1

บทนำ

ประวัติ วิธีการทางวิทยาศาสตร์

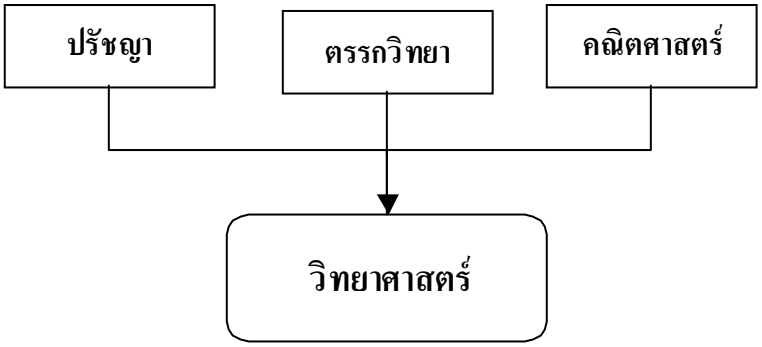
1.1 วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
1.2 วิทยาศาสตร์สังคม
1.3 ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
1.4 บทบาทของวิชาเคมี
1.5 สาขาต่างๆ ของวิชาเคมี
1.6 ประวัติเคมี

บทนำ

อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้โดยการสร้างสรรค์ของคนที่เต็มเปี่ยมด้วยความใฝ่ปรารถนาต่อสัจธรรม และปัญญาที่เข้าใจความจริง บุคคลที่เราเป็นหนี้ผลสำเร็จในทางสร้างสรรค์ที่ยิ่งใหญ่ทางวิทยาศาสตร์ทุกคนล้วนเต็มเปี่ยมไปด้วยความเชื่อมั่นทางศาสนาอย่างแท้จริงว่า จักรวาลสากลของเรานี้ เป็นสิ่งที่มีความสมบูรณ์และสามารถรับรู้ได้ด้วยการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผล"

คำว่า “Science” ที่มีมาจากภาษาลาติน ว่า Scientia แปลว่า ความรู้ (Knowledge)

วิทยาศาสตร์ (Science) คือ ความรู้ที่เป็นจริงที่มนุษย์สะสมมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ความรู้นี้ได้รับการพิสูจน์แล้วและสามารถจัดจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยรากฐานของการสังเกต การตั้งสมมติฐาน โดยใช้หลักปรัชญาและ



ในความหมายของ “วิทยาศาสตร์” จึงกล่าวถึงความรู้ของธรรมชาติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะ หาความรู้ต้องใช้ **ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)** ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับการเก็บสะสมถ่ายทอดกันมานับแสนปี จากความเชื่อที่งมงายค่อยๆ พิสูจน์อธิบายสิ่งเหล่านั้น อย่างมีเหตุผล สามารถจัดระเบียบความรู้ให้เป็นหมวดหมู่ได้ ดังเช่นความรู้เบื้องต้นจากธรรมชาติ เช่น ฤดูกาล (มี 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน ฤดูหนาว) ความรู้ต่างๆ นี้ ทำให้มนุษย์เกิดมี “สติปัญญา” ที่สามารถให้เหตุผลและนำไปแก้ปัญหาและอธิบายเรื่องราวต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ จากปรัชญาธรรมชาติ กลายมาเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และประยุกต์ที่เน้นแสวงหาความรู้ความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ อย่างมากมาย

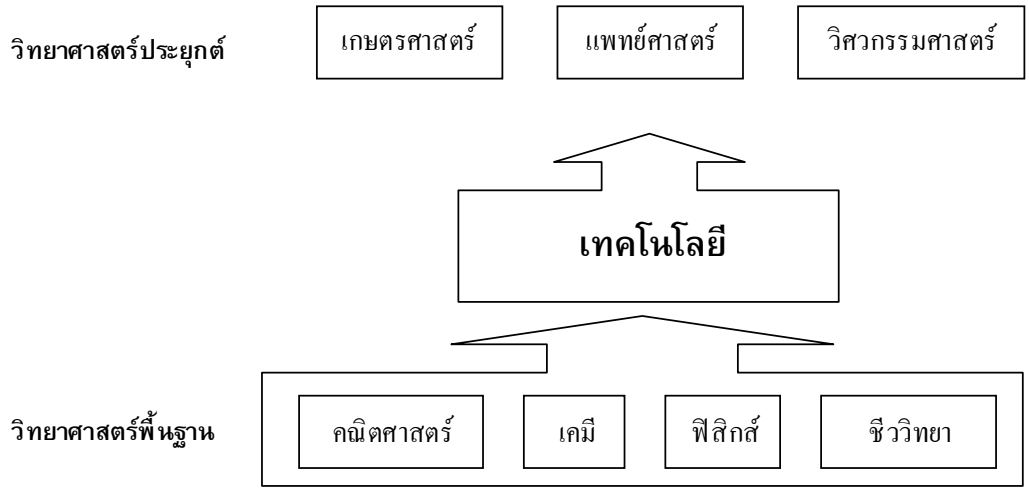
วิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และวิทยาศาสตร์สังคม

1.1 วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science)

วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เป็นวิทยาศาสตร์ที่อธิบายถึงเรื่องของวัตถุ และพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติ รวมถึงความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในด้านการดำรงชีพ สุขภาพและการสืบพันธุ์ เช่น

ฟิสิกส์ : ศึกษาพลังงาน สมบัติต่างๆภายนอกของวัตถุ
เคมี : ศึกษาสมบัติภายในของวัตถุ เช่น องค์ประกอบ โครงสร้าง
ชีววิทยา : ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งชีวิตและความเป็นอยู่ของ สัตว์ พืช และมนุษย์

สำหรับวิทยาศาสตร์ธรรมชาตินั้น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ จัดเป็นวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic Science) ที่สามารถนำความรู้ในสาขาไปเป็นรากฐานวิทยาศาสตร์อีกประเภทหนึ่งคือ *วิทยาศาสตร์ประยุกต์* (Applied Science) ที่จะไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต



เทคโนโลยี (Technology) คือ ความรู้ที่รวมทั้งวิชาการและการปฏิบัติเข้าด้วยกัน เพื่อมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน จึงมักพบคำว่า “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” อยู่ด้วยกันเสมอ เทคโนโลยีที่ขาดการสะสมความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องจะไม่สามารถพัฒนาไปได้ไกล

1.2 วิทยาศาสตร์สังคม (Social Science)

วิทยาศาสตร์สังคม จัดเป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและพฤติกรรมของมนุษย์ที่รวมกันอยู่เป็นชุมชนหรือสังคม ได้แก่ ความรู้ทางด้านประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา รัฐศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ภาษาศาสตร์

1.3 ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นวิธีการเฉพาะที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างไปจากวิชาปรัชญา วิธีการที่นำไปสู่การค้นพบความรู้ทาง

1. การสังเกต (Observation)

การสังเกต โดยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวหนัง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ และมีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่ได้อย่างเป็นระบบ

2. ปัญหา (Problem)

ทำให้เกิดการตั้งปัญหาที่สังเกตพบปรากฏการณ์ต่างๆ ว่า อะไร? อย่างไร? ทำไม? พร้อมทั้งกำหนดปัญหาให้ชัดเจน

3. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)

เพื่อการแก้ไขและหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล อาจตั้งสมมติฐานได้หลายสมมติฐานก็ได้ แล้วเลือกที่ดีที่สุดมาทดสอบก่อน ทั้งนี้การตั้งสมมุติฐานเกิดจากการนำข้อมูลที่มาจากการสังเกตมาเป็นส่วนช่วย

4. การทดลอง (Experimentation)

การทดลองเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และรวมรวมข้อมูล (Representation) ที่เกิดขึ้น ทำได้หลายวิธี โดยเริ่มจากการออกแบบวิธีทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมา และควบคุมตามเงื่อนไขของการทดลองอย่างใกล้ชิด

5. การสรุปและตีความผลทดลอง (Interpretation)

จากผลการทดลองต้องสรุปและตีความเพื่อพิจารณาว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องจะต้องกลับไปตั้งสมมติฐานใหม่และออกแบบการทดลองใหม่ จนกระทั่งได้ข้อสรุปที่เหมาะสม

ข้อมูลที่ได้เมื่อเกิดการทดลองหลายๆ ครั้ง นักวิทยาศาสตร์ได้อนุมานออกมาเป็นข้อมูลต่างๆ ได้แก่

สมมติฐาน (Hypothesis) เป็นข้อมูลที่ได้จากการคาดเดาผลที่น่าจะเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล แต่จำเป็นต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบถูกต้องต่อไป

ทฤษฎี (Theory) เป็นข้อมูลที่ได้รับการพิสูจน์แล้วจากการทดลองหลาย ๆครั้ง สามารถใช้เป็นแนวทางในการทดลองใหม่ ๆได้ ทฤษฎีที่บกพร่องหรือผิดพลาดสามารถถูกแทนที่ด้วยทฤษฎีใหม่ที่ให้เหตุผลดีกว่า ดังนั้นทฤษฎีอาจใช้ได้ผลดีในช่วงเวลาหนึ่งก็ได้

กฎ (Law) เป็นข้อมูลที่ได้จากสมมติฐานและทฤษฎี ที่ใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และสามารถคาดเดาเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้อย่างถูกต้อง กฎคือหลักการอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นข้อความที่ระบุถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลและอาจเปลี่ยนในลักษณะรูปสมการแทนได้ ผ่านขบวนการทดสอบได้ผลตามเดิมทุกประการและเป็นเชื่อถือได้หากมีผลการทดสอบได้ ขัดแย้งกฎนั้นก็ต้องล้มเลิกไปกฎส่วนใหญ่ได้มาจากการอุปมาน (Induction) โดยนำเอาข้อเท็จจริงทั้งหลายมาผสมผสานกัน แต่บางกฎก็ได้มาจากการอนุมาน (Deduction) จากทฤษฎี ตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์ เช่น

“กฎสัดส่วนคงที่” กล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกัน เช่น สารประกอบชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ ”

“กฎสัดส่วนบอยล์” กล่าวว่า ถ้าอุณหภูมิคงที่ปริมาณของแก๊สจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน $V \propto 1/P$ (ถ้า T คงที่) ”

สำหรับการทดลองนั้น อาจแบ่งได้ 2 ประเภท

1. *การสังเคราะห์ (Synthesis)* เป็นการทดลองเพื่อสร้าง ผลิต หรือ เตรียม สาร พลังงาน ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น การผลิตพลังงานอะตอม (Atomic energy) ให้ใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าและรักษาโรค การเตรียมเพชรจากถ่าน เป็นต้น
2. *การวิเคราะห์ (Analysis)* เป็นการทดลองเพื่อหาส่วนย่อย ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษในอากาศ

1.4 บทบาทของวิชาเคมี (The Role of Chemistry)

เคมี (Chemistry) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก ว่า “khemeia” ถูกดัดแปลงมาจากคำว่า “khumos”มีความหมายว่า “juice of plant” สำหรับพจนานุกรม Webster’s New World Dictionary ได้ให้ความหมายของคำ “chemistry” ดังนี้ “the science in which substances are examined to find out what they are made of, how they act under different conditions, and how they are combined or separated to/from other substances” หรือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร ว่าสสารนั้น ๆ ทำมาจากอะไร สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ได้อย่างไร สามารถรวมหรือแยกสารนั้นๆ กับหรือจากสารอื่นๆ ได้อย่างไร

เคมี เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร กลไกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในสสารหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสสารต่างๆ ที่มีทั้งการให้และรับพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เคมีจึงมีขอบเขตการศึกษาที่กว้างมาก ดังที่พบในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเคมีมากมาย

การศึกษาทางเคมีของนักเคมี (Chemists) นำไปสู่การพัฒนาและวิวัฒนาการในการดำรงชีพเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นักเคมีทำอะไรบ้าง นักเคมีพยายามผลิต สังเคราะห์และวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ในโลก เช่น การผลิตไนลอน ใยสังเคราะห์ เพื่อใช้ในการทำเครื่องนุ่งห่ม การสังเคราะห์ยาปฏิชีวนะและยารักษาโรคต่างๆ การทำปุ๋ย เครื่องสำอาง เป็นต้น ในโลกยุคปัจจุบัน **เคมี** ซึ่งได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของครอบครัว สังคม ทุกคนใช้บริโภคและอุปโภค ไม่ว่าเราจะหันไปทางใด ข้าวของเครื่องใช้ต่างๆ ล้วนแต่มีสารเคมีเป็นองค์ประกอบอยู่ทั้งสิ้น

1.5 สาขาของวิชาเคมี (Branches of Chemistry)

การศึกษาวิชาเคมีแบ่งได้หลายสาขา ตามลักษณะพื้นฐาน ได้แก่

1. เคมีอินทรีย์ (Organic chemistry) เป็นสาขาเคมีที่ศึกษาสมบัติและปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ส่วนออกไซด์ของธาตุคาร์บอนและสารคาร์บอเนตนั้น จัดอยู่ในสาขาเคมีอนินทรีย์

2. เคมีอนินทรีย์ (Inorganic chemistry) เป็นสาขาเคมีที่ศึกษาสมบัติและปฏิกิริยาเคมีของธาตุทั้งหมดและสารประกอบอนินทรีย์ *ยกเว้น*สารประกอบส่วนใหญ่ของธาตุคาร์บอน

3. เคมีฟิสิกัล (Physical chemistry) เป็นสาขาเคมีที่ศึกษาเกี่ยวกับกฎ ทฤษฎี สมมติฐาน และพลังงานต่างๆ ที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารและกลไกของการเกิดปฏิกิริยาเคมี สนใจเรื่องสมบัติทางกายภาพของสสารต่างๆ เช่น สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางแม่เหล็ก และอันตรกิริยาที่มีต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยโยงสมบัติของสสารเกี่ยวข้องกับระดับพลังงาน ดังนั้น เคมีเชิงฟิสิกส์จึงเกี่ยวข้องกับความรู้ทางด้านเคมีและฟิสิกส์ และการคำนวณทางคณิตศาสตร์

4. เคมีวิเคราะห์ (Analytical chemistry) เป็นสาขาที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์สาร ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ* (Qualitative analytical) และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ** (Quantitative analytical)

5. ชีวเคมี (Biochemistry) เป็นสาขาที่ศึกษาสมบัติและปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตและศึกษาเกี่ยวกับเมตาบอลิซึมของสารเคมีในสิ่งมีชีวิต

นอกจากนี้ยังมีสาขาอื่นอีกหลายสาขา จนนับได้ว่าวิทยาศาสตร์เคมีสมัยใหม่ได้มีการพัฒนาอย่างมากในช่วงเวลาผ่านมา และมีศาสตร์ใหม่ๆ ที่เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างเคมีกับวิทยาศาสตร์สาขาอื่นเกิดขึ้นมากมาย เช่น *ธรณีเคมี* ศึกษองค์ประกอบเคมีในดิน หิน แร่ธาตุต่างๆ รวมไปถึงองค์ประกอบของสารอินทรีย์และแก๊สที่ตกตะกอนตามก้อนหินและแหล่งน้ำใต้ดินด้วย

เคมีคอมพิวเตอร์ ถือว่าเป็นศาสตร์ใหม่ซึ่งเกิดจากวิชาพื้นฐานของทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมและทฤษฎีกลศาสตร์สถิติ เคมีคอมพิวเตอร์นับเป็นเครื่องมือวิจัยแห่งอนาคต ที่สามารถใช้วัดสมบัติของสารด้วยวิธีการคำนวณได้ถึงในระดับของแต่ละอะตอมหรือโมเลกุล

---

* การวิเคราะห์เชิงคุณภาพเป็นการวิเคราะห์หาธาตุหรือสารประกอบที่รวมเป็นองค์ประกอบของสาร

** การวิเคราะห์เชิงปริมาณเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของธาตุหรือสารประกอบที่รวมตัวกันว่ามีปริมาณเท่าไร

เคมีดาราศาสตร์ ศึกษาธาตุชนิดต่างๆ ที่มีบทบาทสำคัญในการกำเนิดของดวงดาว หรือศึกษาสิ่งใดๆ ที่มีอยู่ในเอกภพเนื่องจากสสารมีอยู่ทั่วทุกหนแห่ง ดังนั้นนักเคมีจึงสนใจการเปลี่ยนแปลงของสสารที่เกิดขึ้นในทุกๆ ที่ ไม่ว่าจะเป็นบนโลกของเรา บนดวงจันทร์ บนดาวอังคาร หรือในอวกาศ

สำหรับสาขาเคมีอีกสาขาที่ได้รับความสนใจแพร่หลายทั่วโลกในปัจจุบัน คือ *เคมีสิ่งแวดล้อม* ซึ่งเป็นสาขาที่ครอบคลุมความรู้ทั้ง เคมี ชีวเคมี และ ชีววิทยา นักเคมีสิ่งแวดล้อมสนใจที่จะศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม อันเป็นเนื่องมาจากวิวัฒนาการของโลกสมัยใหม่ นักเคมีสิ่งแวดล้อมจึงทำหน้าที่คล้ายๆ กับนักสืบของโลก ที่จะคอยหาร่องรอยและเหตุผล เมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ ที่มากระทบกับสิ่งแวดล้อม

ยังมีสาขาเคมีอื่นๆ อีก เช่น เคมีไฟฟ้า เคมีนิวเคลียร์ เป็นต้น

1.6 ประวัติเคมี (History of Chemistry)

วิทยาศาสตร์สมัยโบราณ เริ่มตั้งแต่มนุษย์ในยุคก่อนประวัติศาสตร์ เป็นต้นมาจนถึง ค.ศ. 450 มนุษย์ได้มีการพัฒนาตัวเองตลอดมา เคมีเป็นศาสตร์หนึ่งที่มีประวัติที่ยาวนานมาแต่ 300 ปีก่อนคริสตกาล มีบันทึกคำ เคมี(Chemia) ไว้ว่าเป็นศาสตร์หรือศิลปะลึกลับศาสตร์หนึ่งในอียิปต์ ต่อมา**ในยุคเล่นแร่แปรธาตุ (Alchemy)** จนถึงปัจจุบัน ตามความเจริญของอารยธรรม

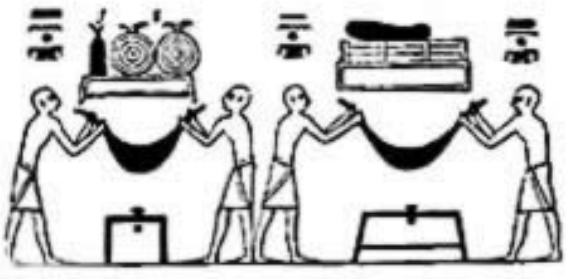
1.6.1 สมัยแรกเริ่ม ยุคก่อนคริสต์ศักราช สมัยอียิปต์โบราณ มนุษย์เริ่มรู้จักใช้ไฟ ซึ่งอาจพบเห็นได้จากการเกิดไฟไหม้ป่า เนื่องจากเกิดฟ้าผ่า และจากภูเขาไฟระเบิด มนุษย์รู้จักการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่ทำด้วยหินอย่างหยาบๆ ทำเครื่องปั้นดินเผา รู้จักโลหะ ทองแดง ทองคำ ช่วงต่อมามนุษย์ได้พัฒนาสู่ยุคสำริด (bronze age) จึงรู้จักการนำเอาทองแดงมาผสมกับดีบุกเพื่อให้มีความแข็งยิ่งขึ้น

8000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ในสมัยกรีกและโรมัน มีการบันทึกไว้ในคัมภีร์ไบเบิล ถึงการหมักไวน์ การทำเบียร์จากข้าวบาร์เลย์ ในสมัยอียิปต์

6000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช รู้จักการใช้เส้นใยทอเป็นเครื่องนุ่งห่ม

5000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ในสมัยอียิปต์ เริ่มรู้จักโลหะทองแดง (Cu) แต่ยังไม่รู้จักการหลอม

ที่มา : http://www.touregypt.net/science.htm

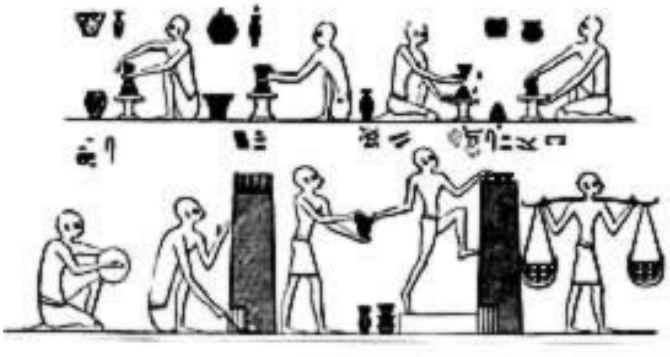


รูปที่ 1.1 การล้างทองในยุคอียิปต์โบราณ

4,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช มนุษย์รู้จักการทอผ้าเพื่อทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งตรงกับสมัยยุคสำริด ได้เริ่มนำโลหะต่างๆ มาใช้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นโลหะเงิน (Ag) ทองคำ (Au) ชาวอียิปต์โบราณมีการเก็บร่างกายผู้ตายไว้ไม่ให้เน่าเปื่อย โดยการอาบน้ำยาศพ ทำเป็นมัมมี่เก็บไว้ในสุสาน รู้จักการนำต้นอ้อที่ขึ้นอยู่ตามริมฝั่งแม่น้ำไนล์ เรียกว่า ต้นปาปิรัสหรือพาไพรัส (papyrus) มาทำเป็นกระดาษบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ ได้

ช่วง 2,800-3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์โบราณรู้จักที่จะทำเครื่องปั้นดินเผา ผลิตเครื่องแก้วและทำปฏิทิน

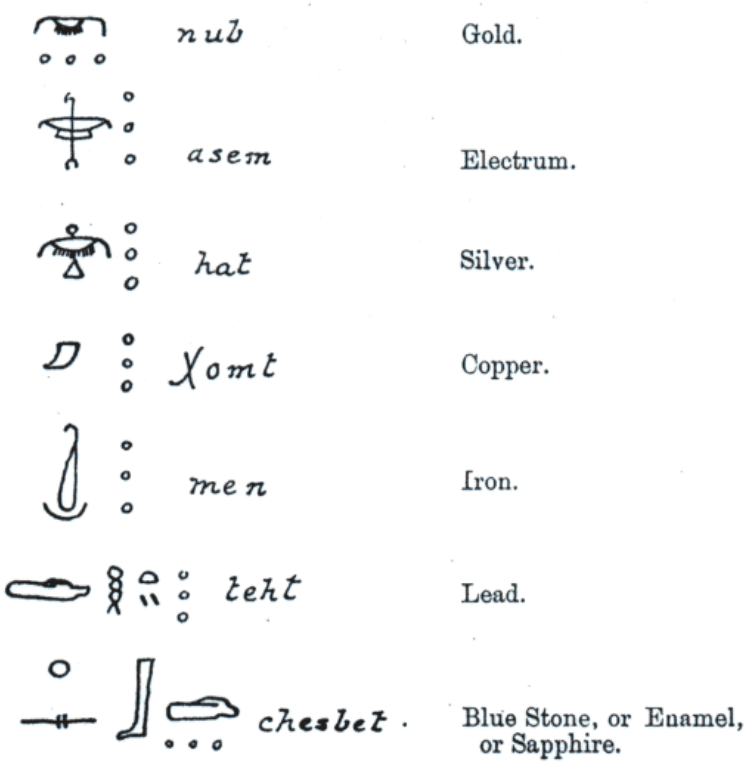
ที่มา : http://www.touregypt.net/science.htm



รูปที่ 1.2 การทำเครื่องปั้นดินเผาในยุคอียิปต์โบราณ

2,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ในยุคเหล็ก มีการค้นพบเหล็ก (Fe) และ ค้นพบปรอท ในยุคอียิปต์ 2,000 ปี หลังจากนั้นเริ่มมีการใช้เหล็กถลุง ใช้เกลือและน้ำตาลในการปรุงอาหาร

ที่มา : http://www.touregypt.net/science.htm



รูปที่ 1.3 สัญลักษณ์สำหรับโลหะ ที่ใช้ในยุคอียิปต์

1.6.2 สมัยกรีก สมัยนี้มีนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญหลายคน ได้แก่

Empedocles 450 ปีก่อน ค.ศ. (492-432 BC) นักปราชญ์ชาวกรีก ได้กล่าวถึงสสารว่าเกิดจากธาตุ 4 ธาตุ คือ ดิน อากาศ ไฟ และน้ำ

ลูซิปปัส (Leucippus of Miletus,) 400 ปีก่อน ค.ศ.ได้เสนอความคิดอันเป็นจุดกำเนิดเกี่ยวกับอะตอม ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสสาร

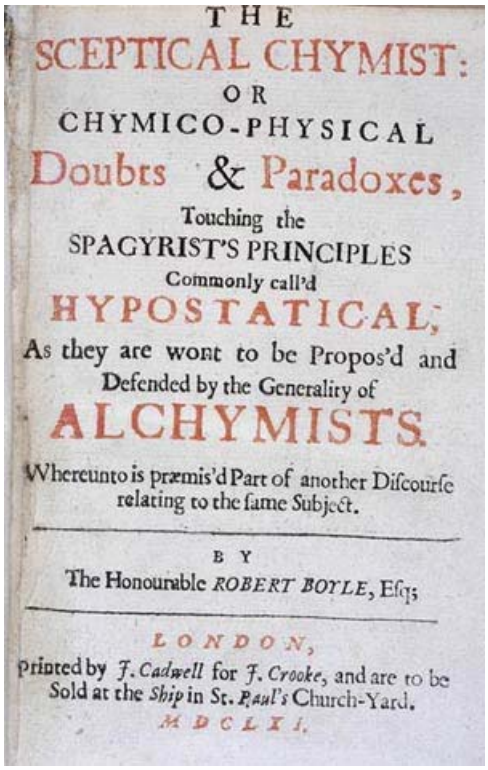
เดโมคริตุส (Democritus of Abdera, 460-370 BC) ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของ ลูซิปปัส เป็นผู้ที่พัฒนาแนวความคิดเรื่องอนุภาคของสสารป ที่ใช้ชื่อว่า “atomos” ซึ่งหมายถึง “cannot be cut”

เทลีส (Thales of Miletus, 638-548 ก่อน ค.ศ.) นักปรัชญาและนักวิทยาศาสตร์คนแรกของมนุษยชาติ เทลิสเป็นนักคำนวณและนักดาราศาสตร์ อธิบายเกี่ยวกับเรื่องของเอกภพว่า กฎเกณฑ์ทางธรรมชาติมิใช่การกระทำของเทพเจ้า แต่เป็นเพราะธรรมชาติที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ต่างๆ เทลีสให้ความเห็นว่า น้ำคือที่มาของทุกสิ่งทุกอย่างในจักรวาล และน้ำเกิดเป็นวัฏจักร จากรูปไอน้ำ น้ำแข็ง และน้ำที่ตกมาจากฟ้าแล้วกลับขึ้นไปบนท้องฟ้าเช่นเดิม

อริสโตเติล (Aristotle 384-322 ก่อน ค.ศ.) บิดาแห่งวิชาสัตววิทยาเป็นผู้ริเริ่มจำแนกสัตว์เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ จำพวกที่มีกระดูกสันหลัง (verbrate) และสัตว์จำพวกที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrate) อริสโตเติล ยังได้ชื่อว่า “บิดาแห่งการเรียนรู้” เป็นคนแรกที่นำความรู้ในสมัยนั้นมาผสมผสาน โดยเขาได้วางรากฐานเกี่ยวกับโลกและธาตุ โดยกล่าวว่าสสารประกอบด้วยธาตุ 4 ชนิด (ดิน น้ำ ลม ไฟ)

1.6.3 ยุคเล่นแร่แปรธาตุ (Alchemy) ก่อนปีคริสต์ศตวรรษที่ 16 มีการเล่นแร่แปรธาตุ การเปลี่ยนโลหะตะกั่วและโลหะอื่นๆ ให้เป็นทองคำ มีการค้นพบสารละลายต่างๆ และการค้นคว้าหายาอายุวัฒนะ และใช้พืช สมุนไพรต่างๆ มารักษาโรครวมทั้งการใช้สารประกอบอาร์ซินิค ซึ่งช่วงต่อมาวิชาการนี้ปรับปรุงพัฒนามาเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งคือวิชาเคมีนั่นเอง

โรเบิร์ต บอยล์ (Sir Robert Boyle ค.ศ. 1627-1691 เป็นชาวไอรแลนด์ ที่ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดของอริสโตเติล ที่กล่าวว่า สสารประกอบด้วยธาตุ 4 ชนิด (ดิน น้ำ ลม และไฟ) *แต่* โรเบิร์ต บอยล์ กล่าวว่า สสารประกอบด้วยธาตุ (element) ดังผลงานปี 1661 ที่อยู่ในรูปที่ 1.4 และยังศึกษาเกี่ยวกับการรวมตัวของอนุภาคเกิดเป็นโมเลกุล มีการแบ่งแยกสสารระหว่างสารประกอบกับสารผสม และเป็นผู้ที่ได้ชื่อว่า “บิดาแห่งวิชาเคมี” ทำให้เกิดวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ มีการค้นพบทฤษฎีเกี่ยวกับแก๊ส ผลงานที่พบคือ “Boyle’s law” มีการศึกษาเกี่ยวกับความดันอากาศและน้ำ โดยเฉพาะการค้นพบก๊าซไฮโดรเจน



THE
SCEPTICAL CHYMIST:
OR
CHYMICO-PHYSICAL
Doubts & Paradoxes,
Touching the
SPAGYRIST'S PRINCIPLES
Commonly call'd
HYPOSTATICAL;
As they are wont to be Propos'd and
Defended by the Generality of
ALCHYMISTS.
Whereunto is præmis'd Part of another Discourse
relating to the same Subject.

BY
The Honourable *ROBERT BOYLE*, Esq;

LONDON,
Printed by *J. Cadwell* for *J. Crooke*, and are to be
Sold at the *Ship* in St. *Paul's* Church-Yard.
MDCLXI.

รูปที่ 1.4 ผลงานการตีพิมพ์ในปี 1661 *"The Sceptical Chymist"*

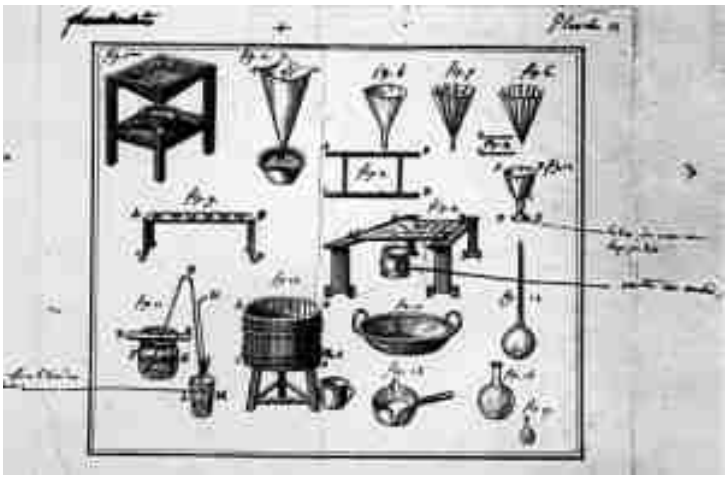
Roy G. Neville Historical Chemical Library, Chemical Heritage Foundation Collections.

1.6.3 เคมีสมัยใหม่ (Modern Chemsitry ค.ศ. 1700 ถึงปัจจุบัน)

ลาวัวซิเออร์ (Antoine-Laurent Lavoisier, 1743-1794) ได้รับการยกย่องให้เป็น "บิดาแห่งเคมีสมัยใหม่" เป็นผู้ตั้งทฤษฎีการสันดาป มีความสนใจศึกษาเกี่ยวกับการสันดาปของก๊าซออกซิเจน ปฏิกิริยารีดักชันหรือการดึงออกซิเจนออกจากสารประกอบออกไซด์ ดังสมการ

$$2\,HgO(s) \xrightarrow{\Delta} 2\,Hg(\ell) + O_2(g)$$

น้ำหนักของวัตถุก่อนและหลังจากการเผาไฟ เขาทำการเผาฟอสฟอรัส กำมะถัน ดีบุก และตะกั่ว สรุปว่า อากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสันดาป



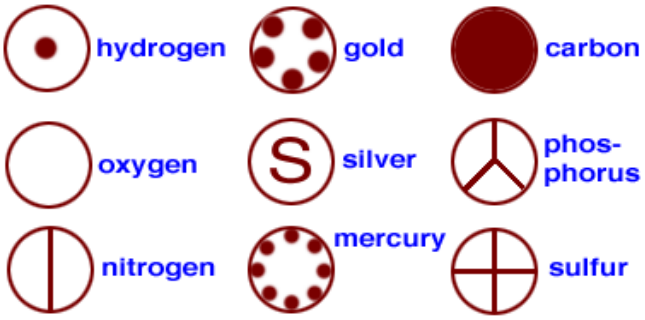
รูปที่ 1.5 ภาพวาดเครื่องมือของลาวัวซิเออร์ ในปี 1770 เรื่องการเผาไหม้ของปรอทออกไซด์

ลาวัวซิเอ (Antoine Laurent Lavoisier ค.ศ. 1743 -1794) เป็นผู้สนใจวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเคมี เป็นผู้ตั้งทฤษฎีการสันดาป เขาตั้งชื่อก๊าซที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ว่า “ก๊าซออกซิเจน” เขาได้ตั้งกฎทรงมวลของสาร (law of conservation of mass) ซึ่งมีความหมายว่า”มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาย่อมเท่ากับมวลของสารหลังจากการทำปฏิกิริยาแล้ว”

โจเซฟ พริสต์ลีย์ (Priestley Joseph, 1733-1804) ร่วมกับลาวัวซิเออร์ ศึกษาทดลองเรื่องการเผาไหม้ จนสามารถค้นพบออกซิเจน (oxygen) ในภาษากรีกแปลว่าผู้สร้างกรด (acid former)

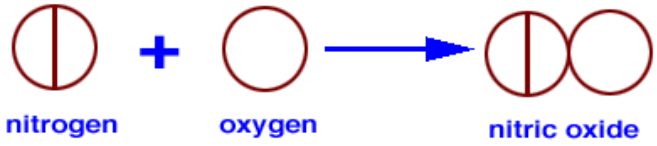
ดาลตัน (Dalton, John 1766-1844) นักเคมีชาวอังกฤษที่สนใจเกี่ยวกับเรื่องอะตอม ได้เสนอทฤษฎีอะตอม (atomic theory) ขึ้น ในปี 1807 มีใจความหลักว่า “สสารบริสุทธิ์สามารถทำให้แตกตัวได้อนุภาคขนาดเล็กที่สุดที่ไม่สามารถแตกตัวได้อีก อนุภาคนี้เรียกว่าอะตอม อะตอมของสารหนึ่งมีลักษณะเหมือนกันแต่แตกต่างไปจากสสารชนิดอื่น อะตอมไม่สามารถถูกสร้างขึ้นมาหรือถูกทำลายไป สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของอะตอมต่างๆ อะตอมรวมตัวกันอย่างตามสัดส่วนจำกัด”

ทฤษฎีสามารถอธิบายเกี่ยวกับกฎทรงมวลของสสารได้ โดยปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้จากการแลกเปลี่ยนอะตอมทำให้เกิดสารใหม่ อะตอมเหล่านี้ไม่มีการสูญหาย และสารประกอบจะประกอบด้วยธาตุที่มีอัตราส่วนคงที่



รูปที่ 1.6 ภาพวงกลมที่ดาลตันใช้แทนธาตุต่างๆ

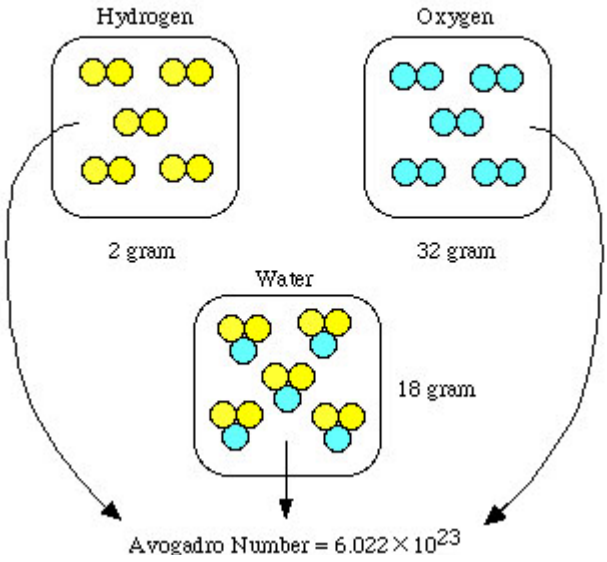
ดาลตันหามวลอะตอมได้ โดยให้มวลสัมพัทธ์ของไฮโดรเจนเท่ากับหนึ่งหน่วย และได้ตั้งหลักเกณฑ์การหามวลของสาร ดังรูป



รูปที่ 1.7 ความสัมพันธ์ของมวลอะตอมที่รวมเป็นมวลของสารประกอบ

แต่การค้นพบดังกล่าวไม่สามารถนำไปใช้ได้กับการรวมตัวของสารตามปริมาตร ซึ่งกล่าวว่าก๊าซต่างชนิดที่มีปริมาตรเท่ากันเมื่อรวมตัวกันจะมีจำนวนอะตอมเท่ากันเสมอ แต่กฎนี้ก็ยังมีความขัดแย้งจึงไม่ได้รับความเชื่อถือ

อาโวกาโดร (Avogadro, A. 1776-1856) นักเคมีฟิสิกส์ชาวอิตาลี ได้ค้นพบไนโตรเจน และเสนอกฎของอาโวกาโดร (Avogadro's law) ที่ว่า “ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน” โมเลกุลเหล่านั้นอาจจะมีอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งอะตอม ซึ่งใช้อธิบายเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์หลายชนิดได้ อาโวกาโดรเชื่อว่าอนุภาคสามารถประกอบกันเป็นโมเลกุลได้ และ จำนวนโมเลกุลในหนึ่งโมล (หนึ่งกรัมโมเลกุล) ในเทอมของ Avogadro's number จากการทดลองที่พบคือ 6.023×10^{23} โมเลกุลต่อกรัมโมเลกุล (จำนวน 6.023×10^{23} อนุภาค ของก๊าซใดๆ มีปริมาตรเท่ากับ 22.41 ลิตร)



รูปที่ 1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างกรัมโมเลกุลของสารใดๆ กับ Avogadro's number

อาโวกาโดร (Amedeo Avogadro, 1776-1856) ได้ตั้งกฎที่เกี่ยวกับจำนวนก๊าซใน 1 โมล ซึ่งเรียกกฎนี้ว่า "กฎของอาโวกาโดร" ซึ่งมีใจความว่า "ก๊าซทั้งหลาย ที่มีปริมาตรเท่ากันภายใต้สภาวะความดัน และอุณหภูมิอันเดียวกัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน" หรือก๊าซต่าง ๆ ที่มีจำนวนโมเลกุลเท่ากันภายใต้สภาวะอุณหภูมิ และความดันเดียวกัน จะมีปริมาตรเท่ากัน"

เกย์-ลูสแซก (Gay-Lussac, J.L. 1778-1850) ค้นพบโบรอนและไอโอดีนและศึกษาเกี่ยวกับกรด-เบส และอินดิเคเตอร์ (ลิตมัส) ค้นพบกระบวนการที่ทำให้เกิดกรดซัลฟุริก (H_2SO_4) จากการศึกษาสมบัติของก๊าซกับอุณหภูมิและสัดส่วนของปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยาเคมี

เบอร์ซีเลียส (Berzelius J.J. 1779-1850) ชาวสวิสเซอร์แลนด์ ผู้ที่สามารถจำแนกชนิดของแร่ จากส่วนประกอบทางเคมี และค้นพบการแยกธาตุหลายชนิด (Se, Th, Si, Ti, Zr) เป็นผู้สร้างคำว่าไอโซเมอร์ (isomer) และคะตาลิสต์ (catalyst)

โวลตา (Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, 1745-1827) นักฟิสิกส์ ชาวอิตาลี ได้พบกระแสไฟฟ้าจากการนำแผ่นโลหะแช่ในสารละลายที่เป็นกรด เป็นการจุดประกายความรู้ใหม่ในเรื่องเคมีไฟฟ้า (electrochemistry)

ฟาราเดย์ (Faraday, Michael 1791-1867) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เป็นผู้ค้นพบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้สร้างกฎเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าเป็นคนแรกที่ตั้งชื่อเคมีไฟฟ้า และพัฒนาทฤษฎีของไฟฟ้าและพลังงานเครื่องจักรกล เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเกิดสนิม แบตเตอรี และโลหะไฟฟ้า นำคำศัพท์เหล่านั้นมาใช้ คือ อิเล็กโทรด แอโนด แคโทด แอนไอออน แคตไอออน

ฮัมฟรีย์ เดวี (Sir Humphry Davy, 1778-1836) ได้ค้นพบก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) สามารถใช้เป็นยาสลบ เขาได้ประดิษฐ์ตะเกียงนิรภัยเพื่อใช้ในเหมืองแร่ เนื่องจากในเหมืองแร่มักจะมีการระเบิด เกิดจากก๊าซที่ติดไฟได้ ตะเกียงนิรภัยช่วยให้ผู้ที่ทำงานในเหมืองมีความปลอดภัย

รูปที่ 1.9 ตะเกียงนิรภัยของเดวี ที่ใช้ในเหมืองแร่

โดยสรุปแล้วในศตวรรษที่ 18 มีผลงานการศึกษาด้านเคมีจำนวนมาก โดยเฉพาะการพัฒนาด้านทฤษฎีอะตอมของดาลตัน ได้ค้นพบโลหะหลายชนิด เช่น นิเกิล แมงกานิส โมลิมดีนัม นอกจากนี้ยังมีวิวัฒนาการทฤษฎีเกี่ยวกับเคมีไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้า พัฒนาการวิธีการวิเคราะห์สารเชิงปริมาณโดยการใช้รีเอเจนต์บริสุทธิ์ (pure reagents) การสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงการเกิดปลอมปนจากเครื่องมือที่ใช้ และรายงานผลอย่างสมบูรณ์ทำให้เกิดการค้นพบยูเรเนียม เซอร์โคเนียม เซเรียม ไตตาเนียม เทลลูเรียม ทังสเตน เบอริลเลียม โครเมียม นิโอเบียม แทนทาลัม ฟัลลาเดียม โรเดียม ออสเมียม เออริเดียม เป็นต้น มีการสนับสนุนในการจัดธาตุต่างๆ ในตารางธาตุ ตามกฎตารางธาตุของ เมเยอร์ (Meyer, Julius Lothar, ใน Germany 1830–95) และเมนดาลีฟ (Mendeleev, Dmitri Ivanovich ,

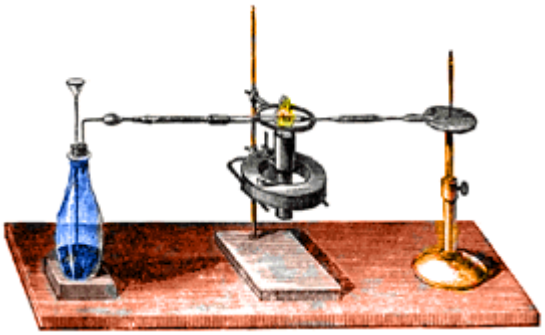
ในราวกลางศตวรรษที่ 19 เคมีมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว มีความสนใจในการศึกษาสารประกอบอินทรีย์ ที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เวอเลอร์ (Friedrich Wohler, 1800-1882) นักเคมีชาวเยอรมัน สามารถสังเคราะห์ยูเรียในห้องทดลองได้จากสารประกอบอนินทรีย์ของแอมโมเนียมกับไซยาเนต *แต่เดิม*มีความเชื่อว่าสารประกอบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ (เช่น กลีเซอรอล ยูเรียจากปัสสาวะของมนุษย์ และกรดฮิปพูริกจากปัสสาวะของวัว) ที่สามารถสร้างสารประกอบอินทรีย์ได้ ต่อมามีการค้นพบสารพวกคาร์โบไฮเดรท ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส มีการค้นพบสารอัลคาลอยด์ และกรดไขมันที่เป็นจุดเริ่มต้นของชีวโมเลกุล

ในปลายศตวรรษที่ 19 มีการค้นพบอิเล็กตรอน โดย เจ.เจ.ทอมสัน และกัมมันตภาพรังสี ของเบคคอเรียล จะเห็นได้ว่าเริ่มมีความสัมพันธ์กันระหว่างเคมีกับฟิสิกส์ มีการศึกษาโครงสร้างอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford) ได้ปรับปรุงทฤษฎีอะตอมของดาลตัน โดยกล่าวว่า “อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสอยู่ตรงกลางมีขนาดเล็ก และมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก พื้นที่ส่วนใหญ่ของอะตอมเป็นที่ว่าง” หลังจากนั้นนักเคมีคนอื่นๆ เช่น มอสเลย์ (H. G. J. Moseley) และ นีล บอหร์ (Niels Bohr) ศึกษาโครงสร้างของอะตอม เพื่อนำไปสู่โครงสร้างโมเลกุล และพบว่า ที่นิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนมีประจุไฟฟ้าบวกและอนุภาคนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า สำหรับ ลิวอีส (Lewis) แลงเมียร์ (Irving Langmuir) และพอลิง (Linus Pauling) ได้พัฒนาทฤษฎีอิเล็กตรอนของพันธะเคมี โดยพบว่าอะตอมที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 8 ตัวมีสภาพเสถียร เช่น การเกิดสารประกอบไอออนิก จากโลหะ ปล่อยอิเล็กตรอนวงนอกสุด 1 , 2 หรือ 3 เหล่านี้ กลายเป็นอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าบวก ส่วนอโลหะสามารถรับอิเล็กตรอนได้ 1 , 2 หรือ 3 ตัว เกิดเป็นอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าลบ เกาะยึดซึ่งกันและกัน

ส่วนนักเคมีอีกกลุ่มหนึ่งให้ความสนใจศึกษาเคมีที่เกี่ยวข้องกับอาหาร โภชนาการ และกระบวนการทางชีวภาพและกลายมาเป็นสาขาวิชาเคมี ทำให้มีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการหมักหรือเฟอร์เมนเตชัน ตลอดจนศึกษาแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

จากช่วงเวลาที่ผ่านมา เคมีสมัยใหม่ (Modern Chemistry) เข้ามามีบทบาทมาก โดยเฉพาะการค้นพบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทั้งในสังคมเกษตรและสังคมอุตสาหกรรม เคมีได้เพิ่มความล้ำหน้าและความทันสมัยให้กับชีวิตประจำวันของเรามากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เกษตรกรต้องการกรรมวิธีใหม่ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิต ส่วนในทางอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมยา มีความต้องการจะคิดค้นและสังเคราะห์ตัวยาชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการรักษาอาการเจ็บป่วยได้ดีขึ้น จากยาปฏิชีวนะตัวแรกๆ มาจนกระทั่งมีการค้นพบยารักษามะเร็ง และยาต้านเชื้อเอดส์ ส่วนของอุตสาหกรรมสิ่งทอก็ต้องการการผลิตเส้นใยชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตามต้องการออกสู่ตลาด งานทางด้านอุตสาหกรรมอีกหลายประเภทที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางเคมี ได้แก่ อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง น้ำหอม อาหาร การกลั่นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด สีและพลาสติก และวัสดุชั้นสูง(Advanced Materials) ล้วนต้องอาศัยกระบวนการทางเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังจะพบได้ว่าในปัจจุบัน เคมี มีบทบาทที่สำคัญมากในการรักษาสิ่งแวดล้อม และการวิเคราะห์วิจัยเพื่อการค้นพบเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น การค้นพบแหล่งพลังงานใหม่ การสร้างวัสดุชนิดใหม่จากการเชื่อมโยงโมเลกุลเล็ก (Nanostructured materials) การสกัดหรือสังเคราะห์ยาตัวใหม่ที่จะสามารถพัฒนาความเป็นอยู่และแก้ไขปัญหาการเจ็บป่วยของคนในสังคม ดังนั้นเคมีจึงยังคงมีความสำคัญและยังเป็นวิทยาศาสตร์สาขาแกนหลักในการคิดค้น พัฒนาเทคโนโลยีให้ล้ำหน้าในอนาคต

ที่มา : http://library.thinkquest.org/2923/basic.html#solids



รูปที่ 1.10 การทดลองเคมีสมัยก่อน