถือมากขึ้น** และหากทฤษฎีใดไม่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว ทฤษฎีนั้นก็ต้องล้มเลิกไป ตัวอย่างทฤษฎี เช่น

- ทฤษฎีโมเลกุลของสารแม่เหล็ก

กล่าวว่า “สารแม่เหล็กทุกชนิดจะมีโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งมีอำนาจแม่เหล็กอยู่ แต่ละโมเลกุลจะมีขั้วเหนือขั้วใต้ หากโมเลกุลแม่เหล็กเหล่านี้เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ อำนาจแม่เหล็กจะถูกทำลายกันเองหมด เพราะขั้วเหนือและขั้วใต้มีอำนาจคนละชนิด ถ้าหากโมเลกุลแม่เหล็กเหล่านี้เรียงตัวกันเป็นระเบียบขั้วเหนือชี้ไปปลายหนึ่ง ขั้วใต้ชี้ไปอีกปลายหนึ่ง ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นอำนาจแม่เหล็กจึงไม่ทำลายกัน แต่จะเสริมกัน ”

ทฤษฎีโมเลกุลของสารแม่เหล็กนี้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เพราะ

1. สามารถนำไปอธิบายข้อเท็จจริงที่ว่าแม่เหล็กดูดเหล็กได้ แม่เหล็กขั้วเหมือนกันจะผลักกันขั้วต่างกันจะดูดกัน

2. สามารถอนุมานไปเป็นกฎเกี่ยวกับการดูดและการผลักกันระหว่างขั้วแม่เหล็กได้ คือ

2.1.แม่เหล็กขั้วเหมือนกันจะผลักกัน แม่เหล็กขั้วต่างกันจะดูดกัน

2.2.แรงที่เกิดระหว่างขั้วจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของกำลังขั้วของแม่เหล็กและจะเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะทางที่ห่างกันยกกำลังสอง

3. สามารถพยากรณ์ ได้ว่าถ้านำแท่งเหล็กไปตัดออกเป็นกี่ท่อนก็ตาม แต่ละท่อน ก็ยังคงสภาพเป็นแม่เหล็ก เพราะแต่ละท่อนมีโมเลกุลที่เป็นแม่เหล็กเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบอยู่แล้ว

- ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ (The kinetic theory of gases) มีใจความว่า

" ก๊าซทั้งหลายประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ที่เรียกว่า โมเลกุล ขนาดของโมเลกุลเล็กมาก เมื่อเทียบกับระยะทางระหว่างโมเลกุล ปริมาตรของโมเลกุลยิ่งแทบจะไม่ต้องคำนึงเลย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรทั้งหมดของก๊าซ โมเลกุลของก๊าซไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันและกัน จะไม่หยุดนิ่งจะเคลื่อนที่โดยอิสระไปทุกทิศทุกทาง ในการเคลื่อนที่นี้โมเลกุลจะมีการชนกันเอง หรือปะทะภาชนะจะไม่เสียพลังงาน ภายหลังการชนไปแล้วโมเลกุลจะเปลี่ยนทิศทางและเปลี่ยนความเร็ว โมเลกุลบางตัวจะชนผนังภายในของภาชนะที่บรรจุมัน ถ้าชนแรงจะเกิดความดันมาก ถ้าชนน้อยจะเกิดความดันน้อย ความเร็วโมเลกุลของก๊าซจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงโมเลกุลของก๊าซจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นก่อให้เกิดความดันผนังมากขึ้น ถ้าอุณหภูมิต่ำโมเลกุลของก๊าซจะเคลื่อนที่ช้าลง ก่อให้เกิดความดันผนังน้อย พลังงานจลน์เฉลี่ยของก๊าซ เป็นปฏิภาคกับอุณหภูมิสมบูรณ์ พลังงานจลน์เฉลี่ยของก๊าซทุกชนิดเท่ากันหมดที่อุณหภูมิเดียวกัน"

**ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เพราะ**

1.ลูกโป่งเวลาอยู่กลางแดดจะพองขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากโมเลกุลของก๊าซเมื่อได้รับความร้อนจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น เกิดการกระทบกระทั่งกันมากขึ้น เกิดการชนผิวภายในลูกโป่งมากขึ้นและแรงขึ้นกว่าเดิม ความดันภายในจึงมากขึ้น ดังนั้นลูกโป่งจึงขยายตัวออก

2.ลูกโป่งเวลาเป่าอากาศเข้าไปมากๆจะกลายเป็นของเหลว อธิบายว่า ก๊าซเวลาเย็นลงความเร็วโมเลกุลจะช้าลง แรงกระทบระหว่างโมเลกุลจะลดน้อยลงมาก ทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่ช้าๆและอยู่ใกล้กันมากขึ้น เมื่ออยู่ใกล้กันแรงดึงดูดระหว่างกันมากขึ้น ยิ่งเย็นลงมากๆโมเสกุลจะอัดกัน แรงดึงดูดโมเลกุลจะมากสุดจึงเกิดการเกาะกันแน่น ปริมาตรจะเล็กลงจะกระทั่งถึงจุดๆหนึ่งโมเลกุลจะยึดกันเป็นก้อนเดียว จึงเป็นของเหลว

6. **สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์** ( Scientific hypotheses )

เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์ ศึกษาและสร้างขึ้น เพื่อการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหา โดยอาศัยข้อมูลและประสบการณ์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานหรือคาดคะเนจากความเชื่อ หรือความบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์คำตอบที่คาดนั้นจะเป็นจริงหรือไม่ยังไม่ทราบแน่ชัดจะต้องมีการทดสอบโดยการทดลอง หาหลักฐานมาสนับสนุนหาเหตุผลที่สนับสนุนหรือคิดค้น ทั้งทางตรงทางอ้อมของสมมติฐานนั้นเสียก่อน การพิจารณาว่าข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ควรยึดหลักที่ว่า ข้อความที่จะเป็นสมมติฐานจะต้องเป็นข้อความที่คาดคะเนคำตอบ โดยที่บุคคลนั้นยังไม่เคยรู้หรือไม่เคยเรียนมาก่อน หากเคยเรียนต้องจัดเป็นข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือหลักการเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม สมมติฐานบางอย่างอาจเป็นที่ยอมรับในช่วงสมัยหนึ่ง**แต่อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิก** เมื่อมีผู้ค้นพบข้อเท็จจริง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นเป็นเวลานาน โดยไม่มีหลักฐานใดมาคัดค้านสมมติฐานนั้น ทำให้สมมติฐานนั้นได้รับการยอมรับว่าเป็นข้อเท็จจริง ซึ่งมักจะปรากฏในรูปของกฎ เช่น สมมติฐานของอาโวกาโดกลาย เป็นกฎของอาโวกาโด เป็นต้น

**<u>ตัวอย่างของสมมติฐาน เช่น</u>**

“ สมมติฐานของอาโวกาโด ที่ว่า “ก๊าซทุกชนิดเมื่อมีปริมาตรเท่ากันภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน”

“ ถ้าเพิ่มตัวละลาย จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น”

“ ภูเขาโก่งตัวขึ้นเกิดจากแรงดันภายในเปลือกโลก ทำให้หินชั้นโค้งงอ ความกว้างลดลง แต่ส่วนหนาเพิ่มขึ้น”

“ โลกและดวงจันทร์มีกำเนิดมาพร้อม ๆ กัน “

“ นักศึกษาคนหนึ่งมีความคิดว่า ลูกที่เกิดมาจากพ่อแม่ที่มีสีผิวแตกต่างกัน ลูกที่เกิดมาน่าจะมีสีผิวเหมือนแม่ ”

“ เมื่อพืชได้รับแสงมากขึ้น พืชจะเจริญเติบโตมากขึ้น”

“ ถ้าโลกนี้ปราศจากพืช สิ่งมีชีวิตอื่น ๆจะไม่สามารถดำรงอยู่ต่อไป”

---

➢ **บทสรุป**

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ที่มีการค้นพบสะสมกันมาเป็นความรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบว่ามีความรู้ใหม่เหมาะสมกว่า ดีกว่า ถูกต้องกว่า กฎหรือทฤษฎีที่รวบรวมไว้ก็จะมีการปรับปรุงเปลี่ยนไปให้ถูกต้องยิ่งขึ้น วิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่มีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นเรื่อยๆ ไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ จนถึงขั้นนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปพัฒนาในการผลิตในระบบโรงงาน การผลิตสินค้าและบริการต่างๆ กลายเป็นเทคโนโลยี (Technology)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่มีคุณค่าถ้าหากปราศจากเทคโนโลยีมาเชื่อมโยงและเทคโนโลยีที่ปราศจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ก็ไม่สามารถจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุด ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดเทคโนโลยี และเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น วิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดที่มีเหตุผล สร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และวิจารณ์ และมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ในสังคมที่มีสิ่งแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นผู้มีความสามารถ และมีความสำคัญต่อการพัฒนาชุมชนและสังคม การได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ความ เจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ล้วนมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวัน มนุษย์จึงควรศึกษาเพื่อให้สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต

➢ **กระบวนการแสวงหาความรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์**

กระบวนการแสวงหาความรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นหาความรู้จากธรรมชาติได้อย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย

1. วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Skill)
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

**วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่มีระเบียบแบบแผน นำไปใช้ในการค้นหาความรู้ใหม่ หรือใช้ในการทดสอบความรู้เดิมที่ได้มาแล้ว ตลอดจนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ

1. **วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (**Scientific Method) หรือวิธีแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ เป็นระบบและมีลาดับขั้นตอนแน่นอน ประกอบด้วย

1.1 **การสังเกตและการตั้งปัญหา (**Observation and problem)

**การสังเกต (**Observation) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเรา เมื่อได้ข้อสังเกตบางอย่างที่เราสนใจจะทำให้ได้สิ่งที่ตามมาคือ ปัญหา (Problem) เช่น การสังเกตต้นหญ้าใต้ต้นไม้ใหญ่ หรือต้นหญ้าที่อยู่ใต้หลังคามักจะไม่งอกงาม ส่วนต้นหญ้า ในบริเวณใกล้เคียงกันที่ได้รับแสงเจริญงอกงามดี

**การตั้งปัญหา** การตั้งปัญหานั้นสำคัญกว่าการแก้ปัญหา" เพราะการตั้งปัญหาที่ดีและชัดเจนจะทำให้ผู้ตั้งปัญหาเกิดความเข้าใจและมองเห็นลู่ทางของการค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น ดังนั้นจึงต้องหมั่นฝึกการสังเกตสิ่งที่สังเกตนั้น

เป็นอะไร?

เกิดขึ้นเมื่อไร?

เกิดขึ้นที่ไหน?

เกิดขึ้นได้อย่างไร?

ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น? เช่น

"แสงแดดมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงามของต้นหญ้าหรือไม่"

"แบคทีเรียในจานเพาะเชื่อเจริญช้าไม่งอกงามถ้ามีราสีเขียวอยู่ในจานเพาะเชื้อนั้น"

1.2 **การตั้งสมมติฐาน** (Formulation of Hypothesis)

คือการคาดคะเนคาตอบที่อาจเป็นไปได้หรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าบนฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ และการศึกษาเอกสารต่างๆ โดยคำตอบของปัญหาซึ่งคิดไว้นี้อาจถูกต้องแต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับจนกว่าจะมีการทดลองเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบเสียก่อน จึงจะทราบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นควรตั้งสมมติฐานไว้หลายๆ ข้อ และทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานไปพร้อมๆ กัน

**การตั้งสมมติฐานที่ดีควรมีลักษณะดังนี้**

1. เป็นสมมติฐานที่เข้าใจง่าย มักนิยมใช้วลี "ถ้า…ดังนั้น"
2. เป็นสมมติฐานที่แนะลู่ทางที่จะตรวจสอบได้
3. เป็นสมมติฐานที่ตรวจได้โดยการทดลอง
4. เป็นสมมติฐานที่สอดคล้องและอยู่ในขอบเขตข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่เคยยอมรับอาจล้มเลิกได้ถ้ามีข้อมูลจากการทดลองใหม่ๆ มาลบล้าง แต่ก็มีบางสมมติฐานที่ไม่มีข้อมูลจากการทดลองมาคัดค้านทำให้สมมติฐานเหล่านั้นเป็นที่ยอมรับว่าถูกต้อง เช่น สมมติฐานของเมนเดลเกี่ยวกับหน่วยกรรมพันธุ์ ซึ่งเปลี่ยนกฎการแยกตัวของยีน หรือสมมติฐานของ อโวกาโดรซึ่งเปลี่ยนเป็นกฎของอโวกาโดร

**ตัวอย่าง**

"ถ้าราเฟนิซิลเลียมยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจะไม่เจริญเมื่อมีราเฟนิซิลเลียมขึ้นรวมอยู่ด้วย"

"ถ้าแสงแดดมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงอมของต้นหญ้า ดังนั้นต้นหญ้าบริเวณที่ไม่ได้รับแสงแดดจะไม่งอกงามหรือตายไป" หรือ

"ถ้าแสงแดดมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญของต้นหญ้า ดังนั้นต้นหญ้าบริเวณที่ได้รับแสงแดดจะเจริญงอกงาม"

1.3 **การตรวจสอบสมมติฐาน หรือขั้นรวบรวมข้อมูล (**Gather Evidence)

การตรวจสอบสมมติฐานจะต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็นเหลักเสมอ (เนื่องจากสมมติฐานที่ดีได้แนะลู่ทางการตรวจสอบและออกแบบการตรวจสอบไว้แล้ว) โดยการตรวจสอบสมมติฐานนี้ได้จาก การสังเกต และการรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกิดจากประสบการณ์ธรรมชาติ และ การทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติ หรือหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลองเพื่อทำการค้นคว้าหาข้อมูลและตรวจสอบดูว่าสมมติฐานข้อใดเป็นคาตอบที่ถูกต้องที่สุด ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กระบวนการ คือ

1 **การออกแบบการทดลอง** คือการวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง โดยให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอ และควบคุมปัจจัยหรือตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการทดลอง แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1.1ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable or Manipulated Variable) คือปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลการทดลองหรือตัวแปรที่ต้องศึกษาทำการตรวจสอบดูว่าเป็นสาเหตุ ที่ก่อให้เกิดผลเช่นกัน

1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลที่เกิดจากการทดลอง ซึ่งต้องใช้วิธีการสังเกตหรือวัดผลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูลไว้ และจะเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระ

1.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Control Variable) คือปัจจัยอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง และต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกชุดการทดลอง เพื่อป้องกันไม่ให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน

**ในการตรวจสอบสมมติฐาน** นอกจากจะควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองจะต้องแบ่งชุด การทดลองออกเป็น 2 ชุด ดังนี้

ชุดทดลอง หมายถึง ชุดที่เราใช้ศึกษาผลของตัวแปรอิสระ

ชุดควบคุม หมายถึง ชุดของการทดลองที่ใช้เป็นมาตาฐานอ้างอิง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งชุดควบคุมนี้จะมีตัวแปรต่างๆ เหมือนชุดทดลองแต่จะแตกต่างจากชุดทดลอง เพียง 1 ตัวแปรเท่านั้น คือตัวแปรที่เราจะตรวจสอบหรือตัวแปรอิสระ

2. **การปฏิบัติการทดลอง** ในกิจกรรมนี้จะลงมือปฏิบัติการทดลองจริงโดยจะดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ และควรจะทดลองซ้ำๆ หลายๆ ครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าได้ผลเช่นนั้นจริง

3. **การบันทึกผลการทดลอง** หมายถึง การจดบันทึกที่ได้จากการทดลองซึ่งข้อมูลที่ได้นี้สามารถรวบรวมไว้ใช้สาหรับยืนยันว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่

ในบางครั้งข้อมูลอาจได้มาจากการสร้างข้อเท็จจริง เอกสาร จากการสังเกตปรากฏการณ์ หรือจากการซักถามผู้รอบรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มานั้นไปแปรผลและลงข้อสรุปในต่อไป ดั้งนั้น การรวบรวมข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.4 **ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (**Analysis of Data)

เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลองหรือการรวบรวมหรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผลแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด (เช่น การหาค่าเฉลี่ยของความสูงของต้นหญ้าจาก 2 สัปดาห์)

1.5 **ขั้นสรุปผล** (Conclusion of Result)

การสรุปผล เป็นขั้นตอนที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลแล้วมาสรุป พิจารณาว่าผลสรุปนั้นเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะกลายเป็นทฤษฎี (Theory) และทฤษฎีนั้นก็สามารถนำไปอธิบายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

**ตัวอย่าง สรุปผลได้ว่า แสงแดดมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงามของต้นหญ้าและสามารถนำผลสรุปในเรื่องนี้ไปใช้ในการปลูกพืช นั่นคือ เมื่อจะปลูกพืชควรปลูกในบริเวณที่แสงแดดส่องถึง จึงจะทำให้พืชเจริญงอกงามดี**

➢ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการ คือกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 กระบวนการ และกระบวนการขั้น ผสมผสานหรือขั้นบูรณาการ 5 กระบวนการ ได้แก่

**กระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 กระบวนการ**

1. **ทักษะการสังเกต** เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างหนึ่งอย่างใด หรือหลายอย่างไปสัมผัสกับเหตุการณ์หรือวัตถุ เพื่อให้ได้รายละเอียดต่างๆ ให้มากที่สุด

2. **ทักษะการวัดเป็นความสามารถในการหาค่าที่แน่นอน** โดยเลือกและใช้ข้อมูลได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. ทักษะการจำแนกประเภท เป็นความสามารถในการแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีหลักในการแบ่งเรียกว่าเกณฑ์

4. **ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส** และสเปสกับเวลาเป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่าง ตำแหน่ง ระยะทางและเวลา

5. **ทักษะการคำนวณ** เป็นความสามารถในการนำค่าตัวเลขมาหาค่าตามที่ต้องการ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

6. **ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล** เป็นความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด และการทดลอง มาจัดรูปเสียใหม่ให้เข้าใจง่ายขึ้น อาจจัดในรูปของข้อความ ตาราง กราฟ แผนผัง แผนภูมิ หรือวงจรตามความเหมาะสม

7. **ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล** เป็นความสามารถในการเพิ่มความคิดเห็น เกินกว่าข้อมูลที่มีอยู่ในลักษณะของการบอกหรืออธิบายถึงต้นเหตุ

8. **ทักษะการพยากรณ์** เป็นความสามารถในการทำนายผล หรือเหตุการณ์ล่วงหน้า โดยอาศัย หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน

กระบวนการขั้นผสมผสาน หรือขั้นบูรณาการ **5** กระบวนการ

9. **ทักษะการตั้งสมมติฐาน** เป็นความสามารถในการคาดคะเนผลหรือคาตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม

10. **ทักษะการกำหนดนิยามเชิง**ปฏิบัติการ เป็นความสามารถในการนำเอาคาหรือข้อความมาอธิบายความหมาย ให้สามารถที่จะสังเกตหรือทดสอบได้

11. **ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร** เป็นความสามารถในการกำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

12. **ทักษะการทดลอง** เป็นความสามารถในการออกแบบการทดลองปฏิบัติทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

13. **ทักษะการตีความหมายและการลงข้อสรุป** เป็นความสามารถในการแปรความหมายและการสรุปเป็นหลักการของข้อมูลได้ถูกต้อง

➢**เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (**Scientific attitudes)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีลักษณะหรือบุคลิกภาพที่แสดงว่ามีวิธีการคิด ท่าที หรือพฤติกรรมที่แสดงต่อ เนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หรืออื่น ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบการพิจารณา การที่ปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และมีการ ค้นพบความรู้ใหม่ๆอีกมากมายนั้น นอกจากรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จาเป็นจะต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือต้องเกิดจากความอยากรู้อยากเห็น ช่างสงสัย เมื่อสงสัยก็อยากทราบคำตอบ จึงคิดหาวิธีการที่จะทำให้ได้คำตอบนั้น ในการที่จะให้ได้ คำตอบจำเป็นต้องอดทนรอคอยความรู้จากความพยายามโดยไม่สนใจว่าความรู้นั้น จะให้ประโยชน์อะไรแก่ตนหรือไม่ คุณลักษณะเช่นนี้ เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ประการ ดังนี้

(1) **มีความอยากรู้อยากเห็น**

- มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม
- ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม
- ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น
- ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

(2) **มีใจกว้าง**

- ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง
- เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดใหม่ๆ
- เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น
- ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

(3) **มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง**

- สังเกตและบันทึกผลต่างๆโดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ
- ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์
- ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใดๆ
- มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
- เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

**(4) มีความเพียรพยายาม**

- ทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์
- ไม่ท้อถอย เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
- มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้

**(5) มีเหตุผล**

- เชื่อในความสำคัญของเหตุผล
- ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่ไม่สามารถอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้
- แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้นได้
- ต้องการที่จะรู้ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไมจึงเป็นอย่างนั้น

**(6) มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ**

- ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใดๆ
- ไม่ยอมรับสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

➢**เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ**

1. ตระหนักในความไม่แน่นอนของสรรพสิ่งไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใด ๆ เป็นความสุดยอดไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2. ยึดมั่นในความจริงและข้อเท็จจริง พร้อมที่จะยอมรับ ประกาศและยืนยันความจริงและข้อเท็จจริงโดยปราศจากอคติหรือบิดเบือนเนื่องมาจาก อิทธิพลทางอารมณ์ส่วนตัว และ สังคม

3. ยึดมั่นในอิสระเสรีภาพทางความคิดพร้อมที่จะยืนยันและต่อสู่ป้องกันความคิดเป็นของตนเอง ไม่เชื่อที่สืบทอดกันมาโดยไม่มีเหตุผลและขัดแย้งกับความคิดเห็นของตนเองและในขณะเดียวกันก็พร้อมที่จะรับฟังและพิจารณา

4. อดทนต่อการรอคอยเพื่อความรู้ที่ถูกต้องอดทนต่อการถูกคัดค้าน โจมตีและเยาะเย้ย อดทนต่อความผิดพลาดพร้อมที่จะแสวงหา แนวทางใหม่สำหรับการแก้ปัญหาที่ตนสนใจและกำลังศึกษาอยู่อย่างไม่ท้อถ้อย

5. ใฝ่หาเหตุผลตามธรรมชาติของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเสมอได้แก่

1. ไม่เชื่อไสยศาสตร์และเวทมนตร์ต่าง ๆ

2. เชื่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะแปลกประหลาดและลึกลับเพียงใดก็ตามในที่สุดสามารถอธิบายด้วยเหตุผลได้เสมอ

3. เชื่อว่าเหตุการณ์สองอย่างที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกันไม่จำเป็นจะต้องมีความสัมพันธ์กัน

6. มีใจกว้าง ยอมรับในข้อมูลและความคิดเป็นของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของตน มีตัวอย่างดังนี้

1. เชื่อว่าสัจธรรมไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ความคิดเห็นว่าอะไรจริงหรือไม่จริงเปลี่ยนแปลงได้เสมอ

2. รวบรวมความคิดจากสิ่งที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ยืนยันที่ดีที่สุด ไม่ยึดถือความคิดที่ สืบทอดกันมาเพียงอย่างเดียว

3. พร้อมที่จะปรับเปลี่ยนความคิดหรือข้อสรุปของตนเองเมื่อมีข้อมูลที่เชื่อถือได้เพิ่มเติม

7. เลือกข้อสรุปหรือความคิดที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์เพียงพอมีตัวอย่างดังนี้

1. รีรอที่จะรับว่าสิ่งนั้นเป็นข้อเท็จจริงในเมื่อยังไม่มีข้อพิสูจน์ ชัดเจน

2. สร้างข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์หลาย ๆ ด้านหลายแหล่งที่มา

3. หาคำอธิบายที่ดีที่สุดสำหรับปรากฏการณ์ที่ได้สังเกตเท่าที่หลักฐานเชิงประจักษ์จะอำนวยให้

4. เข้มงวดต่อข้อเท็จจริงเว้นจากการโอ้อวด เกินความจริง

5. ไม่ยอมให้ความภูมิใจ อคติ ความลำเอียง หรือความทะเยอทะยานส่วนตัวมาบิดเบือนความเป็นจริง

8. ประเมินความถูกต้องและเหมาะสมของเทคนิคเครื่องมือที่ใช้และข้อมูลที่ได้รับเสมอ มีตัวอย่างดังนี้

1. ในการดำเนินงานเพื่อแก้ปัญหา การกระทำตามขั้นตอนที่วางไว้เสมอ

2. ใช้กระบวนการและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลถูกต้อง

3. พิจารณาอย่างรอบคอบเสมอว่าข้อมูลที่ได้สัมพันธ์กับปัญหาหรือไม่

4. เลือกแหล่งความรู้และข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดเสมอ

9. มีความกระตือรือล้น สนใจ

1.ถามปัญหา “ อะไร ” ทำไม “ อย่างไร ” ในปรากฏการณ์ที่กำลังสังเกตเสมอ

2.ไม่พอใจในคำตอบใด ๆ ที่มีความคลุมเครือ

----------✍

**ห้าม!! คัดลอก เผยแพร่ ดัดแปลง ส่งต่อ และจำหน่ายเอกสารฉบับนี้โดยเด็ดขาด**

**หากตรวจพบจะดำเนินคดีตามกฎหมาย (สงวนลิขสิทธิ์ สถาบัน The Best Center)**

# ความรู้เกี่ยวกับเคมีทั่วไป

## ➢ความรู้พื้นฐานเคมี

### 1.1 ขอบเขตและความสำคัญของวิชาเคมี

#### 1.1.1 ความหมายของวิชาเคมี

เคมี(Chemistry) คือ วิทยาศาสตร์สาขาหนึ่ง ที่กล่าวถึงส่วนประกอบ (composition) และสมบัติของสสาร (properties of matter) ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสสาร (matter revolution) การเปลี่ยนแปลงของสสารนี้หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางส่วนประกอบของสสาร (matter composition) ทำให้เกิดสารใหม่ที่มีส่วนประกอบทางเคมีต่างจากสารเดิม ซึ่งถือเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือเรียกอีกอย่างว่า เกิดปฏิกิริยาเคมี (chemical reaction) เมื่อสารมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น สภาพหลังการเปลี่ยนแปลงจะแตกต่างจากสภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง รอบตัวเรามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เช่น น้ำระเหยเป็นไอน้ำ น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ เมล็ดพืชงอกต้นไม้เจริญเติบโต เหล็กเป็นสนิมสีแดง ถ่านลุกไหม้บางครั้งการเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างรวดเร็วเห็นได้ชัดบางครั้งการเปลี่ยนแปลงช้า ยากที่จะสังเกตเห็นได้ การที่น้ำระเหยเป็นไอ หรือน้ำแข็งละลายเป็นน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เหมือนกับ เหล็กเป็นสนิม หรือถ่านลุกไหม้ไอน้ำ หรือน้ำแข็งเป็นสารอย่างเดียวกัน เพียงแต่มีรูปร่างต่างกัน แต่เหล็กกับสนิมเป็นสารคนละชนิดที่มีสมบัติต่างกัน การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำ ให้เกิดสารใหม่ที่มีส่วนประกอบทางเคมีต่างจากสารเดิม “เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (chemical revolution)” ส่วนการที่น้ำเป็นไอเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physical revolution) ซึ่งไม่มีสารใหม่เกิดขึ้นวิชาเคมีเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ สิ่งมีชีวิตในโลก (living thing in the world) คือ มนุษย์(human) และสัตว์(animal) ซึ่งเกี่ยวโยงถึงวัตถุ(object) หรือสารต่าง ๆ (matters) ที่ใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เช่น อาหาร (food)เครื่องนุ่งห่ม (clothes) ยารักษาโรค(medicine) และวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ (construction materials)

การศึกษาวิชาเคมีประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้น คือ 1. การสังเกต (observation) 2. การแสดงผล (representation) 3. การแปลความหมายข้อมูล (interpretation) ข้อมูลทางเคมีมักจะได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่มีขนาดใหญ่แต่คำอธิบายมาจากโลกของอะตอมและโมเลกุลที่มองไม่เห็น วิชาเคมีมีบทบาทสำคัญร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) ซึ่งจะกล่าวถึง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ตามธรรมชาติรอบตัวเราและวิทยาศาสตร์ประยุกต์(applied science)กล่าวถึง วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องราวต่างๆ ที่มุ่งประโยชน์ในทางปฏิบัติยิ่งกว่าทางทฤษฎีดังนั้นวิชาเคมี(chemistry) จึงเป็นวิทยาการที่น่าสนใจทำให้เราเรียนรู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติ (natural phenomenon) และพฤติกรรมของสสารต่าง ๆ (matter behavior) ในชีวิตประจำวัน (everyday life) เราจึงจำเป็นต้องศึกษาเคมีเพื่อจะได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพ และในการดำรงชีวิตประจำวันของตัวเรา

1.1.2 **สาขาของวิชาเคมี**

ความรู้ทางเคมีโดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 5 สาขาใหญ่ๆ ดังนี้

1. เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry) เป็นการศึกษาสารประกอบของธาตุคาร์บอน และปฏิกิริยาเคมีในสารประกอบของธาตุคาร์บอน และอื่น ๆ

2. เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) เป็นการศึกษาเรื่องของธาตุและสารประกอบ

3. เคมีฟิสิกส์ (Physical Chemistry) เป็นการศึกษาอัตราเร็วของปฏิกิริยากลไกต่างๆ ของการเกิดปฏิกิริยารวมทั้งศึกษาเรื่องของเทอร์มอไดนามิกส์

4. เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry) เป็นการศึกษาเรื่องของการเกิดปฏิกิริยาแล้วได้สารใดบ้าง (qualitative analysis) ในปริมาณมากน้อยเพียงใด (quantitative analysis)

5. ชีวเคมี (Biochemistry) เป็นการศึกษากรรมวิธีเคมีทางชีวภาพของธาตุ และสารประกอบในด้านของอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ศึกษา เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ของสิ่งมีชีวิต

1.1.3 **ประโยชน์ของวิชาเคมี**

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) โดยศึกษาเรื่องของสสารและโครงสร้างของสสาร ซึ่งประกอบอยู่บนโลกโดยมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์ได้ใช้ความร้อนจากไฟแยกโลหะออกจากกัน แต่ได้โลหะลักษณะไม่บริสุทธิ์ รู้จักเครื่องเคลือบดินเผา และอิฐ ทองคำ เป็นโลหะชนิดหนึ่งในหลาย ๆ ชนิดที่พบในโลกและอยู่ในสภาพอิสระ ประมาณ 300 – 3500 ปีก่อนคริสตศักราช มนุษย์ได้รู้จักบรอนซ์ได้พบวิธีทำ แก้ว อียิปต์เป็นชนชาติที่นำแก้วมาใช้เป็นเครื่องประดับในยุคก่อนคริสตศักราช มนุษย์ได้แสวงหายารักษาโรค โดยสกัดจากรากเปลือกไม้และส่วนอื่น ๆ ของพืช พาราเซลซัส (Paracelsus) จัดว่า เป็นคนแรกที่นำ เอาสารเคมีมาใช้เป็นยารักษาโรค นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน มีความตั้งใจแน่วแน่ที่จะค้นคว้าหาความรู้ ค.ศ. 1627 – 1691 โรเบิร์ต บอยล์(Robert Boyle) เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงมากในด้านพัฒนาความรู้เคมี ได้ศึกษาและพบว่าเมื่อนำโลหะไปเผาในอากาศ มวลของโลหะจะเพิ่มขึ้น ทำให้พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของแก๊ส เซอร์โรเบิร์ต โรบินสัน (Sir Robert Robinson) นักเคมีชาวอังกฤษ ได้สังเคราะห์สารทางยาที่มีประโยชน์ใช้รักษาโรคได้แก่สูตรโครงสร้างของโมเลกุลสติกนิน ศาสตราจารย์ลิวอิส (Professor Lewis) ได้อธิบายถึงเรื่องความรู้เกี่ยวกับ พันธะเคมีและเรื่องของกรดและด่าง วอลเลซ คาโรเทอร์ (Wallace H. Carothers) ได้พบไนลอน ศึกษาเรื่องโครงสร้างโปรตีน และบทบาทของยาสลบ นอกจากนี้ยังมีนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงของโลกอีกเป็นจำนวนมากที่ค้นคว้าวิจัยด้านเคมีและนำเคมีมาใช้ประโยชน์จะเห็นได้ว่าอาหารที่เรารับประทาน เสื้อผ้าที่เราสวมใส่ยาที่เรารับประทานเพื่อรักษาโรคเครื่องใช้ต่าง ๆ ของอาคารบ้านเรือน ล้วนมาจากประโยชน์ของวิชาเคมีทั้งสิ้น ดังนั้น ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาวิชาเคมีนั้นไม่เพียงแต่เป็นองค์ความรู้พื้นฐานเท่านั้น แต่ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวัน ซึ่งเราไม่สามารถปฏิเสธได้เลยว่าสิ่งเหล่านั้นจำเป็นมากเพียงใด

1.2 **สสาร และการเปลี่ยนแปลง**

1.2.1 **ความหมายและสถานะของสสาร**

สสาร (matter) คือ สิ่งที่มีมวลต้องการที่อยู่มองเห็นและจับต้องได้เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ดิน น้ำ ไม้และอื่นๆอีกมากมาย ส่วนสิ่งที่มองไม่เห็น เช่น อากาศ สสาร มีอยู่ทั่ว ไปรอบ ๆ ตัวเรามี 3 สถานะ คือ ของแข็ง (solid) ของเหลว (liquid) และแก๊ส (gas) นักวิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับ สสาร มาตั้งแต่สมัยโบราณ สสารแบ่งออกเป็นหลายชนิด แต่ละชนิดย่อยๆ ของสสารเรียกว่า สาร (substance) เช่น เซลลูโลส เป็นสารที่พบในพืชคลอโรฟิลล์เป็นสารที่ทำให้ใบไม้มีสีเขียว แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน เป็นสารที่พบในอากาศ โลหะทองแดงเป็นสารที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าในสายไฟ สสารมีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่นอาหารที่เรารับประทานเข้าไป ไม่ว่าจะเป็นข้าว น้ำ พืช ผัก และผลไม้ล้วนแต่มีสารที่ให้พลังงานและแร่ธาตุต่างๆแก่ร่างกาย เมื่อเจ็บป่วยก็ต้องรักษาโดยการรับประทานยาที่ถูกกับโรค การพัฒนาและวิวัฒนาการเกี่ยวกับยารักษาโรค จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจเกี่ยวกับสารที่ใช้ในการผลิตยาอย่างถ่องแท้ทุกแง่มุม นอกจากนี้ความรู้ความเข้าใจในสมบัติของสารยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆอีก เช่น การผลิตวัสดุอุปกรณ์สิ่งของเครื่องใช้สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ การพัฒนาหาพลังงานทดแทน แหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่กำลังจะหมดไป วิวัฒนาการให้มีแหล่งผลิตอาหารเพิ่มมากขึ้น การสร้างเครื่องมือใหม่ ๆ รวมถึงการส่งเสริมให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นในทุกๆด้าน

1.2.2 **การจำแนกสสาร (**Classification of Matter)

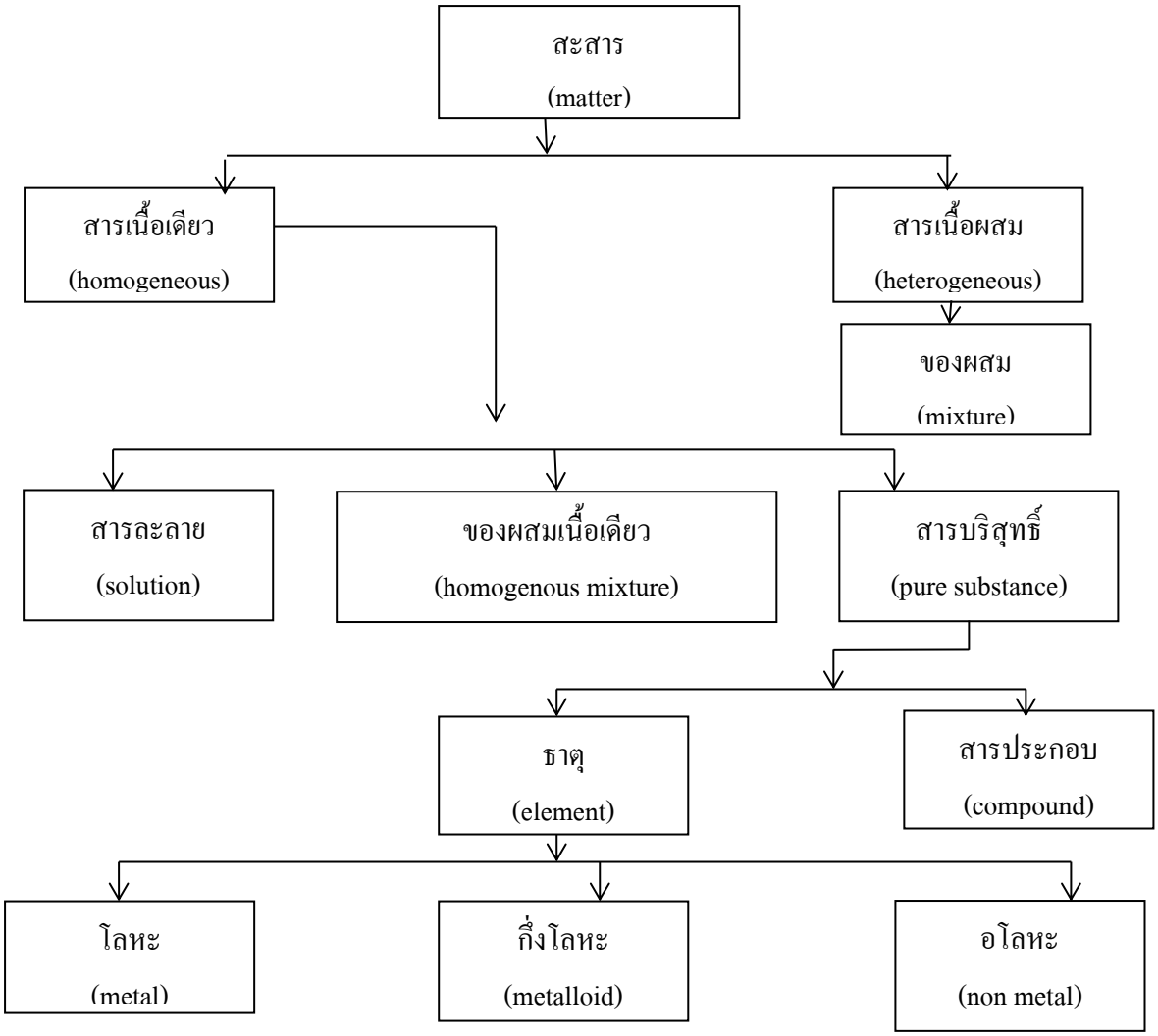
ในปัจจุบันมีการจำแนกหรือการจัดกลุ่มของสสารให้มีเป็นระเบียบเหมาะสมกับการใช้งานและความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกและโครงสร้างของมันเองดังนั้นถ้าใช้สถานะเป็นเกณฑ์ในการจำแนกแล้ว สามารถจำแนกสสารได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.ของแข็ง (solid) เป็นสารที่มีอนุภาคของสารอยู่ชิดกันอย่างหนาแน่น ของแข็งจึงมีรูปร่างแน่นอน รูปทรงของสารไม่ขึ้นกับรูปร่างของภาชนะที่ใช้บรรจุเช่น หิน แก้ว และเหล็ก เป็นต้น

2. ของเหลว (liquid) เป็นสารที่มีอนุภาคของสารจัดตัวอยู่อย่างหลวมๆ จึงทำให้ของเหลวมีรูปร่างไม่แน่นอน รูปร่างจะเปลี่ยนไปตามรูปร่างของภาชนะที่ใช้บรรจุเช่น น้ำ สารละลาย ปรอท เป็นต้น

3.แก๊ส (gas) เป็นสารที่มีอนุภาคของสารอยู่ห่างกันมากกว่า ของเหลว จึงเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทางอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้แก๊สเป็นสารที่มีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอนสามารถขยายตัวหรือถูกบีบอัดให้มีรูปร่างและปริมาตรตามภาชนะที่ใช้บรรจุ เช่น แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน แก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น

ดังนั้นจึงได้มีการจำแนกประเภทของสารตามลักษณะทางกายภาพของสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้แสดงตามไดอะแกรมข้างล่างนี้




**สารเนื้อเดียวหรือสารเอกพันธ์** (homogeneous substance) เป็นสสารที่มีเนื้อเดียวมีองค์ประกอบเหมือนกันทุกส่วน มีสมบัติแน่นอน ถ้านำ ส่วนหนึ่งส่วนใดของสารเนื้อเดียวไปทดสอบ จะแสดงสมบัติเหมือนกันทุกประการเช่น น้ำ น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ทองคำ เงิน ทองแดง ผงชูรส น้ำตาลทรายและเกลือ เป็นต้น

**สารเนื้อผสมหรือสารวิวิธพันธุ์** (heterogeneous substance) เป็นสสารที่มีองค์ประกอบไม่แน่นอนแต่ละองค์ประกอบเมื่อผสมกันจะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าและแยกแต่ละองค์ประกอบจากกันได้โดยวิธีทางกายภาพ เช่น คอนกรีต น้ำคลองและพริกกับเกลือ เป็นต้น

**สารละลาย (**solution) เป็นสารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมาผสมกันโดยองค์ประกอบที่มีปริมาณมากกว่า เรียกว่า ตัวทำละลาย (solvent)และองค์ประกอบที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวถูกละลาย (solute) เช่น น้ำเชื่อม น้ำทะเล ทองเหลือง (ทองแดง ในสังกะสี)และน้ำโซดา (คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ) เป็นต้น

**สารบริสุทธิ์** (pure substance) เป็นสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเพียงชนิดเดียวและมีองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอน มีสมบัติทางเคมีและกายภาพเฉพาะตัว เช่น จุดเดือดจุดหลอมเหลวคงที่ สารบริสุทธิ์อาจจะเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้เช่น เหล็กคาร์บอน แก๊สไฮโดรเจน เกลือแกง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นต้น

**ของผสมเนื้อเดียว** (homogeneous mixture) เป็นสารที่ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป มี อัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน และแปรเปลี่ยนไปได้โดยไม่จำกัด เช่น อากาศที่เราหายใจ ประกอบด้วย แก๊สออกซิเจน ร้อยละ 21 ผสมกับแก๊สไนโตรเจนร้อยละ 78 และแก๊สอื่น ๆ อีกร้อยละ 1 (พวกแก๊สเฉื่อยและไอน้ำ)

**ธาตุ** (element) เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอนุภาคเล็กที่สุดที่เป็นอะตอมชนิดเดียวกันตั้งหมด แต่ละอะตอมมีสมปดเหมือนกันทุกประการ และไม่สามารถแบ่งแยกออกเป็นสารอื่นได้ด้วยวิธีทางเคมี ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมี 92 ธาตุ และมีธาตุอีกจำนวนหนึ่งที่มักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ขึ้นจากห้องทดลอง ธาตุชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโปรตอน และอิเล็กตรอนเท่ากัน ตัวอย่างธาตุที่เราคุ้นเคย ได้แก่ เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) ออกซิเจน ออกซิเจน (O2) และไฮโดรเจน (H2) เป็นต้น

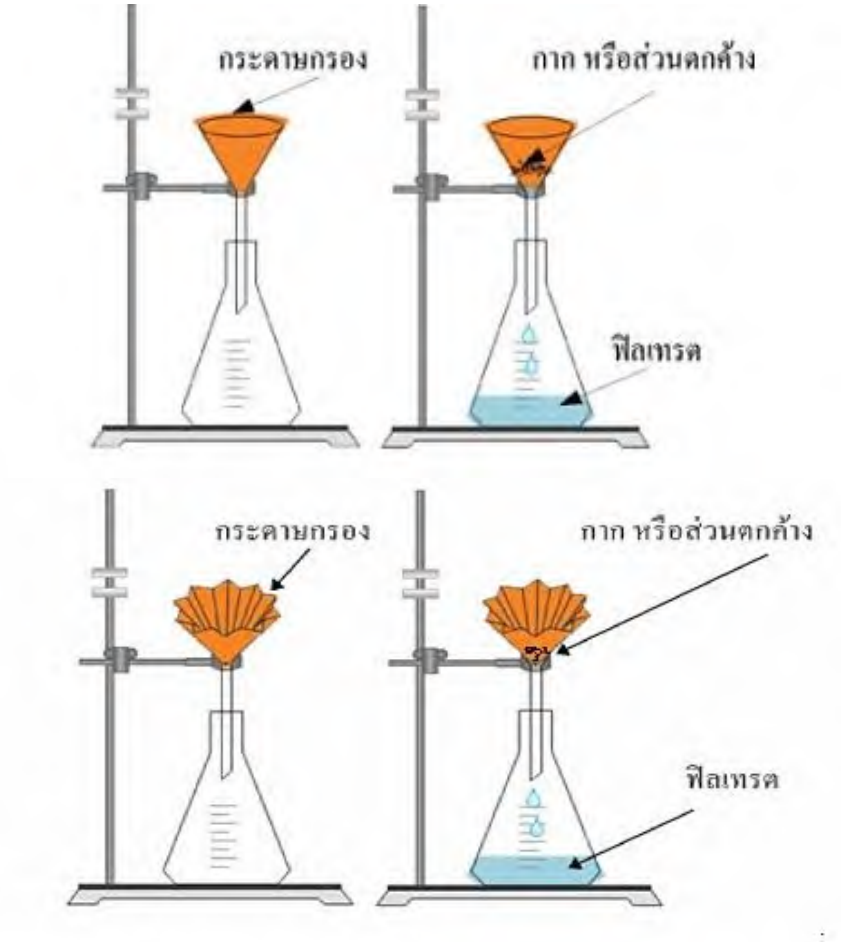
**สารประกอบ** (Compound) เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอนุภาคเล็กสุดเป็นโมเลกุล เกิดจากอะตอมของ ธาตุต่างชนิดกัน ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป มารวมตัวกันด้วยสัดส่วนคงที่แน่นอน และไม่สามารถแบ่งแยกองค์ประกอบเหล่านี้ออกจากกันได้ด้วยวิธีทางกายภาพ ต้องใช้วิธีทางเคมี เช่น โมเลกุลของน้ำมีสูตรเคมี H,0 เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วย H 2 อะตอม และ o 1 อะตอม และมีอัตราส่วนโดยมวลของ H : 0 เท่ากัน 1 : 8 เสมอ ตั้งต้นถ้านำไฮโดรเจน (H) 1 ส่วน และออกซิเจน (0) 8 ส่วน ผสมกันภายใต้สภาวะที่เหมาะสม จะเกิดเป็น H20 ได้

**ของผสม** (mixture) ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปผสมกันในอัตราส่วนที่ไม่คงที่แน่นอน โดยแต่ละสารยังคงเอกลักษณ์ของตนเองอยู่ ของผสมเป็นได้ตั้งของผสมเนื้อเดียว และของผสมเนื้อผสม เช่น น้ำนม น้ำอัดลม สารละลาย โลหะเจือ คอนกรด และหินแกรนิต เป็นต้น

การแยกสารผสม เป็นกระบวนการที่จะทำให้สารบริสุทธิ์ โดยอาศัยสมบัติต่าง ๆ ของสาร เช่น สถานะ ขนาดของสาร ความหนาแน่น ความตันไอ หรือความสามารถในการละลาย โดยทั่วไปสารต่าง ๆ ที่พบในธรรมชาตินักจะอยู่ในรูปของสารเนื้อผสม หรือสารละลาย โดยองค์ประกอบแต่ละชนิดมักมีสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกันทำให้สามารถแยกองค์ประกอบแต่ละชนิดในสารเนื้อผสมหรือสารละลายออกมาได้ ซึ่งการแยกสารมีประโยชน์อย่างมากต่อการน่าไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืช การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม การสกัดสารที่เป็นองค์ประกอบของยาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช การทำน้ำให้บริสุทธิ์กระบวนการแยกสารให้บริสุทธิ์นี้สามารถทำได้โดยวิธีการทางกายภาพและทางเคมี ขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของสาร เช่น

1. **การกรอง** (filtration)

การกรองเป็นการแยกของแข็งออกจากของเหลว โดยเทสารผสมผ่านกระดาษกรอง หรือเยื่อกรอง ทำให้ของแข็งที่ไม่ละลายในของเหลวถูกแยกออกมา เรียกว่า กาก หรือ ส่วนตกค้าง (residue) ส่วนของเหลวที่ได้จากการกรองเรียกว่า ฟิลเทรด (filtrate) เช่น การกรองแยกผงถ่านออกจากน้ำ การกรองเป็นวิธีการหนึ่งทางเคมีที่ใช้ในกระบวนการแยกสารให้บริสุทธิ์มักใช้ควบคู่กับการละลาย เช่น ในการแยกสารผสมระหว่าง ผงทองกับผงเหล็ก โดยใช้กรดเป็นตัวทำละลายผงเหล็ก ในขณะที่ผงทองไม่ละลาย จากนั้นจึงกรองแยกผงทองออกจากสารละลาย เป็นต้น กระดาษกรองที่ใช้ในการกรอง ก่อนนำไปใช้ต้องพับ เพื่อให้วางไว้บนกรวยกรองได้ การพับกระดาษ กรองเป็นทบ (พับจีบ) เพื่อใช้ในการกรองสารละลายที่ร้อนแล้วนำไปตกผลึกเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้ของเหลว สามารถไหลผ่านได้มาก และป้องกันไม่ให้เกิดการตกผลึกบนกระดาษกรองขณะที่ทำการกรอง ในบางกรณีที่ ตะกอนมีขนาดเล็ก มีลักษณะเบาหรือละเอียดมาก ๆ การกรองผ่านกระดาษกรองธรรมดาต้องใช้เวลาในการกรองนาน จึงอาจใช้วิธีการกรองด้วยแรงสุญญากาศ (vacuum filtation) ซึ่งสะดวกและรวดเร็วมากกว่า




ภาพที่ 2 การกรองขณะร้อน (พับจีบ)

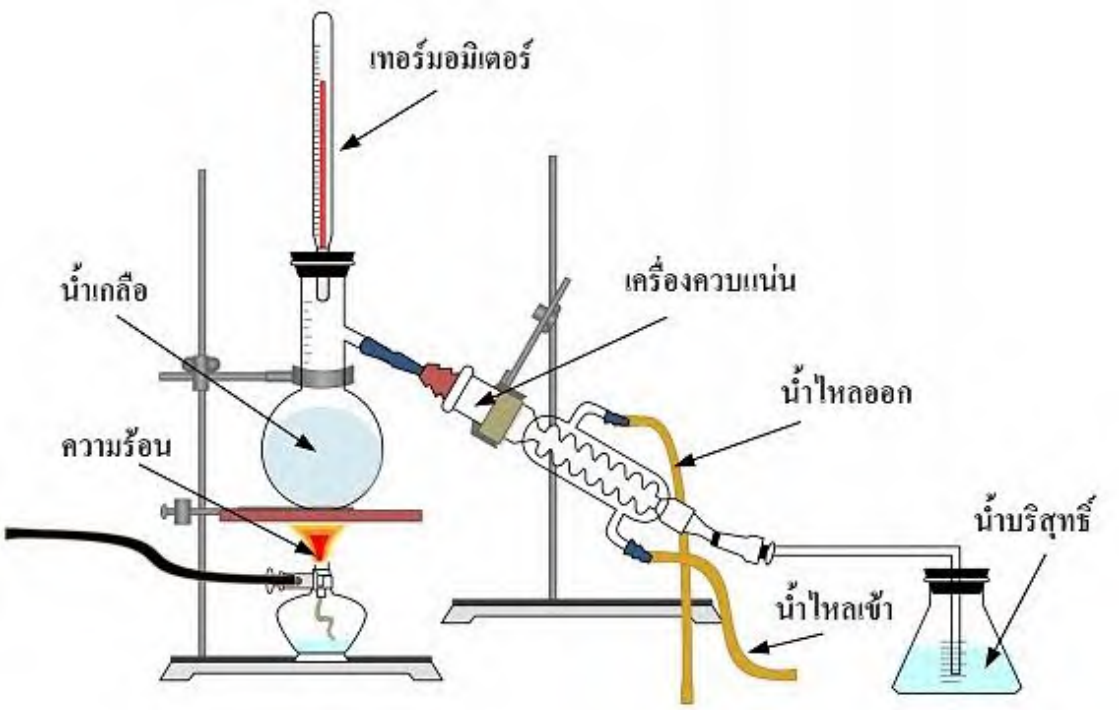
ภาพที่ 3 การกรองด้วยแรงสุญญากาศ

2. **การกลั่น** (distillation)

การกลั่นเป็นการแยกสารผสมที่มีสถานะเป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันออกจากกัน โดยสารที่มีจุดเดือดต่ำ กว่าจะระเหยแยกออกมาก่อน เช่น การแยกนทออกจากน้ำเกลือ และการกลั่นน้ำกลั่น เป็นต้น การกลั่นสามารถใช้ ในการแยกของผสมระหว่างของแข็งผสมอยู่กับของเหลว โดยของแข็งละลายอยู่ในของเหลว หรือของเหลวผสม กับของเหลว หลักการของการกลั่นจะอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดต่ำหรือความดันไอของแต่ละองค์ประกอบใน ของผสม เมื่อของผสมได้รับความร้อน องค์ประกอบที่มจุดเดือดต่ำกว่าหรือความดันไอสูงกว่า จะระเหยกลายเป็นไอก่อน จากนั้นทำให้ไอกระทบกับความเย็น โดยผ่านเครื่องควบแน่น (condenser) ไอจะควบแน่นกลายเป็น ของเหลวกลับคืนมา การกลั่นมีหลายประเภท คือ

2.1 **การกลั่นแบบธรรมดา** (simple distillation)

เป็นการกลั่นภายใต้สภาวะที่ความดันปกติ คือ ประมาณ 1 บรรยากาศ หรือที่ความดัน 760 มิลลิเมตรของปรอท มักใช้ในการแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดต่างกันมาก ๆ ออกจากกัน โดยจุดเดือดต้องต่างกันมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ดังนั้นการกลั่นแบบธรรมดาจึงไม่สามารถใช้แยกของผสมระหว่างน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ได้เนื่องจากจุดเดือดระหว่างน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ใกล้เคียงกัน แต่วิธีนี้สามารถแยกสารละลายที่ตัวทำละลายระเหยได้ง่ายออกจากตัวถูกละลายที่ไม่ระเหย เช่น การแยกเกลือแกงออกจากน้ำเกลือ

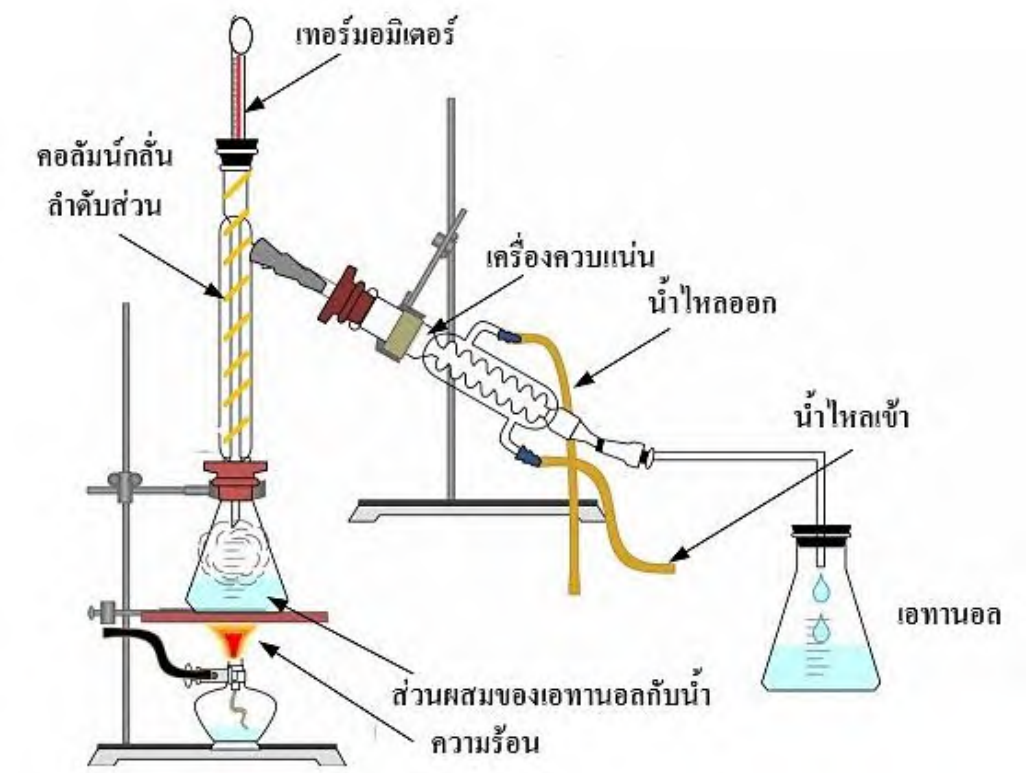



ภาพที่ 4 การกลั่นแบบธรรมดา

จากรูปแสดงอุปกรณ์การกลั่นแบบธรรมดา โดยเมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายด้วยเตาหลุมให้ความร้อน ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดตากว่าจะระเหยกลายเป็นไอ ผ่านเครื่องควบแน่น เมื่อไอกระทบกับความเย็น ก็จะกลั่นตัวเป็นของเหลวไหลลงสู่ภาชนะที่รองรับ ทำให้สามารถแยกตัวทำละลายที่บริสุทธิ์ออกมาได้ ในการกลั่นแบบธรรมดาต้องมีการใส่เศษกระเบื้อง หรือเศษแก้ว (boilling chip) ลงในสารละลายที่จะกลั่นด้วย เพื่อช่วยระบายความร้อนในสารละลาย และไม่ให้สารละลายเกิดการเดือดที่รุนแรงเกินไป

2.2 **การกลั่นลำดับส่วน** (fractional distillation)

เป็นการกลั่นภายใต้สภาวะความดันปกติ เช่นเดียวกับการกลั่นแบบธรรมดา แต่จะใช้ในการแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันออกจากกัน เช่น การกลั่นแยกสารผสมของน้ำมันปิโตรเลียม โดยนำของเหลวผสมสองชนิดที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน มาทำการแยกโดยการกลั่นแบบธรรมดาของเหลวทั้งสองชนิดจะกลายเป็นไอ เมื่อได้รับความร้อน และเมื่อไอระเหยมากระทบกับความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นของเหลวผสมอีก แต่ไอของสารที่มีจุดเดือดต่ำกว่า หรือไอที่มีความดันไอสูงกว่าจะมีปริมาณมากกว่า ทำให้ของเหลวที่ได้มีปริมาณที่แตกต่างกัน นำของเหลวผสมที่กลั่นตัวออกมานี้ไปทำการกลั่นซ้ำอีกครั้ง ของเหลวที่ได้จากการกลั่นครั้งที่สองจะมีปริมาณของของเหลวที่มีจุดเดือดตากว่า หรือมีความดันไอสูงกว่ามากขึ้นอีก ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ หลาย ๆ ครั้ง เป็นการกลั่นซ้ำหลายๆครั้งอย่างต่อเนื่องก็จะสามารถแยกของผสมที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันออกจากกันได้จึงเรียกวิธีการแบบ นี้ว่าการกลั่นลำดับส่วน

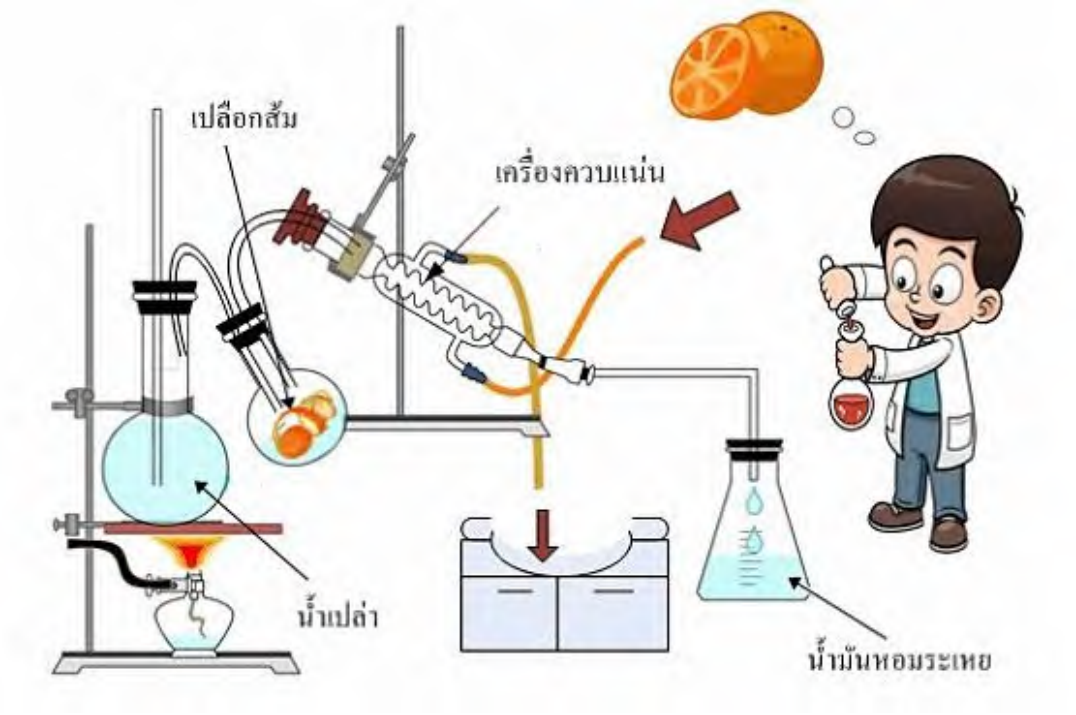



ภาพที่ 5 การกลั่นลำดับส่วน

จากรูปแสดงอุปกรณ์การกลั่นลำดับส่วน ซึ่งจะต่างจากอุปกรณ์ที่ใช้กลั่นแบบธรรมดา โดยชุดกลั่นลำดับ ส่วนจะมีคอลัมน์ลำดับส่วน (fraction column) ที่อยู่ในลักษณะตั้งตรงเชื่อมระหว่างขวดกลั่นกับเครื่องควบแน่น ทำให้เกิดการกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้งอย่างต่อเนื่อง

2.3 **การกลั่นด้วยไอน้ำ** (steam distillation)

เป็นการกลั่นแยกสารที่ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำออกจากสารที่ระเหยยากหรือสารที่มียางเหนียว โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพาสารที่สกัดได้จะเป็นของเหลวที่แยกชั้นกับน้ำ และสามารถแยกสารผสมนี้ออกจากกันได้โดยใช้กรวยแยก การกลั่นด้วยไอน้ำนี้นิยมใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ส่วนของ ดอก ใบ ผล เมล็ด และราก เป็นต้น




ภาพที่ 6 การกลั่นด้วยไอน้ำ

2.4 **การกลั่นโดยลดความดัน** (vacuum distillation)

การกลั่นโดยลดความดัน หรือการกลั่นในสุญญากาศ เป็นการแยกของเหลวออกมาได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลวนั้น โดยปกติจุดเดือดของของเหลวจะแปรผันกับความดันไอ ถ้าความดันเหนือของเหลวลดลงจะทำให้จุดเดือดต่ำลงด้วย เช่น การต้มน้ำ ที่ยอดเขาความดันเหนือน้ำจะต่ำกว่าที่ระดับ พื้นดิน ดังนั้น จุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาจึงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้เรายังสามารถใช้วิธีการนี้ในการกลั่นแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดสูง เพื่อที่จะทำให้องค์ประกอบที่เราต้องการแยกตัวออกมาได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด และไม่เกิดการสลายตัว เช่น กลีเซอรอล (glycerol) มีจุดเดือด290องศาเซลเซียส ที่ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท ถ้าเรากลั่นกลีเซอรอล ที่อุณหภูมินี้จะทำให้กลีเซอรอลสลายตัว แต่ถ้าเราลดความดันของชุดกลั่นเหลือประมาณ 12 มิลลิเมตรปรอท จุดเดือดของกลีเซอรอลจะลดลงมาที่180องศาเซลเซียส ทำให้เราสามารถกลั่นกลีเซอรอลได้โดยที่ไม่เกิดการสลายตัว

**ห้าม!! คัดลอก เผยแพร่ ดัดแปลง ส่งต่อ และจำหน่ายเอกสารฉบับนี้โดยเด็ดขาด**
**หากตรวจพบจะดำเนินคดีตามกฎหมาย (สงวนลิขสิทธิ์ สถาบัน The Best Center)**