

หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน

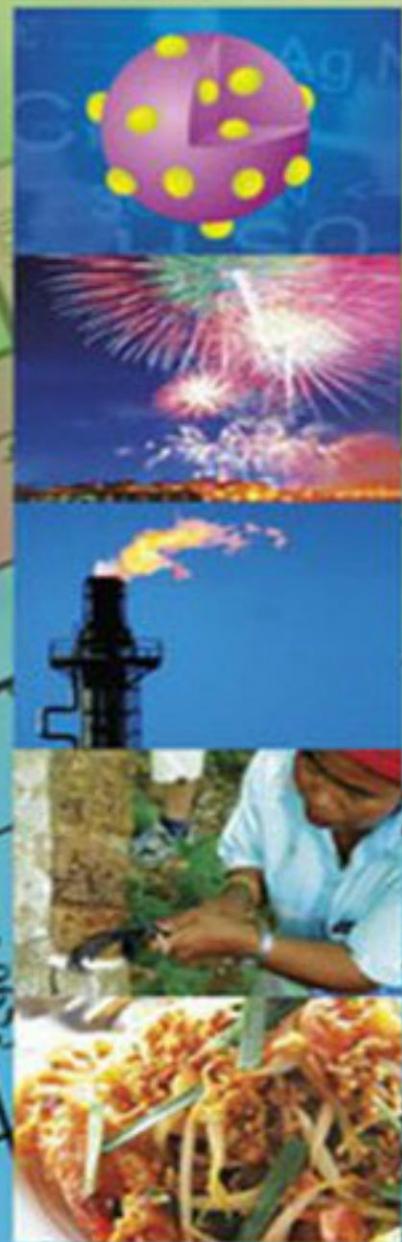
ก้าว

ສໍາຮັບນັກເຮືຍນທີ່ເນັ້ນວິທີຢາຄາສຕ່ອງ

ເບັນບົດຍົບສຶກທາປັກ໌ ៥-໬

กลุ่มสาระ: การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ຕາມເທົ່ານີ້ດອກເກີນການອະນຸມັງກອບປິບຊາບ ພຣະກິກຮາມ ແລະ



ตารางธาตุ

The Periodic Table of Elements is displayed in a grid format. Hydrogen (H) is positioned at the top center, above the first column. The columns are labeled with element numbers and symbols, including IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, and 18 (VIIIA). The rows are labeled with atomic numbers (1-18). Each element cell contains its symbol, atomic number, oxidation states, atomic mass, and discoverer's name.

1	2																		
IA	IIA																		
3 +1	4 +2																		
Li	Be																		
6.9412	9.012182																		
11 +1	12 +2																		
Na	Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIIB	8	9	10	11 IB	12 IIB								
22.989770	24.3051																		
19 +1	20 +2	21 +3	22 +2	23 +2	24 +2	25 +2	26 +2	27 +2	28 +2	29 +1	30 +2	31 +3	32 +2	33 +3	34 +4	35 -1	36 0		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
39.0983	40.0784	44.955911	47.8671	50.9415	51.9962	54.938049	55.8452	58.933201	58.6934	63.5463	65.409	69.723	72.64	74.92160	78.96	79.904	83.798		
37 +1	38 +2	39 +3	40 +4	41 +3	42 +6	43 +4	44 +3	45 +3	46 +2	47 +1	48 +2	49 +3	50 +2	51 +3	52 +4	53 +1	54 0		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc ⁺⁷	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
85.4678	87.62	88.90585	91.224	92.90638	95.94	(97.9072)	101.07	102.90550	106.42	107.8682	112.412	114.818	118.7107	121.7601	127.60	126.90447	131.294		
55 +1	56 +2	57 +3	72 +4	73 +5	74 +6	75 +4	76 +3	77 +3	78 +2	79 +1	80 +1	81 +1	82 +2	83 +3	84 +2	85 0			
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re ⁺⁷	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
132.90545	137.3277	138.9055	178.49	180.9479	183.84	186.207	190.23	192.217	195.078	196.96655	200.59	204.3833	207.2100	208.98038	208.9824	209.9871	222.0176		
58 +1	88 +2	89** +3	104 +4	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118		
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo		
(223.0197)	(226.0254)	(227.0277)	(264.1088)	(262.1141)	(266.1219)	(264.12)	(277)	(268.1388)	(281)	(272)	(285)	(284)	(289)	(288)	(293)				

กลุ่มธาตุ *แลนทานิด	58 +3 Ce 140.116	59 +3 Pr 140.90765	60 +3 Nd 144.24	61 +3 Pm (144.9127)	62 +2 Sm 150.36	63 +2 Eu 151.964	64 +3 Gd 157.25	65 +3 Tb 158.92534	66 +3 Dy 162.500	67 +3 Ho 164.93032	68 +3 Er 167.259	69 +3 Tm 168.93421	70 +2 Yb 173.04	71 +3 Lu 174.967
กลุ่มธาตุ **แออกติโนïด	90 Th (232.0381)	91 Pa (231.03588)	92 U (238.02891)	93 Np (237.00482)	94 Pu (244.0642)	95 Am (243.0614)	96 Cm (247.0704)	97 Bk (247.0703)	98 Cf (251.0796)	99 Es (252.0830)	100 Fm (257.0951)	101 Md (258.0984)	102 No (259.1010)	103 Lr (262.1097)



หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 978-616-7235-67-7

พิมพ์ครั้งที่หก ๗๐,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๕๖

องค์การค้าของ สกสค. จัดพิมพ์จำหน่าย
พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว
๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร
มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ
เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำหนังสือเรียน รายวิชา พื้นฐาน เค米 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้พิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้หนังสือนี้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๓

(นายчинวัตร ภูมิรัตน)
เลขานุการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตรวิธีการเรียนรู้ การประเมินผล การจัดทำหนังสือเรียน แบบฝึกหัด และสื่อการเรียนรู้ทุกประเภทที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ นี้ จัดทำตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับธาตุและสารประกอบ ปฏิกิริยาเคมี ปิโตรเลียม พอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความรู้ ทักษะ จิตวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนบุคคล และหน่วยงานอื่นๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

(นายชินภัทร ภูมิรัตน)

เลขานุการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำเนินการจัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสาระหลัก ๙ สาระคือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และօวา伽ศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งตัวชี้วัดชั้นปีและตัวชี้วัดช่วงชั้น ซึ่งเป็นเป้าหมายสำหรับผู้เรียนทุกคนที่จะได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมิจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม โดยมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล ตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๕๓ เป็นต้นไป โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ จึงจำเป็นต้องมีสื่อการเรียนการสอนที่ได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสม และเป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรดังกล่าว

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์นี้ได้พัฒนาขึ้นตามตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. ๔-๖ สาระที่ ๓ สารและสมบัติของสาร เพื่อนำไปใช้เป็นหนังสือเรียนหลักประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ที่เป็นหลักการพื้นฐานที่จำเป็นที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนในรายวิชาเพิ่มเติม เคมีต่อไป มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งของการตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การปฏิบัติการทดลอง และการอภิปราย อันจะก่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ นักวิชาการ และครูผู้สอน จากสถาบันต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี่

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน เคมี นี้ จะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(นางพรพรรณ ไวยากรถ)

ผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ธาตุและสารประกอบ	1
1.1 วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	1
1.2 อนุภาคมูลฐานของอะตอม	3
1.3 เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป	5
1.4 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุบางชนิด	7
1.5 ตารางธาตุ	8
1.5.1 สมบติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุตามตารางธาตุ	12
1.6 พันธะเคมี	13
1.6.1 พันธะโคเวเลนต์	14
1.6.2 พันธะไอโอนิก	16
1.6.3 พันธะโลหะ	19
แบบฝึกหัดท้ายบท	20
บทที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี	23
2.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี	23
2.2 พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	25
2.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	26
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา	29
2.5 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	33
แบบฝึกหัดท้ายบท	37
บทที่ 3 ปิโตรเลียม	38
3.1 การเกิดและแหล่งปิโตรเลียม	38
3.2 การแยกแก๊สธรรมชาติ	39
3.3 การกลั่นน้ำมันดิบ	41
3.4 เชื้อเพลิงในชีวิตประจำวัน	44
แบบฝึกหัดท้ายบท	48

บทที่ 4 พอลิเมอร์	49
4.1 พอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์	49
4.2 การสังเคราะห์พอลิเมอร์	50
4.3 โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	52
4.4 ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์	53
4.4.1 พลาสติก	53
4.4.2 ยาง	58
4.4.3 เส้นใย	60
แบบฝึกหัดท้ายบท	63
บทที่ 5 สารชีวโมเลกุล	65
5.1 คาร์บอไฮเดรต	65
5.1.1 มองออกค้าไร์ด (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว)	66
5.1.2 ไดอะซึค้าไร์ด (น้ำตาลโมเลกุลคู่)	67
5.1.3 พอลิอะซึค้าไร์ด	67
5.2 ลิพิด	71
5.2.1 ไขมันและน้ำมัน	71
5.2.1.1 องค์ประกอบและโครงสร้างของไขมันและน้ำมัน	71
5.2.1.2 ปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน	75
5.2.1.3 ประโยชน์และโทษของไขมันและน้ำมัน	76
5.2.2 คอเลสเตอโรล	77
5.2.3 ไข	78
5.3 โปรตีน	78
5.3.1 องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรตีน	79
5.3.2 โปรตีนในร่างกาย	81
5.4 กรดนิวคลีิก	82
แบบฝึกหัดท้ายบท	84
เอกสารอ้างอิง	86

บทที่ 1

ธาตุและสารประกอบ



เซอร์จohน ดอลตัน



ออยเกน โกลเดิร์ชไตน์

แนวคิดที่ว่า สิ่งต่างๆ ประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ได้เริ่มขึ้นในสมัยกรีกโบราณ ดิโมคริตุสเป็นนักปรัชญาผู้หนึ่งที่ให้แนวคิดว่า ถ้าแบ่งวัตถุให้มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ ในที่สุดจะได้หน่วยย่อยซึ่งไม่สามารถแบ่งให้เล็กลงไปได้อีกและเรียกหน่วยย่อยนี้ว่า อะตอม (atom) ซึ่งมาจากการภาษากรีกว่า atomos นักวิทยาศาสตร์ในยุคต่อมาได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับอะตอม สำหรับใช้ในการอธิบายโครงสร้างอะตอม ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในบทนี้



เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน

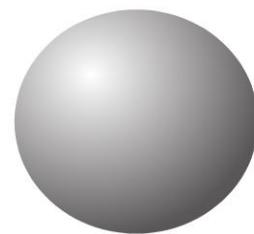
1.1 วัตถุการของแบบจำลองอะตอม

เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ความรู้เกี่ยวกับอะตอมจึงได้มาจากการแปลผลข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และนำมาสร้างเป็นแบบจำลองซึ่งมีวิวัฒนาการดังนี้

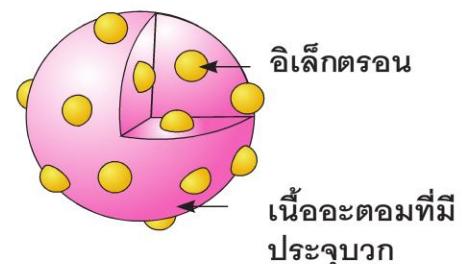
ในปี พ.ศ. 2346 เซอร์จohน ดอลตัน (Sir John Dalton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับอะตอมว่า อะตอมมีขนาดเล็กแบ่งแยกและทำให้สูญหายไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกันแต่จะแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น นอกจากนี้ดอลตันยังเสนอว่า สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดทำปฏิกิริยาเคมีกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อยๆ

ต่อมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมเพิ่มขึ้นและค้นพบข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของดอลตัน เช่น อะตอมสามารถแบ่งแยกได้ ทฤษฎีใหม่ของอะตอมจึงเริ่มมีพัฒนาการขึ้น

ในปี พ.ศ. 2429 ออยเกน โกลเดิร์ชไตน์ (Eugen Goldstein) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ทำการทดลองศึกษาเกี่ยวกับอะตอม และได้ค้นพบอนุภาคที่มีประจุบวก ซึ่งเรียกว่า โปรตอน (proton) และต่อมาในปี พ.ศ. 2440 เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (Sir Joseph John Thomson) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทำการทดลองศึกษาเกี่ยวกับอะตอมเช่นเดียวกันและพบว่าอะตอมทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ และเรียกอนุภาคนี้ว่า อิเล็กตรอน (electron) จากผลการทดลองดังกล่าวทำให้ทอมสันได้ข้อมูลมากขึ้น จึงเสนอแบบจำลองอะตอมเป็นรูปทรงกลมที่มีเนื้ออะตอมเป็นประจุบวก และมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไป ดังรูป 1.2



รูป 1.1 แบบจำลองอะตอม
ของดอลตัน



รูป 1.2 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

2. รายวิชาฟิสิกส์ คําบี

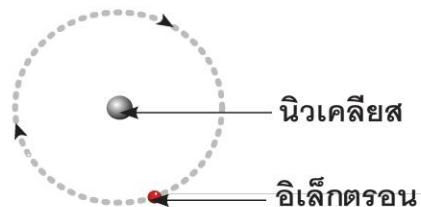


ลอร์ด เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด

ในปีพ.ศ. 2454 ลอร์ด เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Lord Ernest Rutherford) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ และ汉斯 ไกเกอร์ (Hans Geiger) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ศึกษาและพิสูจน์แบบจำลองอะตอมของทอมสัน ของทอมสันโดยการยิงอนุภาคแอลฟ่าไปยังแผ่นทองคำบางๆ พบว่า แบบจำลองอะตอมของทอมสัน ไม่สามารถอธิบายผลการทดลองได้ รัทเทอร์ฟอร์ดจึงได้เสนอแบบจำลองอะตอมใหม่คือ อะตอม ประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบวิ่งอยู่รอบๆ ดังรูป 1.3



汉斯 ไกเกอร์

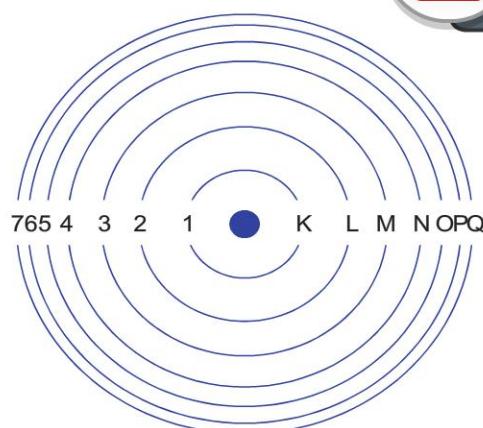


แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

เนื่องจากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ไม่ได้อธิบายว่า อิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสจัดตัวอยู่ในลักษณะใด นักวิทยาศาสตร์จึงได้ค้นคว้าข้อมูลต่อไป โดยทำการทดลองศึกษาสเปกตรัมของธาตุ และสารประกอบ ผลการทดลองช่วยให้ นีลส์ โบร์ (Niels Bohr) นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก เสนอแบบจำลองระดับพลังงานของอะตอมที่มี 1 อิเล็กตรอน ว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นวงคล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดจะมีพลังงานต่ำสุดเรียกว่าระดับ K และระดับพลังงานที่อยู่ถัดออกมากเรียกเป็น L M N ... หรือใช้สัญลักษณ์กแทนตัวเลขระดับพลังงาน 1 2 3 ... ตามลำดับ ดังรูป 1.4

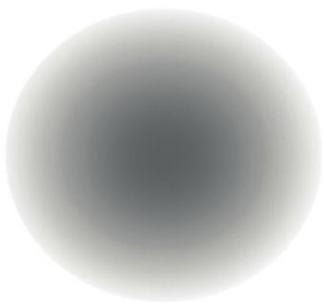


นีลส์ โบร์



รูป 1.4 แบบจำลองระดับพลังงานในอะตอมของโบร์

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมและพบว่า อิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งอนุภาค และคลื่น และเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม จึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้ แต่มีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสบางบริเวณเท่านั้น ทำให้สร้างมโนภาพได้ว่าอะตอมประกอบด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบแสดงว่ามีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณที่มีกลุ่มหมอกจาก ดังรูป 1.5



รูป 1.5 กลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนของไฮดรเจนอะตอม



นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาอิเล็กตรอนและ proton และวิธีการที่ใช้ในการศึกษาในอะตอม มีอย่างไร



เซอร์เจมส์ แซดวิก

1.2 อนุภาคมูลฐานของอะตอม

จากการศึกษาวิัฒนาการของแบบจำลองอะตอม ทำให้ทราบว่า อะตอมประกอบด้วย อิเล็กตรอนและ proton แต่จากข้อมูลการทดลองที่ผ่านมา ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า อะตอมมีอนุภาคที่มีมวลใกล้เคียงกับ proton และเป็นกลางทางไฟฟ้าอยู่ในนิวเคลียสด้วย ชื่อในปี พ.ศ. 2475 เซอร์เจมส์ แซดวิก (Sir James Chadwick) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทดลองยิงอนุภาคแอลฟ่า ไปยังอะตอมของธาตุต่างๆ และจากผลการทดลองทำให้ทราบว่า ในนิวเคลียสมีอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้าอยู่จริงและเรียกอนุภาคนี้ว่า นิวตรอน (neutron) จากการค้นพบนี้ ทำให้ทราบว่า อะตอมประกอบด้วยอนุภาคสามชนิด คือ อิเล็กตรอน proton และนิวตรอน ซึ่งเรียกว่า อนุภาคมูลฐานของอะตอม มีสมบัติดังตาราง 1.1

4. รายวิชาพื้นฐาน เคป



อนุภาคมูลฐานของอะตอม

อนุภาค	ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)	ชนิดประจุ ไฟฟ้า	มวล (กรัม)
อิเล็กตรอน	1.602×10^{-19}	- 1	9.109×10^{-28}
โปรตอน	1.602×10^{-19}	+ 1	1.673×10^{-24}
นิวตรอน	0	0	1.675×10^{-24}



อนุภาคใดบ้างที่มีผลต่อมวลของอะตอม

จากข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ทราบว่าอะตอมประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนเป็นนิวเคลียสของอะตอม และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียส เมื่อพิจารณาตาราง 1.1 จะเห็นว่า อิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับมวลของโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวลของอะตอมส่วนใหญ่จึงเป็นมวลของนิวเคลียส

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมของธาตุชนิดต่างๆ แสดงดังตาราง 1.2

ตาราง 1.2 จำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมของธาตุบางชนิด

ชื่อธาตุ	สัญลักษณ์	จำนวนอนุภาค		
		นิวตรอน	โปรตอน	อิเล็กตรอน
ไฮdroเจน (Hydrogen)	H	-	1	1
ไฮเลียม (Helium)	He	2	2	2
ลิเทียม (Lithium)	Li	4	3	3
เบริลเลียม (Beryllium)	Be	5	4	4
โบโรน (Boron)	B	6	5	5
คาร์บอน (Carbon)	C	6	6	6
ไนโตรเจน (Nitrogen)	N	7	7	7
ออกซิเจน (Oxygen)	O	8	8	8
ฟลูออรีน (Fluorine)	F	10	9	9



จากข้อมูลในตาราง 1.2 จำนวนนิวตรอน โปรตอนและอิเล็กตรอนของแต่ละธาตุมีความสัมพันธ์กันอย่างไร



อะตอมของธาตุใดเป็นกลางทางไฟฟ้า เพราะเหตุใด

จากข้อมูลในตาราง 1.1 นักเรียนทราบแล้วว่า นิวตรอนเป็นกลางทางไฟฟ้า ส่วนโปรตอนและอิเล็กตรอนมีค่าประจุไฟฟ้าเท่ากันแต่มีประจุตรงกันข้าม โดยโปรตอนมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และอิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ เมื่อพิจารณาจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมของธาตุในตาราง 1.2 พบร่วatem ธาตุมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน ดังนั้นอะตอมของธาตุจึงเป็นกลางทางไฟฟ้า



เมื่อทราบจำนวนอนุภาคมูลฐานในอะตอมของธาตุแล้ว จะเขียนสัญลักษณ์แสดงชนิดและจำนวนอนุภาคของธาตุต่างๆ ได้อย่างไร



เฟรเดอริก ซอดดี

1.3 เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป

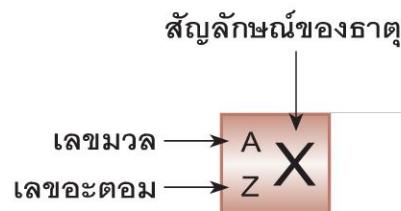
นักเรียนทราบแล้วว่า อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากจำนวนโปรตอนของอะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีค่าเฉพาะตัวไม่ซ้ำกับธาตุอื่นๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ชนิดของธาตุจึงพิจารณาจากจำนวนโปรตอน โดยตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนเรียกว่า **เลขอะตอม** (atomic number) ใช้สัญลักษณ์เป็น Z ส่วนผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสเรียกว่า **เลขมวล** (atomic mass) ใช้สัญลักษณ์เป็น A ตัวอย่างเช่น ไฮเดียมมีจำนวนโปรตอน 2 จึงมีเลขอะตอมเท่ากับ 2 และมีจำนวนนิวตรอน 2 จึงมีเลขมวลเท่ากับ 4

อะตอมของธาตุบางชนิดอาจมีจำนวนนิวตรอนได้หลายค่าทำให้มีเลขมวลได้หลายค่าด้วย ซึ่งเฟรเดอริก ซอดดี (Frederick Soddy) นักเคมีชาวอังกฤษ เรียกอะตอมของธาตุเดียวกันที่มีเลขมวลต่างกันว่า **ไอโซโทป** (isotope) ธาตุชนิดหนึ่งอาจมีได้หลายไอโซโทป บางไอโซโทปเกิดขึ้นในธรรมชาติและบางไอโซโทปได้จากการสังเคราะห์ เช่น ไฮโดรเจน มี 3 ไอโซโทป มีเลขมวล 1, 2 และ 3 ไฮโดรเจนที่มีเลขมวล 2 และ 3 มีชื่อเฉพาะว่า ดิวทีเรียม และทริเรียม ตามลำดับ

6. รายวิชาฟิสิกส์ เคป

ไฮโดรเจนที่เกิดในธรรมชาติมีปริมาณร้อยละ 99.99 ส่วนดิบที่เรียลมีปริมาณน้อยมาก และทริเทียมเป็นไฮโซโทปกัมมันตรังสี

สัญลักษณ์ของธาตุที่แสดงจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอม เรียกว่า **สัญลักษณ์นิวเคลียร์** (nuclear symbol) วิธีเขียนที่ตกลงกันเป็นสากลคือ เขียนเลขอะตอมไว้�ุมล่างซ้าย และเลขมวลไว้มุมบนซ้ายของสัญลักษณ์ เช่น ไฮโดรเจน เขียน สัญลักษณ์นิวเคลียร์ได้เป็น ${}_1^1\text{H}$ ${}_1^2\text{H}$ และ ${}_1^3\text{H}$ คาร์บอนมีเลขอะตอม 6 มี 3 ไฮโซโทป ซึ่งมีเลขมวล 12 13 และ 14 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ จึงเป็น ${}_6^{12}\text{C}$ ${}_6^{13}\text{C}$ และ ${}_6^{14}\text{C}$ ตามลำดับ



สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไฮโซโทปต่างๆ อาจเขียนอย่างย่อโดยเขียนเฉพาะสัญลักษณ์ของธาตุ กับเลขมวลก็ได้ เช่น ไฮโซโทปของไฮโดรเจนจะเขียนเป็น ${}^1\text{H}$ ${}^2\text{H}$ และ ${}^3\text{H}$ หรือในบางครั้งอาจเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ H-1 H-2 และ H-3 ก็ได้



สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไฮโซโทปต่างๆ ของธาตุ A ซึ่งมี 8 อิเล็กตรอน และมีนิวตรอนเป็น 8 9 และ 10 เป็นอย่างไร



จงเติมสัญลักษณ์นิวเคลียร์หรือจำนวนอนุภาคในตารางให้สมบูรณ์

สัญลักษณ์นิวเคลียร์	จำนวนอนุภาค		
	นิวตรอน	โปรตอน	อิเล็กตรอน
${}^6_3\text{Li}$	3	3
.....	4	3	3
${}^{18}_8\text{O}$	10
${}^{35}_{17}\text{Cl}$	17

1.4 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุบางชนิด

จากการศึกษาแบบจำลองอะตอม ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอนในแต่ละอะตอมอยู่ร่วมกันได้ เพราะอิเล็กตรอนเหล่านั้นเคลื่อนที่อยู่ในระดับพลังงานต่างกัน โดยระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดซึ่งมีพลังงานต่ำสุดเรียกว่าระดับ $n = 1$ และระดับพลังงานที่อยู่ต่อจากมาเรียกว่า ระดับ $n = 2, 3, \dots$ ตามลำดับ นักเรียนคิดว่าอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนสูงสุดเท่าใด ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลแสดงการจัดอิเล็กตรอนของธาตุบางชนิด ดังตาราง 1.3

ตาราง 1.3 การจัดอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุบางชนิด

ธาตุ	เลขอะตอม	จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน		
		ระดับ $n = 1$	ระดับ $n = 2$	ระดับ $n = 3$
H	1	1		
He	2	2		
Li	3	2	1	
Be	4	2	2	
B	5	2	3	
C	6	2	4	
N	7	2	5	
O	8	2	6	
F	9	2	7	
Ne	10	2	8	
Na	11	2	8	1
Mg	12	2	8	2
Al	13	2	8	3
Si	14	2	8	4
P	15	2	8	5
S	16	2	8	6
Cl	17	2	8	7
Ar	18	2	8	8

8. รายวิชาพื้นฐาน เคป

เมื่อพิจารณาข้อมูลในตาราง 1.3 จะพบว่าจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 1 มีได้มากที่สุด 2 อิเล็กตรอน จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 2 มีได้มากที่สุด 8 อิเล็กตรอน สำหรับระดับพลังงานที่ 3 นั้นจากการศึกษาข้อมูลทำให้ทราบว่ามีได้มากที่สุด 18 อิเล็กตรอน นั่นคือ จำนวนอิเล็กตรอนมากที่สุดที่มีได้ในแต่ละระดับพลังงานจะมีค่าเท่ากับ $2n^2$ และอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานสูงสุดหรือขั้นนอกสุด เรียกว่า **เวลน์ซ์อิเล็กตรอน**



เวลน์ซ์อิเล็กตรอน



นักเรียนคิดว่าธาตุโพแทสเซียม (K) และ แคลเซียม (Ca) ซึ่งมีเลขอะตอม 19 และ 20 ตามลำดับ มีจำนวนระดับพลังงานเท่าใด และในแต่ละระดับพลังงานมีจำนวนอิเล็กตรอนอยู่เท่าใด

นักเรียนอาจคิดว่าการจัดอิเล็กตรอนของธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม ควรเป็น 2 8 9 และ 2 8 10 ตามลำดับ เพราะในระดับพลังงานที่ 3 มีอิเล็กตรอนได้สูงสุด 18 อิเล็กตรอน แต่จากการศึกษาข้อมูลทำให้ทราบว่าการจัดอิเล็กตรอนของสองธาตุนี้เป็น 2 8 8 1 และ 2 8 8 2 ตามลำดับ ซึ่งอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 3 ของทั้งสองธาตุนี้มีเพียง 8 อิเล็กตรอน ส่วนที่เพิ่มมาอีก 1 หรือ 2 อิเล็กตรอน จะเข้าไปอยู่ในระดับพลังงานที่ 4 ก่อนที่ระดับพลังงานที่ 3 จะมีอิเล็กตรอนครบ 18 นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

นักเรียนทราบแล้วว่า อิเล็กตรอนในอะตอมอยู่ในระดับพลังงานต่างๆ กัน และจากการศึกษาข้อมูลทำให้ทราบว่า แต่ละระดับพลังงานนั้นยังแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อยอีก ซึ่งระดับพลังงานย่อยนี้บางระดับพลังงานมีค่าพลังงานใกล้เคียงกัน ทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปอยู่ในระดับพลังงานที่มีเลขอะตอมสูงกว่าได้ ก่อนที่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่าจะมีอิเล็กตรอนครบตามจำนวนที่มีได้สูงสุด ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยต่างๆ นักเรียนจะได้ศึกษาในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ต่อไป

1.5 ตารางธาตุ

ธาตุส่วนใหญ่ที่มนุษย์รู้จักตั้งแต่อดีตกาลเป็นพวกละหละ เนื่องจากมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต เช่น ทองคำ (Au) ใช้ทำเครื่องประดับ เหล็ก (Fe) ใช้ทำเครื่องมือและอาวุธ ทองแดง (Cu) และอะลูมิเนียม (Al) ใช้ทำภาชนะเครื่องใช้ต่างๆ เป็นต้น จากข้อมูลที่บันทึกไว้เป็นหลักฐานพบว่ามีเพียง 10 ธาตุเท่านั้น และในจำนวนนี้มีเพียง 2 ธาตุที่ไม่โลหะ คือ ธาตุคาร์บอน (C) และกำมะถัน (S)

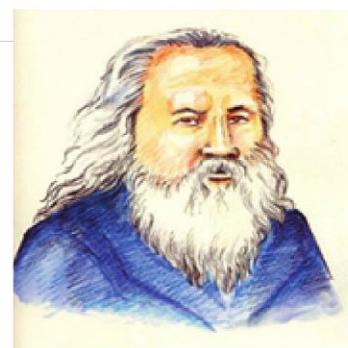
เมื่อมีการค้นพบธาตุใหม่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ศึกษาสมบัติของธาตุเหล่านั้น และพยายามจัดหมวดหมู่โดยใช้สมบัติที่คล้ายกันเป็นเกณฑ์ การจัดที่นำเสนอใน คือการจัดของดมีตรี อิวานovich เมนเดเล耶ฟ (Dmitri Ivanovich Mendeleev) นักเคมีชาวรัสเซีย



ดมีตรี อิวานovich เมนเดเล耶ฟ

ซึ่งเสนอการจัดเรียงธาตุต่างๆ ตามมวลอัตราส่วนและตามสมบัติที่คล้ายคลึงกันของธาตุที่ปรากฏขึ้นกันเป็นช่วงๆ ทำให้จัดออกมาได้ในรูปของตารางเรียกว่า **ตารางธาตุ (periodic table)**

ตารางธาตุที่ เมนเดเล耶ฟเสนอครั้งแรกยังไม่สมบูรณ์ เพราะมีธาตุบางชนิดที่ยังไม่รู้จักหรือยังไม่ค้นพบ แต่ได้คาดการณ์ไว้ว่า จะต้องมีธาตุที่มีสมบัติเช่นนี้อยู่ ณ ตำแหน่งนั้นๆ พิริมกับได้เร็วที่ในตารางธาตุไว้ จนเมื่อมีการค้นพบธาตุมากขึ้นและจากการศึกษาข้อมูลต่างๆ กวิทยาศาสตร์จึงได้ปรับปรุงตารางธาตุของ เมนเดเล耶ฟโดยเปลี่ยนเป็นจัดเรียงธาตุต่างๆ ตามเลขอะตอมแทน ตารางธาตุที่ใช้กันในปัจจุบันเป็นดังรูป 1.6



ดมีตรี อิวานovich เมนเดเล耶ฟ

ตารางธาตุ

18

VIIA

2
He
4.002602

1	2																		
IA	IIA																		
3	4																		
Li	Be																		
6.9412	9.012182																		
11	12																		
Na	Mg																		
22.989770	24.3051																		
19	20																		
K	Ca																		
39.0983	40.0784																		
37	38																		
Rb	Sr																		
85.4678	87.62																		
55	56																		
Cs	Ba																		
132.90545	137.3277																		
87	88																		
Fr	Ra																		
(223.0197)	(226.0254)																		
กลุ่มธาตุ *แมกนีต์				58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71		
Ce				Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
140.116				140.90765	144.24	(144.9127)	150.36	151.964	157.25	158.92534	162.500	164.93032	167.259	168.93421	173.04	174.967			
กลุ่มธาตุ **แมกนีต์				90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
Th				Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			
232.0381				231.03588	238.02891	(237.0482)	(244.0642)	(243.0614)	(247.0704)	(247.0703)	(251.0796)	(252.0830)	(257.0951)	(258.0984)	(259.1010)	(262.1097)			

รูป 1.6 ตารางธาตุในปัจจุบัน

ตารางธาตุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแบ่งธาตุในแนวตั้งเป็น 18 แฉว โดยเรียกแฉวในแนวตั้งว่า หมู่ (group) ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มย่อย A กับ B ดังนี้ กลุ่ม A มี 8 หมู่ คือ IA ถึง VIIIA โดยธาตุหมู่ IA และ IIA มีสมบัติเป็นโลหะ หมู่ IIIA – VIIIA แต่ละหมู่จะมีชาตุที่มีสมบัติแตกต่างกันไปโดยอาจเป็นโลหะ กึ่งโลหะหรือโลหะ ส่วนหมู่ VIIIA มีสมบัติเป็นอโลหะ มีชื่อเรียกเฉพาะว่า แก๊สเจือย หรือ แก๊ส惰性 ตราชฎา

กลุ่ม B มี 8 หมู่ เช่นเดียวกันคือ IB ถึง VIIIB แต่ใน VIIIB จะมี 3 แฉว ชาตุกลุ่ม B ทั้งหมดเรียกว่า กลุ่ม ชาตุแทرنซิชัน

ชาตุที่อยู่ในแนวนอนมี 7 แฉว เรียกแฉวในแนวนอนว่า คาบ (period) แต่ละคาบ จัดเรียงชาตุตามเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ จำนวนชาตุในแต่ละคาบเป็นดังนี้ คาบที่ 1 มี 2 ชาตุ คาบที่ 2 และ 3 มีคาบละ 8 ชาตุ คาบที่ 4 และ 5 มีคาบละ 18 ชาตุ คาบที่ 6 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมี 18 ชาตุ คือ ซีเซียม (Cs) ถึง เรดอน (Rn) กลุ่มที่สองมี 14 ชาตุ คือ ซีเรียม (Ce) ถึง ลูทีเซียม (Lu) โดยเรียกชาตุกลุ่มที่สองนี้ว่า กลุ่มชาตุแลนทานาide คาบที่ 7 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม เช่นเดียวกัน กลุ่มแรกเริ่มจากแฟรอนเซียม (Fr) เป็นต้นไปและมีการคั่นพบเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ส่วนกลุ่มที่สองมี 14 ชาตุคือ โทเรียม (Th) ถึง ลอร์เรนเซียม (Lr) เรียกชาตุกลุ่มนี้ว่า กลุ่มชาตุเอกทีide สำหรับชาตุที่ 117 ยังไม่ทราบสมบัติที่แน่นอน เนื่องจากอยู่ระหว่างการศึกษาค้นคว้า



จงจับคู่ข้อความต่อไปนี้ให้สัมพันธ์กัน

-1. F Cl Br
-2. Na Al P
-3. K P O

- ก. อยู่คาบเดียวกัน
- ข. อยู่หมู่และคาบต่างกัน
- ค. อยู่หมู่เดียวกัน



สารต่อไปนี้จัดอยู่ในกลุ่มโลหะหรือโลหะ

- 1. Cs 2. C 3. I 4. Kr 5. Ce 6. Pb

เมื่อพิจารณาการจัดเรียงอิเล็กตรอนของชาตุหมู่ A ในตารางธาตุ จากตาราง 1.3 พบร่วม ชาตุที่อยู่หมู่เดียวกันจะมีเวลนช์อิเล็กตรอนเท่ากัน เช่น

ลิเทียม (Li) มีเลขอะตอม 3 จัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงานเป็น 2 1

โซเดียม (Na) มีเลขอะตอม 11 จัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงานเป็น 2 8 1

ดังนั้น ธาตุลิเทียมและโซเดียมอยู่ในหมู่ IA เพราะมีเวลนช่วงอิเล็กตรอนเท่ากับ 1

เมื่อพิจารณาธาตุตามแนวอน พบร้าว่า ธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีจำนวนระดับพลังงานเท่ากัน และจำนวนระดับพลังงานจะตรงกับเลขที่ขึ้นของคาบ เช่น

แมกนีเซียม (Mg) มีเลขอะตอม 12 จัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงานเป็น 2 8 2

ฟอสฟอรัส (P) มีเลขอะตอม 15 จัดเรียงอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงานเป็น 2 8 5

ดังนั้น ธาตุแมกนีเซียมและฟอสฟอรัส อยู่ในคาบที่ 3 เพราะมีจำนวนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเท่ากับ 3



ธาตุฟลูออรีน (F) มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2 7 ธาตุนี้อยู่ในหมู่ใดและคาบใดในตารางธาตุ



กิจกรรม 1.1 สมบูรณ์化 ประการของธาตุแทرنชิชันและสารประกอบที่มีธาตุแทرنชิชันเป็นองค์ประกอบ

สืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบูรณ์化 ของธาตุแทرنชิชันและสารประกอบที่มีธาตุแทرنชิชันเป็นองค์ประกอบ

ธาตุแทرنชิชันส่วนใหญ่เป็นโลหะ มีสถานะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปราวท, Hg) มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง นำไปฟื้นและนำความร้อนได้ดี ธาตุแทرنชิชันเกิดสารประกอบได้หลากหลายและสารประกอบส่วนใหญ่มีสีเฉพาะตัว เช่น แมงกานีส (Mn) เมื่อเกิดเป็นสารประกอบต่างๆ จะมีสีดังนี้

โพแทสเซียมเบอร์แมงกานेटหรือด่างทับทิม ($KMnO_4$)

สีม่วงเข้ม

แมงกานีส (IV) ออกไซด์ (MnO_2)

สีน้ำตาลเข้ม

แมงกานีส (II) คลอไรด์ ($MnCl_2$)

สีซมพู



นักเรียนคิดว่าความเป็นโลหะของธาตุในหมู่ต่างๆ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

1.5.1 สมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุตามตารางธาตุ

เมื่อศึกษาการทำปฏิกิริยาของโลหะบางชนิดกับน้ำ เช่น นำโลหะโซเดียม และอะลูมิเนียม ซึ่งเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ IA IIA และ IIIA ตามลำดับ แต่อยู่ในควบเดียวกัน มาทำปฏิกิริยากับน้ำที่อุณหภูมิห้อง พบร้า โซเดียมทำปฏิกิริยา/run แรงกับน้ำเกิดแก๊สไฮโดรเจนอย่างรวดเร็วซึ่งสามารถติดไฟทำให้โลหะโซเดียมลุกไหม้ได้ แมกนีเซียมทำปฏิกิริยาให้แก๊สไฮโดรเจนค่อนข้างช้า ส่วนอะลูมิเนียมไม่เกิดปฏิกิริยา ดังรูป 1.7



ก.โซเดียม



ข.แมกนีเซียม



ค.อะลูมิเนียม

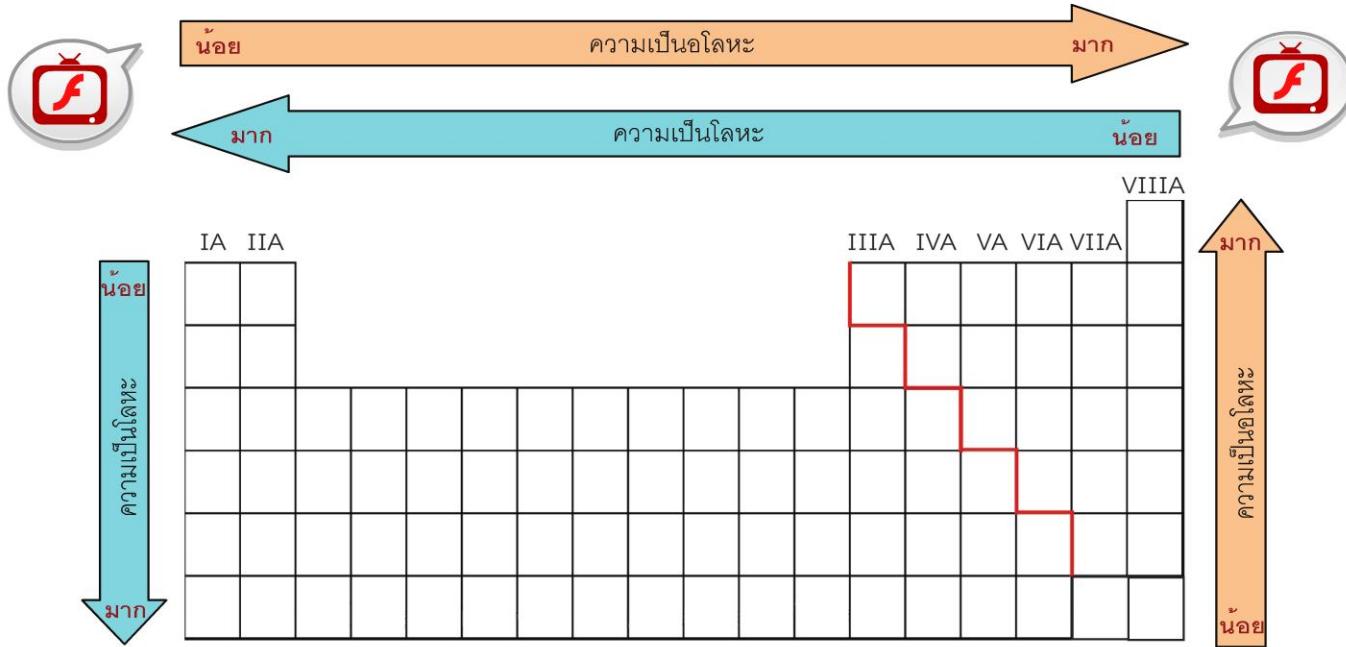
รูป 1.7 การทำปฏิกิริยา กับน้ำของโลหะบางชนิด

การที่โซเดียมทำปฏิกิริยา กับน้ำรุนแรงมากกว่าแมกนีเซียมและอะลูมิเนียม แสดงว่าโซเดียม มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากกว่าแมกนีเซียมและอะลูมิเนียม ตามลำดับ แต่เนื่องจากความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของโลหะ มีความสัมพันธ์กับสมบัติความเป็นโลหะ คือ โลหะที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามาก จะมีความเป็นโลหะมาก ดังนั้นโซเดียมจึงมีความเป็นโลหะมากที่สุด รองลงมาคือแมกนีเซียมและอะลูมิเนียม ตามลำดับ สมบัติความเป็นโลหะของธาตุในควบเดียวกัน จึงมีแนวโน้มลดลงจากซ้ายไปขวา

ความเป็นโลหะของธาตุในหมู่เดียวกัน ก็พิจารณาได้ในทำงดงเดียวกัน คือ เมื่อพิจารณาธาตุในหมู่ IA นักเรียนทราบแล้วว่าโซเดียมซึ่งอยู่ในควบที่ 3 มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยา กับน้ำ แต่เมื่อนำโพแทสเซียม ซึ่งอยู่ในควบที่ 4 มาทำปฏิกิริยา กับน้ำ โดยเปรียบเทียบความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา กับโซเดียม พบร้า โพแทสเซียม มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากกว่า นอกจากราชีน์ นักวิทยาศาสตร์ยังพบอีกว่า วูบิเดียม และซีเซียม ซึ่งอยู่ในควบที่ 5 และ 6 มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา กับน้ำเพิ่มขึ้น ตามลำดับ ดังนั้นสมบัติความเป็นโลหะของธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกัน จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง

สำหรับแนวโน้มความเป็นโลหะของธาตุในตารางธาตุ จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับความเป็นโลหะ เช่น ในควบที่ 2 ของตารางธาตุ ฟลูออรินซึ่งอยู่ในหมู่ VIIA มีความเป็นอโลหะมากกว่าออกซิเจน ซึ่งอยู่ในหมู่ VIA ดังนั้นในควบเดียวกันแนวโน้มความเป็นอโลหะจะเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา และ เมื่อเปรียบเทียบฟลูออริน กับคลอรินซึ่งอยู่ในหมู่ VIIIA แต่คลอรินอยู่ในควบที่ 3 พบร้า ฟลูออริน

มีความเป็นโลหะมากกว่าคลอริน ดังนั้นในหมู่เดียวกันแนวโน้มความเป็นโลหะจะลดลงจากบันลงล่าง แนวโน้มสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุแสดงดังรูป 1.8



รูป 1.8 แนวโน้มสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุ

ธาตุส่วนใหญ่ที่พบในธรรมชาติไม่ได้อยู่เป็นอะตอมอิสระ แต่จะรวมตัวกับอะตอมอื่น ได้เป็นโมเลกุลหรือสารประกอบที่มีความเสถียรมากกว่าเดิม อะตอมต่างๆ รวมตัวกันอยู่ได้อย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้

1.6 พันธะเคมี

อะตอมของธาตุจะรวมตัวกับอะตอมอื่นโดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอิเล็กตรอนกับ proton ที่อยู่ภายในนิวเคลียส เกิดเป็นโมเลกุลหรือสารประกอบ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมดังกล่าวเรียกว่า พันธะเคมี

พันธะเคมีในสารชนิดต่างๆ จะส่งผลให้สารเหล่านั้นมีสมบัติบางประการเหมือนหรือแตกต่างกันได้ นักเรียนสามารถศึกษาสมบัติบางประการของสารได้จากกิจกรรม 1.2



กิจกรรม 1.2 การนำไฟฟ้าของสารบางชนิด

- ทดสอบการนำไฟฟ้าของแผ่นแมกนีเซียม แผ่นสังกะสี เทียนไข โดยใช้เครื่องตรวจสภาพการนำไฟฟ้า บันทึกผล
- เติมน้ำกลั่นจำนวน 5 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 ทดสอบการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น บันทึกผล
- ชั่งโซเดียมคลอไรด์ประมาณ 0.5 g และใส่ลงในบีกเกอร์ในข้อ 2 คนให้โซเดียมคลอไรด์ละลายจนหมด ทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลาย บันทึกผล
- ทำการทดลองขั้นตอน 2 – 3 (โดยไม่ต้องทดสอบการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น) แต่เปลี่ยนสารที่ใช้ในข้อ 3 เป็นคอปเปอร์ (II) ชัลเฟต และน้ำตาลทราย แทน

จากกิจกรรม 1.2 นักเรียนจะเห็นว่า แผ่นแมกนีเซียม แผ่นสังกะสี สารละลายโซเดียมคลอไรด์ และสารละลายคอปเปอร์ (II) ชัลเฟต สามารถนำไฟฟ้าได้ เพราะทำให้หลอดไฟของเครื่องตรวจสภาพการนำไฟฟ้าสว่าง แต่เทียนไข น้ำกลั่นและน้ำตาลทรายไม่นำไฟฟ้า นักเรียนคิดว่า แผ่นแมกนีเซียม แผ่นสังกะสี สารละลายโซเดียมคลอไรด์ และสารละลายคอปเปอร์ (II) ชัลเฟต แต่ละสารรวมตัวกันด้วย พันธะเคมีชนิดเดียวกันหรือไม่ และแตกต่างจากพันธะเคมีในเทียนไข น้ำกลั่นและน้ำตาลทรายหรือไม่ หากคำตอบได้จากการศึกษาประเภทของพันธะเคมี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.6.1 พันธะโโคเวเลนต์

นักวิทยาศาสตร์พบว่าแก๊สเชื่อมสามารถอยู่เป็นอะตอมอิสระและมีเสถียรภาพสูง เมื่อพิจารณา เวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุหมุนีพบว่ามีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ยกเว้นไฮเดรน มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 แสดงว่าอะตอมที่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 เป็นสภาพที่เสถียรที่สุด

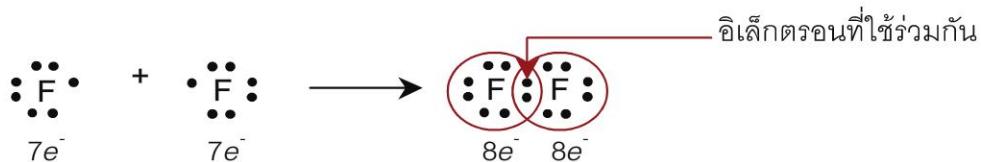


นักเรียนคิดว่าธาตุโลหะกับโลหะรวมตัวกันอย่างไรเพื่อปรับให้แต่ละอะตอมมีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนเหมือนกับแก๊สเชื่อม

จากข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่า เมื่ออะตอมของโลหะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน จะเกิดแรงดึงดูดระหว่างเวเลนซ์อิเล็กตรอนกับโปรตอนในนิวเคลียสของทั้งสองอะตอม นอกจากนี้ยังเกิด แรงผลักระหว่างโปรตอนกับโปรตอนและระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมอีกด้วย เมื่ออะตอมทั้งสองเข้ามาใกล้กันในระยะที่เหมาะสม จะทำให้มีพลังงานต่ำสุดและอยู่ร่วมกันเป็นโมเลกุลได้ โดยใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนที่อยู่บริเวณระหว่างนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองร่วมกัน แรงดึงดูดที่ทำให้

อะตอมอยู่ร่วมกันได้ในลักษณะนี้เรียกว่า พันธะโคเวเลนต์ (covalent bond) ไม่เลกูลของสารที่อะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เรียกว่า ไม่เลกูลโคเวเลนต์ และสารที่ประกอบด้วยอะตอมที่สร้างพันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเวเลนต์

ตัวอย่างสมการแสดงการเกิดแก๊สฟลูออรีน (F_2) เป็นดังนี้



หมายเหตุ

• แทน 1 อิเล็กตรอน



อะตอมของ ฟลูออรีน

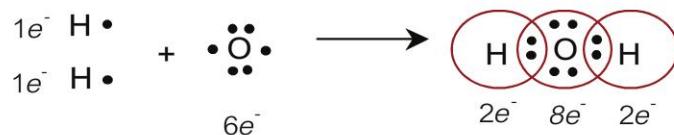
ฟลูออรีน (F) มีเวลาเนซึ่อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 เมื่อรวมตัวกับฟลูออรีนอะตอมอื่นเกิดเป็นแก๊สฟลูออรีน จะต้องใช้เวลาเนซึ่อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 อิเล็กตรอน เพื่อทำให้ฟลูออรีนแต่ละอะตอมมีเวลาเนซึ่อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 เมื่อตอนแก๊สเฉื่อย



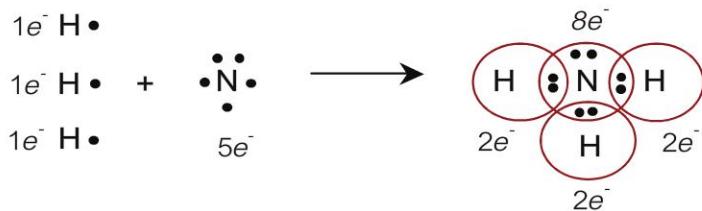
เมื่ออะตอมของออกซิเจน (O) รวมตัวกันเกิดเป็นแก๊สออกซิเจน (O_2) จะต้องใช้เวลาเนซึ่อิเล็กตรอนร่วมกันจำนวนเท่าใด เขียนสมการแสดงการเกิดแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้น ดังตัวอย่างสมการ การเกิดแก๊สฟลูออรีน

นอกจากนี้ยังมีสารโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมต่างชนิดกันอีกจำนวนมาก ในที่นี้จะยกตัวอย่างเพียงบางชนิด ดังนี้

สมการแสดงการเกิดน้ำ (H_2O)



สมการแสดงการเกิดแอมโมเนีย (NH_3)



การรวมตัวกันระหว่างอะตอมของคาร์บอน (C) กับอะตอมของคลอรีน (Cl) จะต้องใช้คาร์บอนและคลอรีนอย่างละกี่อะตอม เขียนสมการแสดงการรวมตัวที่เกิดขึ้นดังตัวอย่าง สมการด้านบน

เทียนไขเกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจน ส่วนน้ำตาลทรายเกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ดังนั้นทั้งเทียนไขและน้ำตาลทรายจึงจัดเป็นสารโคเวเลนต์ จากกิจกรรม 1.2 นักเรียนจะเห็นว่า เทียนไขไม่นำไฟฟ้า ส่วนน้ำตาลทรายเมื่อละลายน้ำสารละลายที่ได้ไม่นำไฟฟ้า เนื่องจากน้ำตาลทรายไม่มีการแตกตัวเป็นไอออนนั่นเอง

เมื่อพิจารณาเรցย์ดเห็นว่าที่มีอยู่ในสารคोเวเลนต์ส่วนใหญ่พบว่า นอกจากพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเป็นเรցย์ดเห็นว่าจะห่วงตะมภัยในโมเลกุลโคเวเลนต์แล้ว ยังมีเรցย์ดเห็นว่าจะห่วงโมเลกุลโคเวเลนต์อีกด้วย ซึ่งเป็นเรցย์ดเห็นว่าอย่างอ่อนเมื่อเปรียบเทียบกับพันธะโคเวเลนต์ เรցย์ดเห็นว่าจะห่วงโมเลกุลนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของโมเลกุลโคเวเลนต์ จึงทำให้สารคोเวเลนต์มีสถานะเป็นทั้งแก๊ส ของเหลว หรือของแข็ง เรցย์ดเห็นว่าจะห่วงโมเลกุลมีชนิดใดบ้าง นักเรียนจะได้ศึกษาในหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เครมี ต่อไป



พันธุ์ไอกอนิก

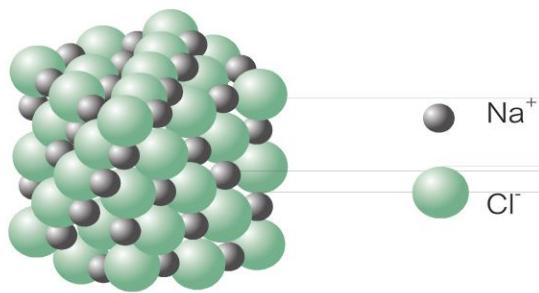
นักเรียนทราบแล้วว่า อะตอมของโลหะกับโลหะรวมตัวโดยใช้เวลาณู๊ดิล็อกtronร่วมกันเกิดเป็นสารโคเวเลนต์ แต่การเกิดสารประกอบระหว่างอะตอมของโลหะกับโลหะมีลักษณะการรวมตัวอย่างไร ศึกษาได้จากตัวอย่างการเกิดสารประกอบโซเดียมคลอริด ต่อไปนี้



ក្រសួងពេទ្យ

- แทน 1 อิเล็กตรอน และ ไม่แสดงอิเล็กตรอนที่อยู่ใน (2 8)

โซเดียม (Na) มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 1 และมีเวลนชืออิเล็กตรอนเท่ากับ 1 ส่วนคลอรีน (Cl) มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 7 และมีเวลนชืออิเล็กตรอนเท่ากับ 7 การที่โซเดียมและคลอรีนจะมีเวลนชืออิเล็กตรอนครบ 8 เมื่อก่อนกับแก๊สเฉื่อยได้นั้น โซเดียมต้องให้เวลนชืออิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอนแก่คลอรีน เมื่อโซเดียมให้อิเล็กตรอนกับคลอรีนจะเกิดเป็นโซเดียมไอโอน (Na^+) ซึ่งมีประจุบวกและมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 ส่วนคลอรีนเมื่อรับอิเล็กตรอนแล้วจะเกิดเป็นคลอร์ไอด์ไอโอน (Cl^-) ซึ่งมีประจุลบและมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 8 ไอโอนทั้งสองที่เกิดขึ้นมีประจุไฟฟ้าต่างกันจึงยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าเกิดเป็นพันธะไอโอนิก (ionic bond) แรงดึงดูดระหว่างโซเดียมไอโอน กับคลอร์ไอด์ไอโอนเช่นนี้จะเกิดต่อเนื่องกันไปเป็นโครงผลึกขนาดใหญ่ และเรียกว่าสารประกอบที่เกิดจากพันธะไอโอนิกว่า สารประกอบไฮแอตตาติก



รูป 1.9 แบบจำลองโครงผลึกของโซเดียมคลอไรด์



เมื่ออะตอมของแคลเซียม (Ca) รวมตัวกับอะตอมของออกซิเจน (O) เกิดเป็นสารประกอบไฮแอตตาติก อะตอมใดให้และอะตอมใดรับอิเล็กตรอนเป็นจำนวนเท่าใด

สารประกอบไฮแอตตาติกที่เป็นผลึกของแข็ง ไฮอนบวกและไฮอนลบีเป็นองค์ประกอบจะยึดเหนี่ยวกันอย่างแข็งแรง ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ทำให้ไม่นำไปฟื้น แต่จากกิจกรรม 1.2 นักเรียนจะเห็นว่า เมื่อใส่โซเดียมคลอไรด์ลงในน้ำ สารละลายที่ได้สามารถนำไปฟื้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำ จะดึงดูดโซเดียมไฮอนและคลอร์ไอด์ไฮอน ให้หลุดจากโครงผลึกและเคลื่อนที่อยู่ในน้ำ สารละลายจึงนำไปฟื้นได้ ส่วนคอปเปอร์(II) ชัลเฟต ซึ่งเป็นสารประกอบไฮแอตตาติก เมื่อละลายในน้ำสามารถนำไปฟื้นได้ ก็อธิบายได้ในลักษณะเดียวกับโซเดียมคลอไรด์



ถ้านำโซเดียมคลอไรด์มาหลอมเหลว นักเรียนคิดว่าจะนำไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

นอกจากระยะห่างระหว่างโซเดียมและโซเดียมจะต่ำกว่า 800 °C ของสารประกอบไฮอนิกเป็นอย่างไร ศึกษาได้จากข้อมูลในตาราง 1.4

ตาราง 1.4 จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารประกอบไฮอนิกบางชนิด

สารประกอบ	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
โซเดียมฟลูออไรด์ (LiF)	845	1676
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	801	1465
โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)	770	1437
แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2)	772	1600
แบเรียมฟลูออไรด์ (BaF_2)	1368	2137
คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4)	560 (สลายตัว)	-

จากข้อมูลในตาราง 1.4 พบร่วมกันว่าสารประกอบไฮอนิกมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง และมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง

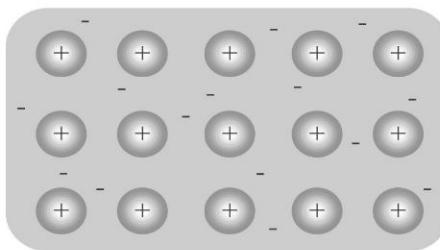


กิจกรรมเพิ่มเติม จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารประกอบไฮอนิกบางชนิด

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารประกอบไฮอนิกอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) เป็นต้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในตาราง 1.4

1.6.3 พันธะโลหะ

จากการศึกษาข้อมูลทำให้ทราบว่า อะตอมของโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะที่แตกต่างจากสารประกอบไฮอนิกและสารโคเวเลนต์ ทั้งนี้เนื่องจากเวลน์ซึ่งมีลักษณะเดียวกับประจุบวกในนิวเคลียสน้อยจึงเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระไปทั่วทั้งก้อนของโลหะ ทำให้มีลักษณะเสมือนกลุ่มของประจุบวกโดยอยู่ในทะเลอิเล็กตรอนที่มีประจุลบ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างประจุบวกในนิวเคลียสของอะตอมของโลหะกับเวลน์ซึ่งมีลักษณะเป็นอิสระนี้เรียกว่า พันธะโลหะ (metallic bond) ซึ่งแสดงได้ด้วยแบบจำลองทะเลอิเล็กตรอนดังรูป 1.10 ความแข็งแรงของพันธะโลหะขึ้นอยู่กับจำนวนเวลน์ซึ่งมีลักษณะเดียวกับประจุบวกในนิวเคลียสของโลหะแต่ละชนิด



รูป 1.10 แบบจำลองทะเลอิเล็กตรอนในโลหะ

ผลจากกิจกรรม 1.2 พบว่า แผ่นแมกนีเซียมและแผ่นสังกะสีซึ่งเป็นโลหะสามารถนำไปเผาได้ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่มีลักษณะเดียวกับประจุบวกในนิวเคลียสของอะตอมของโลหะ จึงทำให้มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ดังนั้นการหลอมเหลวหรือการทำให้โลหะลายเป็นไอจึงต้องใช้พลังงานสูงมาก



แบบฝึกหัดท้ายบท

1. แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน และรัทธอว์ฟอร์ดแตกต่างกันอย่างไร
2. ข้อความแต่ละข้อต่อไปนี้ เป็นลักษณะของอนุภาคมูลฐานชนิดใด
 - 2.1 มีมวลน้อยที่สุด
 - 2.2 มีประจุบวก
 - 2.3 พบรอยนักนิวเคลียส
 - 2.4 เป็นกลางทางไฟฟ้า
3. ธาตุที่มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ต่อไปนี้ $^{13}_6\text{C}$ $^{32}_{16}\text{S}$ และ $^{33}_{16}\text{S}$ มีprotoon นิวตรอน และ อิเล็กตรอนอย่างละกี่อนุภาค
4. จงเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปที่มีจำนวนอนุภาคมูลฐานต่อไปนี้
 - 4.1 15 protoon และ 16 นิวตรอน
 - 4.2 35 protoon และ 45 นิวตรอน
 - 4.3 13 อิเล็กตรอน และ 14 นิวตรอน
5. จงเติมข้อมูลของอะตอมต่างๆ ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า ในช่องว่างให้สมบูรณ์

ชื่อธาตุ	สัญลักษณ์ของธาตุ	เลขอะตอม	มวลอะตอม	จำนวนprotoon	จำนวนนิวตรอน	จำนวนอิเล็กตรอน
	A1		27			
		12			12	
โพแทสเซียม					20	
				16	15	
		56				26

6. จงเติมข้อมูลลงในที่ว่างในตารางให้สมบูรณ์

ธาตุ	เลขอะตอม	การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม ตามระดับพลังงาน	เวลาenซ์ อิเล็กตรอน
Be	—	2 , 2	—
N	7	2 , —	—
—	9	2 , 7	7
Ne	10	2 , 8	—
Na	11	2 , — , —	—
Al	—	2 , 8 , 3	—
S	—	2 , 8 , —	6
—	17	2 , 8 , 7	—
Ar	18	2 , 8 , —	—

7. ระบุหมู่หรือคابของสารในข้อความต่อไปนี้

7.1 มีธาตุคาร์บอน (C) ในไตรเจน (N) และออกซิเจน (O)

7.2 เริ่มต้นด้วยธาตุไฮเดียม (He)

7.3 มีธาตุอาرغون (Ar) เป็นธาตุสุดท้าย

8. จงจับคู่ข้อความกับธาตุที่กำหนดให้ ต่อไปนี้

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|
|8.1. รูบิเดียม (Rb) | ก. อยู่ในหมู่ธาตุไฮโลเจน |
|8.2. ซีนอน (Xe) | ข. เป็นธาตุแทรนซิชัน |
|8.3. ไอโอดีน (I) | ค. อยู่เป็นอะตอมอิสระในธรรมชาติ |
|8.4. เหล็ก (Fe) | ง. มีสมบัติเป็นโลหะและมีเวลาenซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 |

9. ธาตุคือต่อไปนี้สามารถรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบไฮอนิกได้

9.1 ลิเทียม และ คลอรีน

9.2 ออกซิเจน และ คลอรีน

9.3 โพแทสเซียม และ ออกซิเจน

9.4 โซเดียม และ นีโрон

9.5 โซเดียม และ แมgnีเซียม

10. เขียนสมการแสดงการรวมตัวกันของธาตุต่อไปนี้ (เขียนแสดงเวลาเนื่องจากตัวอนของธาตุแต่ละอะตอมด้วยเครื่องหมาย •)

10.1 ไนโตรเจน 1 อะตอม กับ ไนโตรเจน 1 อะตอม

10.2 คาร์บอน 1 อะตอม กับ ออกซิเจน 2 อะตอม

10.3 ออกซิเจน 1 อะตอม กับ พลูอิริ่น 2 อะตอม

11. พิจารณาสมบัติของสารในตารางต่อไปนี้

สาร	จุดหลอมเหลว (°C)	การนำไฟฟ้าของสารในสถานะต่างๆ		การละลาย ในน้ำ
		ของแข็ง	ของเหลว	
A	-91	ไม่นำ	ไม่นำ	ไม่ละลาย
B	1560	ไม่นำ	นำ	ละลาย
C	1453	นำ	นำ	ไม่ละลาย

จงทำนายว่าสาร A B และ C เป็นสารประเภทใดต่อไปนี้

ก. โลหะ

ข. สารโคเวเลนต์

ค. สารประกอบไฮเดอโรนิก

12. สารประกอบที่เกิดจากธาตุหมู่ IA กับหมู่ VIIA และสารประกอบที่เกิดจากธาตุหมู่ VIA กับไฮด्रอเจนจะแตกต่างกันอย่างไรในเรื่องต่อไปนี้

12.1 จุดหลอมเหลวและจุดเดือด

12.2 การนำไฟฟ้าของสารเมื่อเป็นสารละลายที่มีสถานะเป็นเหลว

บทที่ 2

ปฏิกริยาเคมี

ถ้านักเรียนสังเกตรอบๆ ตัวจะพบว่า มีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นตลอดเวลา บางปฏิกริยาสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การระเบิด เป็นต้น แต่บางปฏิกริยาอาจต้องใช้ระยะเวลานานจึงจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง เช่น การเกิดสนิมของสิ่งก่อสร้าง การสูญเสียของผลไม้ เป็นต้น



รูป 2.1 การเกิดสนิมของสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยเหล็ก

นอกจากปฏิกริยาที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวเราแล้ว ในร่างกายของเราก็มีปฏิกริยาเกิดขึ้นมากมาย เช่น การย่อยอาหาร ซึ่งเป็นกระบวนการทางเคมีที่ชับช้อนและมีผลทำให้เกิดพลังงานที่เรานำไปใช้ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ

นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ พลังงานเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกริยาเคมีอย่างไร แต่ละปฏิกริยาเกิดขึ้นด้วยอัตราเร็วเท่ากันหรือไม่ และมีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ปฏิกริยาเกิดเร็วขึ้นหรือช้าลง นักเรียนจะได้ศึกษาในบทเรียนนี้

2.1 การเกิดปฏิกริยาเคมี

นักเรียนจะมีวิธีสังเกตว่ามีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร ศึกษาได้จากกิจกรรม 2.1



กิจกรรม 2.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี

- เติมกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 2.0 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลางที่บรรจุสารละลายโพแทสเซียมเปอร์เมงกานेटเจือจาง จำนวน 5 cm^3 ตั้งไว้สักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล
- เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 2.0 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลางที่บรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 2.0 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 เขย่า แล้วใช้มือจับหลอดทดลองตรงบริเวณที่มีสารละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล
- เติมสารละลายเลด (II) ในเตรต เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลางที่บรรจุสารละลายโพแทสเซียมไอโอดีด เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล
- ซั่งกรดซิตริกจำนวน 1 g ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลางที่บรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรเจนคาร์บอนเนต เข้มข้น 2.0 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 เขย่าให้เข้ากัน ใช้มือจับหลอดทดลองตรงบริเวณที่มีสารละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 2.0 mol/dm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 5 cm^3 หย่อนชิ้นแมgnีเซียมและสังกะสีขนาดประมาณ $0.3 \times 2.0 \text{ cm}^2$ ลงในหลอดทดลองหลอดละ 1 ชิ้น สังเกตการเปลี่ยนแปลง

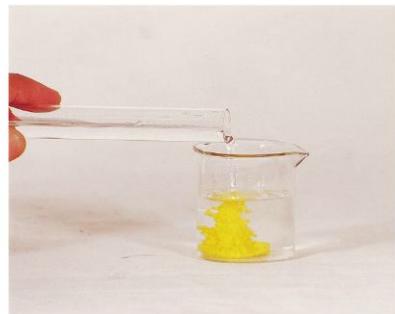


ในหลอดทดลองได้มีฟองแก๊สเกิดขึ้น



ในหลอดทดลองได้มีตะกอนเกิดขึ้น

จากกิจกรรม 2.1 เมื่อสารทำปฏิกิริยากันจะมีสารใหม่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้จากการเกิดฟองแก๊ส การเกิดตะกอน การเปลี่ยนสีหรือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยา โดยสารที่เข้าทำปฏิกิริยา กันเรียกว่า สารตั้งต้นหรือตัวทำปฏิกิริยา (reactant)



รูป 2.2 ตะกอนสีเหลืองของเลด (II) ไอโอดีด



การทดลองการเกิดตะกอนของเลด (II) ไอโอดีด

ส่วนสารใหม่ที่เกิดขึ้นเรียกว่า **ผลิตภัณฑ์** (product) อย่างไรก็ตามในบางปฏิกริยาอาจไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงตามที่กล่าวมาแล้วอย่างชัดเจน

ปฏิกริยาเคมีต่างๆ เอียนแทนได้ด้วยสมการเคมี โดยจะเขียนสารตั้งต้นไว้ทางซ้ายและเขียนผลิตภัณฑ์ไว้ทางขวาของสมการ โดยมีลูกศรอยู่ตรงกลาง และหัวลูกศรชี้ไปทางผลิตภัณฑ์ เช่น ปฏิกริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เอียนสมการเคมีได้ดังนี้



ปฏิกริยาระหว่างแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เอียนสมการเคมีได้ดังนี้



อักษรย่อที่อยู่ในวงเล็บจะบอกถึงสถานะหรือภาวะของแต่ละสารในสมการเคมีความหมายของอักษรย่อต่างๆ เป็นดังนี้

aq (aqueous)	หมายถึง สารน้ำละลายอยู่ในน้ำ
s (solid)	หมายถึง สารน้ำอยู่ในสถานะของแข็ง
l (liquid)	หมายถึง สารน้ำอยู่ในสถานะของเหลว
g (gas)	หมายถึง สารน้ำอยู่ในสถานะแก๊ส



ในการเกิดปฏิกริยาเคมี นอกจากสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกริยา กันแล้ว นักเรียนคิดว่ายังมีปัจจัยอื่นเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกริยาอีกหรือไม่

2.2 พลังงานกับการเกิดปฏิกริยาเคมี

การเกิดปฏิกริยาเคมีจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกริยา เช่น บางปฏิกริยาเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะให้พลังงานบางรูปออกมาน เช่น การจุดดอกไม้ไฟให้ความร้อนและแสงสว่าง แก๊สหุงต้มที่ติดไฟให้พลังงานความร้อน เป็นต้น



รูป 2.3 พลังงานแสงที่เกิดจากดอกไม้ไฟ



ถ้านำมีขีดไฟ旺ไว้ในอากาศที่มีแก๊สออกซิเจนที่อุณหภูมิห้องปกติ นักเรียนคิดว่าไม่ขีดจะลุกติดไฟได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ปฏิกิริยาบางปฏิกิริยาสามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิห้อง แต่เมบางปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดเองได้อย่างเช่น ไม่ขีดไฟ ไม่สามารถลุกใหม่ได้เองในอากาศ แต่ต้องให้พลังงานจำนวนหนึ่งเข้าไปในตอน เริ่มต้นของปฏิกิริยา เพื่อกระตุนให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนในอากาศ แต่เมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วจะให้พลังงานความร้อนออกมากซึ่งมากกว่าพลังงานที่ใส่เข้าไปในตอนเริ่มต้น และทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปจนสิ้นสุดได้

พลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาส่วนใหญ่เป็นพลังงานความร้อน ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแล้วให้พลังงานความร้อนออกมาระบุว่า **ปฏิกิริยาด้วยความร้อน** (exothermic reaction) ส่วนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้วดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อม ทำให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง ระบุว่า **ปฏิกิริยาดูดความร้อน** (endothermic reaction)



ยกตัวอย่างปฏิกิริยาที่นักเรียนคิดว่าเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนหรือด้วยความร้อนที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน



ปฏิกิริยาต่างๆ เกิดขึ้นด้วยเวลาที่แตกต่างกัน บางปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้า นักเรียนมีวิธีเดี๋บ้างที่จะบอกว่าปฏิกิริยาเกิดได้เร็วหรือช้าเพียงใด

2.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาเกิดได้อย่างรวดเร็ว เช่น การเผากระดาษ การระเบิดของดินปืน ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมgnีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น แต่บางปฏิกิริยาเกิดค่อนข้างช้า เช่น การบูดของนม บางปฏิกิริยาเกิดช้ามาก เช่น การเกิดสนิมเหล็ก เป็นต้น การทราบว่าปฏิกิริยาใดเกิดได้ช้าหรือเร็วมีความสำคัญยิ่ง เพราะจะได้ハウวิธีการเก็บรักษาและวิธีการนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม



รูป 2.4 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมgnีเซียม กับกรดไฮโดรคลอริก



สำรวจปฏิกริยาเคมีที่พบเห็นทั่วๆ ไป และยกตัวอย่างพร้อมกับประเมินว่าปฏิกริยา เหล่านี้ เกิดเร็วหรือช้า

นักเรียนทราบแล้วว่า การเกิดปฏิกริยาเคมีต้องมีสารตั้งต้นเข้าทำปฏิกริยากัน แล้วจึงเปลี่ยนไปเป็นสารใหม่ที่เป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเมื่อพิจารณาตอนเริ่มปฏิกริยาจะมีเฉพาะสารตั้งต้นเท่านั้น ยังไม่มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น แต่เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณของสารตั้งต้นจะลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่ปริมาณของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น การพิจารณาว่าปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นช้าหรือเร็วเพียงใด อาจพิจารณาได้จากอัตราการลดลงของสารตั้งต้นหรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งหาได้ดังสมการ

$$\text{อัตราการลดลงของสารตั้งต้น} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกริยา}}$$

$$\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์} = \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกริยา}}$$

นักเรียนจะวัดอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีของสารต่างๆ ได้อย่างไร ศึกษาได้จากข้อมูลต่อไปนี้ โลหะแมกนีเซียม (Mg) ทำปฏิกริยากับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) และแก๊สไอกอิโตรเจน (H_2) ดังสมการ



เมื่อนำโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกริยากับกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.2 มอลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร แล้วจับเวลาเมื่อเกิดแก๊สไอกอิโตรเจนทุกๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนได้แก๊สไอกอิโตรเจนปริมาตร 7 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข้อมูลเป็นดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ปริมาตรแก๊สไอก๊อตเรนที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่างๆ

ปริมาตรแก๊สไอก๊อตเรนที่เกิดขึ้น (cm^3)	เวลาที่ใช้ (s)
0.0	0
1.0	10
2.0	21
3.0	33
4.0	46
5.0	60
6.0	75
7.0	91

การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยานี้สามารถหาได้จากอัตราการเกิดแก๊สไอก๊อตเรนในช่วงเวลาต่างๆ ที่ต้องการ โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดแก๊สไอก๊อตเรน} = \frac{\text{ปริมาตรของแก๊สไอก๊อตเรนที่เกิดขึ้น (cm^3)}}{\text{เวลาที่ใช้ (s)}}$$

จากข้อมูลในตาราง 2.1 สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดแก๊สไอก๊อตเรนที่เวลาต่างๆ ที่ต้องการได้ เช่น

$$\text{อัตราการเกิดแก๊สไอก๊อตเรนในช่วงเวลา } 0 - 10 \text{ s} = \frac{1.0 - 0.0 (\text{cm}^3)}{10 - 0 (\text{s})}$$

$$= 0.1 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$\text{อัตราการเกิดแก๊สไอก๊อตเรนในช่วงเวลา } 10 - 21 \text{ s} = \frac{2.0 - 1.0 (\text{cm}^3)}{21 - 10 (\text{s})}$$

$$= 0.091 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$\text{อัตราการเกิดแก๊สไอก๊อตเรนในช่วงเวลา } 21 - 33 \text{ s} = \frac{3.0 - 2.0 (\text{cm}^3)}{33 - 21 (\text{s})}$$

$$= 0.083 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในช่วงเวลา } 33 - 46 \text{ s} &= \frac{4.0 - 3.0 (\text{cm}^3)}{46 - 33 (\text{s})} \\
 &= 0.077 \text{ cm}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

จากข้อมูลการคำนวณจะพบว่า อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในช่วงเริ่มต้นจะมีค่ามาก แต่เมื่อเวลาผ่านไปจะมีค่าลดลงตามลำดับ แสดงว่า อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในช่วงแรกจะเกิดขึ้นเร็ว แต่เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดช้าลงเรื่อยๆ

นอกจากการหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในช่วงเวลาต่างๆ แล้ว สามารถหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการทดลองได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการทดลอง} &= \frac{7.0 - 0.0 (\text{cm}^3)}{91 - 0 (\text{s})} \\
 &= 0.08 \text{ cm}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$



นอกจากหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้แก๊สไฮโดรเจนแล้ว นักเรียนคิดว่า โลหะแมgnีเชี่ยมกรดไฮดรคลอริก และแมgnีเชี่ยมคลอไรด์ สามารถนำมาใช้หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะเลือกวัดปริมาณของสารในปฏิกิริยาด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด ในทางปฏิบัติการวัดมวลของโลหะแมgnีเชี่ยม การวัดความเข้มข้นของกรดไฮดรคลอริก การวัดความเข้มข้นของแมgnีเชี่ยมไฮอนหรือคลอไรด์ไฮอนซึ่งได้จากการแตกตัวของแมgnีเชี่ยมคลอไรด์นั้นทำได้ยาก ดังนั้นการทดลองนี้จึงเลือกวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น เนื่องจากสามารถวัดได้โดยตรงนั่นเอง

จากตัวอย่างการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารในช่วงเวลาต่างๆ นักเรียนทราบแล้วว่าปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วในช่วงแรก และจะเกิดช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด และมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

สารแต่ละชนิดเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยอัตราที่ต่างกัน เช่น โลหะแมgnีเชี่ยมทำปฏิกิริยากับกรดไฮดรคลอริกได้เร็วกว่าสังกะสี แต่โลหะทองแดงไม่เกิดปฏิกิริยากับกรดไฮดรคลอริก ใช้เดียมทำปฏิกิริยากับน้ำได้รวดเร็วมาก แต่แมgnีเชี่ยมเกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ามาก ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติหรือสมบัติของสารแต่ละชนิดแตกต่างกัน

นอกจากรูมชาติของสารแล้ว นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาได้จากกิจกรรม 2.2



กิจกรรม 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ชั่งแคลลเซียมคาร์บอนेटแบบผง จำนวน 0.1 g ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 ใบที่ 1 2 และ 3
2. ชั่งแคลลเซียมคาร์บอนे�ตแบบเม็ด จำนวน 0.1 g ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 ใบที่ 4
3. เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 6 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 สังเกตการเกิดปฏิกิริยา บันทึกผล
4. เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 สังเกตการเกิดปฏิกิริยา บันทึกผล
5. นำสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 แขวน้ำอุ่น 1 นาที จากนั้นนำมาเติมลงในบีกเกอร์ใบที่ 3 สังเกตการเกิดปฏิกิริยา บันทึกผล
6. เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 4 สังเกตการเกิดปฏิกิริยา บันทึกผล

หมายเหตุ

1. การทดลองข้อ 3 4 และ 5 ให้ทำพร้อมกัน
2. ให้บันทึกข้อมูลโดยเปรียบเทียบอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาของบีกเกอร์ทั้ง 4 ใบ โดยบันทึกเป็น เร็วมาก เร็ว ปานกลาง และ ช้า

นอกจากรูมชาติของสารแล้ว จากผลกิจกรรม 2.2 ยังมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

เมื่อเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาระหว่างบีกเกอร์ใบที่ 1 กับใบที่ 2 ซึ่งใช้แคลลเซียมคาร์บอนे�ตแบบผงบริมาณเท่ากันทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดซัลฟิวริกบริมาณเท่ากันแต่มีความเข้มข้นแตกต่างกันพบว่า บีกเกอร์ใบที่ 1 ซึ่งใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นสูงกว่า มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า บีกเกอร์ใบที่ 2 และว่าความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกซึ่งเป็นสารตั้งต้นมีผลโดยตรงกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อย่างไรก็ตามมีบางปฏิกริยาที่อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น เช่น ปฏิกริยาการกำจัดแอลกอฮอล์ในกระasseเลือด ดังนั้นการจะทราบว่าอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีของปฏิกริยาใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือไม่ ต้องทำการทดลองเท่านั้น

อุณหภูมิ

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างบีกเกอร์ใบที่ 2 กับ ใบที่ 3 ซึ่งใช้ผงแคลเซียมคาร์บอเนตปริมาณเท่ากันทำปฏิกริยากับสารละลายกรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้นและปริมาณเท่ากันแต่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่า บีกเกอร์ใบที่ 3 ซึ่งใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกที่มีอุณหภูมิสูงกว่า มีอัตราการเกิดปฏิกริยาเร็วกว่าบีกเกอร์ใบที่ 2 แสดงว่า การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้ปฏิกริยาเกิดเร็วขึ้น

อุณหภูมินอกจากจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาของสารโดยทั่วไปแล้ว ในร่างกายของเราก็มีผลมากเช่นเดียวกัน โดยจากการศึกษาวิจัยพบว่า ถ้าร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส เนื้อเยื่อในร่างกายจะต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 13 ซึ่งมีผลให้อัตราการเต้นของชีพจรและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น

ความรู้เกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีที่เราพบเห็นและนำมาใช้ในชีวิตประจำวันกันโดยทั่วไป คือ การเก็บรักษาผลไม้หรืออาหารให้อยู่ได้นานและคงความสดใหม่ โดยเก็บรักษาไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ในตู้เย็น แต่เมื่อต้องการให้ผลไม้สุกเร็ว จะนำผลไม้มาปั่น โดยนำมาจัดเรียงไว้ภายในภาชนะที่มีฝาปิดหรือปกคลุมด้วยผ้า กระดาษ หรือใบตอง ทำให้ภายในภาชนะมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก เมื่อทิ้งไว้ 3-5 วัน ผลไม้ก็จะสุก

พื้นที่พิวของสารที่เข้าทำปฏิกริยา

จากกิจกรรม 2.2 เมื่อเปรียบเทียบการเกิดปฏิกริยาระหว่างบีกเกอร์ใบที่ 2 กับ ใบที่ 4 ซึ่งใช้แคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งมีปริมาณเท่ากันแต่มีพื้นที่ผิวแตกต่างกันทำปฏิกริยากับสารละลายกรดซัลฟิวริกซึ่งมีความเข้มข้นและปริมาณเท่ากัน พบว่า บีกเกอร์ใบที่ 2 ซึ่งใช้แคลเซียมคาร์บอเนตแบบผงซึ่งมีพื้นที่ผิวมากกว่า มีอัตราการเกิดปฏิกริยาเร็วกว่าบีกเกอร์ใบที่ 4 ซึ่งใช้แคลเซียมคาร์บอเนตแบบเม็ด แสดงว่า การเพิ่มพื้นที่ผิวของแคลเซียมคาร์บอเนตให้สัมผัสกับสารละลายกรดซัลฟิวริกมากขึ้นจะช่วยให้ปฏิกริยาเกิดได้เร็วขึ้น

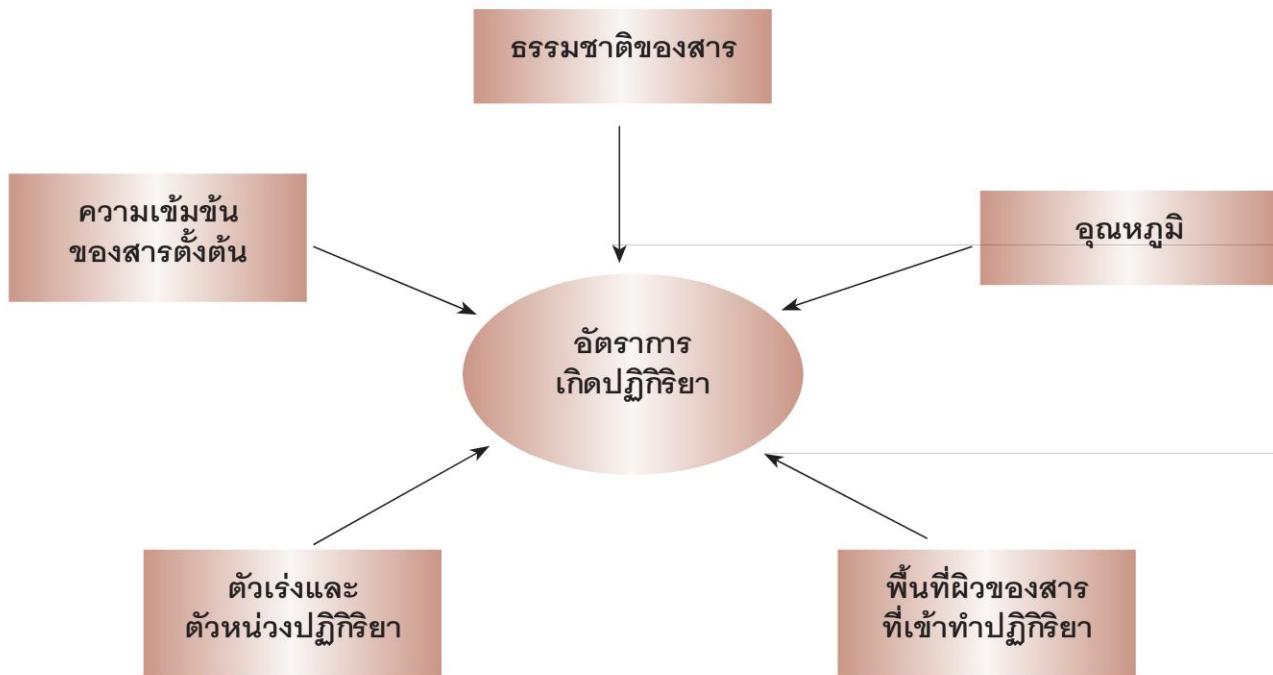
หลักการเดียวกันนี้เด่นมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ในการรับประทานอาหาร นักโภชนาการแนะนำให้เคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกินล้วน เพราะการเคี้ยวอาหารให้ละเอียดทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของอาหารให้มากขึ้น ทำให้กรดและเอนไซม์ในน้ำย่อยในกระเพาะอาหารทำปฏิกริยากับอาหารได้เร็วขึ้น อาหารจึงย่อยง่ายขึ้น ป้องกันการเกิดอาการจุกเสียดแน่น ท้องอืดท้องเฟ้อได้

นอกจากปัจจัยทั้งสามอย่างที่กล่าวมาแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ดังนี้

ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา

ในทางปฏิบัติบางครั้งการเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือความเข้มข้นของสารตั้งต้นอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากจะทำให้สินเปลืองพลังงานมากเกินไป รวมทั้งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายซึ่งไม่คุ้มทุนในเชิงเศรษฐกิจ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงคิดค้นวิธีการบางอย่างมาใช้แทน เช่น การใส่สารเคมีบางชนิดเพียงปริมาณเล็กน้อยเข้าไปในปฏิกิริยา จะทำให้ปฏิกิริยานั้นเกิดได้เร็วขึ้น โดยสารเคมีที่ใส่เข้าไปนั้นยังคงมีปริมาณและสมบัติทางเคมีเหมือนเดิมหลังปฏิกิริยาสิ้นสุดลง เรียกสารเคมีที่ใส่เข้าไปในปฏิกิริยานี้ว่า **ตัวเร่งปฏิกิริยา** (catalyst) ในทางกลับกันการใส่สารเคมีบางชนิดเข้าไปในปฏิกิริยาแล้วส่งผลให้ปฏิกิริยานั้นเกิดได้ช้าลง เราเรียกสารเคมีที่ใส่เข้าไปในปฏิกิริยานี้ว่า **ตัวหน่วงปฏิกิริยา** (retarder)

จากข้อมูลที่ผ่านมาทำให้สรุปปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดังนี้



รูป 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.5 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในตัวเราและรอบๆ ตัวเรา มีทั้งปฏิกิริยาง่ายๆ ไปจนถึงปฏิกิริยาที่ซับซ้อนนักเรียนจะได้ศึกษาปฏิกิริယางานชนิด ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งหลายปฏิกิริยา มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

ปฏิกิริยาการเผาไหม้

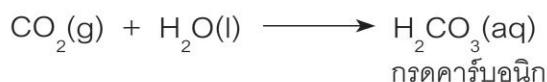
การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ ถ้าเผาไหม้ในที่ที่มีแก๊สออกซิเจนเพียงพอหรือมากเกินพอด้วยผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ เรียกว่าการเผาไหม้เกิดอย่างสมบูรณ์ ตัวอย่างเช่น การเผาไหม้ของแก๊สมีเทน ดังสมการ



แต่หากปริมาณของแก๊สออกซิเจนที่เข้าทำปฏิกิริยามีน้อย ปฏิกิริยาการเผาไหม้จะเกิดไม่สมบูรณ์ ทำให้มีผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นด้วย เช่น แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ เขม่าซึ่งเป็นผงของคาร์บอน เป็นต้น

แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ เนื่องจากแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จะจับกับเม็ดไอลบินอย่างแน่นหนาทำให้เลือดลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ในร่างกายได้น้อยลง ถ้าได้รับแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ปริมาณมากหรือเป็นเวลานาน จะทำให้ว่างหายขาดออกซิเจนและเสียชีวิตได้

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก็สามารถทำให้ว่างหายขาดออกซิเจนจนถึงแก่ชีวิตได้เช่นกัน ซึ่งมักพบเสมอในกรณีไฟไหม้ เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่นักก่าว่าอากาศ จึงแผ่กระจายไปคลุมไปทั่วพื้นท้อง อากาศจึงมีออกซิเจนน้อยลง คนและสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณนั้นจึงขาดออกซิเจนไว้ป้องกันเบื้องต้น คือใช้ผ้าชุบน้ำเปียกปิดจมูกและปากไว้ เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายน้ำได้เล็กน้อยและทำปฏิกิริยา กับน้ำเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน ดังปฏิกิริยา



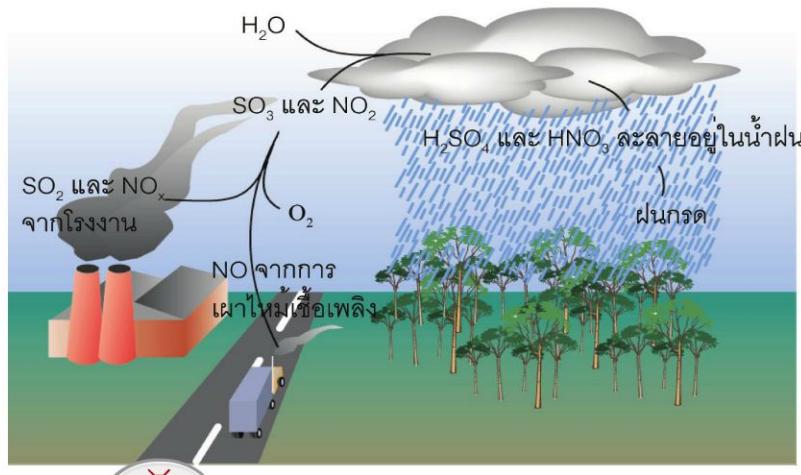
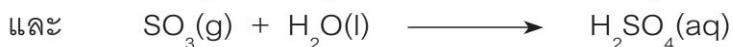
แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจากแหล่งเดียว เราสามารถช่วยลดปริมาณแก๊สดังกล่าวได้อย่างไร

ปฏิกิริยาการเกิดฟนกรด

น้ำฝนในธรรมชาติมีความเป็นกรดเล็กน้อย โดยทั่วไปมี pH ประมาณ 5.6 - 6.0 เนื่องจากในอากาศ มีแก๊สบ้างชนิดที่เมื่อรวมตัวกับน้ำจะได้สารที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อรวมตัวกับน้ำได้เป็นกรดคาร์บอนิก ดังสมการ



สำหรับบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนมอนอกไซด์เป็นปริมาณมาก เมื่อฝนตกลงมาจะเกิดการรวมตัวกับแก๊สเหล่านี้ ได้เป็นน้ำฝนที่มี pH ต่ำกว่า 5.6 ซึ่งเรียกว่าฟนกรด โดยฟนกรดในแต่ละพื้นที่อาจมี pH แตกต่างกันและบางพื้นที่อาจมี pH ต่ำถึง 2.6 ปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างน้ำกับแก๊สที่เกิดขึ้น เป็นดังสมการ



รูป 2.6 การเกิดฟนกรด

ฟนกรดจะทำให้สิ่งปลูกสร้างหรืออาคารบ้านเรือนเสียหาย เนื่องจากกรดที่มีในฟนกรดจะทำปฏิกิริยากับสิ่งปลูกสร้างที่เป็นหินปูนทำให้หินปูนเกิดการหลุดร่อน ดังสมการ





นักเรียนคิดว่าบริเวณใดในประเทศไทยมีโอกาสเกิดฝนกรดได้บ้าง เพราะเหตุใด

ปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็ก

สิ่งก่อสร้างต่างๆ โดยทั่วไป เช่น ตึก สะพาน จะมีเหล็กเป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง เมื่อเหล็กสัมผัสกับอากาศและความชื้น จะเกิดปฏิกิริยาเคมีกลยุทธ์เป็นสนิมเหล็ก ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ดังสมการ



วิธีการป้องกันการเกิดสนิมเหล็กทำได้โดยไม่ให้เหล็กสัมผัสกับแก๊สออกซิเจนและความชื้นในอากาศ ตัวอย่างเช่น ตะปูเหล็ก อาจเก็บโดยแช่ในน้ำมัน ทาด้วยน้ำมัน หรือขับด้วยดินสูกหรือสังกะสี เป็นต้น



การป้องกันการเกิดสนิมของสะพานเหล็ก มีวิธีใดบ้าง

ปฏิกิริยาการสลายตัวของสารบางชนิด

โซเดียมไอโตรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3)

ปฏิกิริยาการสลายตัวของโซเดียมไอโตรเจนคาร์บอเนตด้วยความร้อนให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ดังสมการ



ปฏิกิริยาดังกล่าวใช้ประโยชน์ในการทำขนมหลายชนิด เช่น เค้ก ขนมน้ำนม แล้วขนมน้ำนม โดยจะใช้ผงฟูซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นโซเดียมไอโตรเจนคาร์บอเนต เป็นส่วนผสมของข้นนมเมื่อนำไปอบหรือนึ่ง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะแทรกตัวออกมากทำให้เกิดเป็นโพรงอากาศอยู่ทั่วไป ข้นนมจึงมีลักษณะพองหรือฟูขึ้น



รูป 2.7 เค้กที่ใช้ NaHCO_3 เป็นส่วนผสม

นอกจากนี้โซเดียมไอกอโรเจนคาร์บอนเตยังใช้ประโยชน์ในการดับไฟป่า เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการถ่ายตัวจะปกคลุมไม่ให้เชื้อเพลิงได้รับแก๊สออกซิเจนทำให้บรรเทาหรือหยุดการเผาไหม้ลงได้ระดับหนึ่ง



ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ปฏิกิริยาการถ่ายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะได้น้ำและแก๊สออกซิเจน ดังปฏิกิริยา



ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ใช้เป็นสารฟอกสีผงและม่าเชื้อโรค โดยปกติจะถ่ายตัวได้เองอย่างช้าๆ แต่ในที่ที่มีแสงสว่างและความร้อนจะทำให้เกิดการถ่ายตัวเร็วขึ้น ดังนั้นจึงต้องเก็บไว้ในที่มืดหรือในภาชนะสีน้ำตาลเข้ม และในที่เย็น

รูป 2.8 การบีบประแจ $NaHCO_3$ ในการดับไฟป่า



ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ในชีวิตประจำวัน

นักเรียนจะพบว่าทุกขณะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นมากมาย ทั้งที่เกิดภายในตัวเราและรอบๆ ตัวเรา ปฏิกิริยาเหล่านี้มีทั้งที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเสี้ยววินาที หรืออาจนานเป็นเดือน เป็นปี นอกจากนั้นบางปฏิกิริยามีประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในขณะที่บางปฏิกิริยาก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้ามาก ทำให้มีการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ที่จะช่วยให้มนุษย์เราดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข และ生活水平ดีขึ้น เช่น รูปแบบต่างๆ ของยวดยานพาหนะ ยารักษาโรค เครื่องมือเครื่องใช้ห้องครัวอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น แต่สิ่งเหล่านี้ก็มีผลเสียเช่นเดียวกัน ถ้าการใช้ การจัดเก็บ และการกำจัดขยะในกระบวนการผลิตทำอย่างไม่ถูกวิธี ดังนั้นทุกคนจึงต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมให้ทันกับเหตุการณ์และสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสารเคมีที่เราใช้โดยตรง เพื่อจะได้ไม่เกิดอันตรายต่อตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อม



แบบฝึกหัดท้ายบท

1. นักเรียนมีวิธีสังเกตว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร
2. เมื่อให้สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ในหลอดทดลอง ทิ้งไว้สักครู่ พบร้าข้างหลอดทดลอง มีหยดน้ำมาเกาะ ปฏิกิริยาระหว่างสาร A และ B จัดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนหรือคายความร้อน
3. แอลไฟรินทำปฏิกิริยากับน้ำได้เป็นกรดชาลิไซลิกและกรดแอซีติก ดังสมการ
แอลไฟริน + น้ำ \longrightarrow กรดชาลิไซลิก + กรดแอซีติก

เมื่อให้แอลไฟรินทำปฏิกิริยากับน้ำที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของกรดชาลิไซลิก เป็นดังนี้

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของกรดชาลิไซลิก (ไมล / ลูกบาศก์เดซิเมตร)
0	0
2	0.04×10^{-3}
5	0.10×10^{-3}

จงคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในช่วงเวลา 0 - 5 ชั่วโมง

4. ออกแบบการทดลองที่แสดงว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับกรดไฮโดรคลอริก ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวของสังกะสี
5. fon กรดเกิดจากอะไร จะป้องกันหรือลดการเกิดได้อย่างไร
6. ถ้าบิโรมไกล์เคียงกับบ้านที่นักเรียนอาศัยอยู่เป็นที่เก็บประทัด ดอกไม้ไฟ ดินปืน และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นซึ่งเป็นวัตถุอันตราย นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร

บทที่ 3

ปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมาก เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนอกจากนี้ยังสามารถนำมาปรับเปลี่ยนหรือแปรรูปเป็นวัสดุดิบในอุตสาหกรรมหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและปุ๋ยเคมี อุตสาหกรรมดังกล่าวทำให้เกิดการพัฒนาด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกมาก ในบทนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเกิดและแหล่งปิโตรเลียม การนำปิโตรเลียมมาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านเชื้อเพลิงและด้านอื่นๆ



กิจกรรม 3.1 ปิโตรเลียมกับสังคมและเศรษฐกิจ

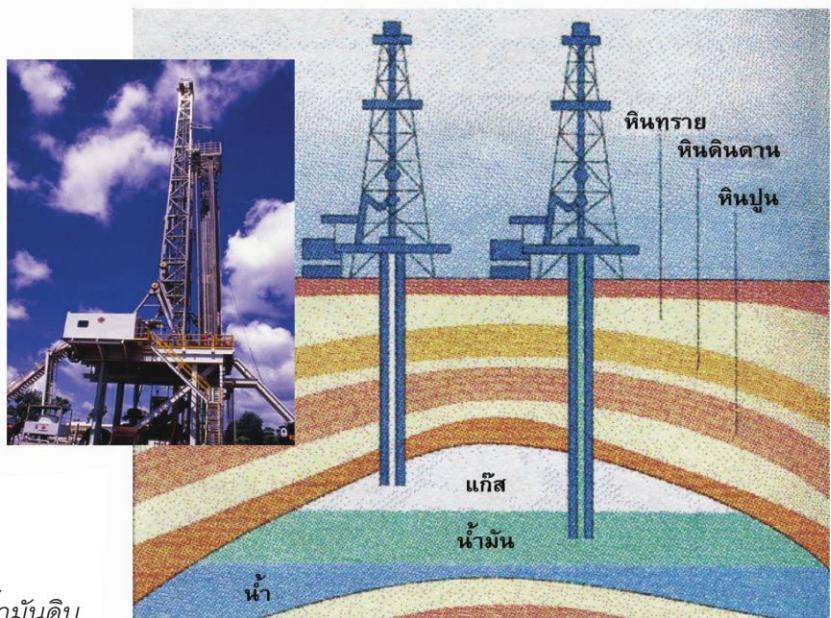
สืบค้นข้อมูลและอภิปรายในหัวข้อ “ประเทศไทยบ้างเป็นแหล่งผลิตน้ำมันดิบเป็นสินค้าส่งออก และประชากรของประเทศไทยนั้นมีชีวิตความเป็นอยู่อย่างไร”

3.1 การเกิดและแหล่งปิโตรเลียม

หลายร้อยล้านปีมาแล้ว เมื่อพืชและสัตว์ตายลงถูกหับกอนเป็นเวลานาน ซากพืชซากสัตว์เหล่านั้นจะถูกย่อยสลายและจากการถูกกดทับอยู่ใต้เปลือกโลกที่มีความดันและอุณหภูมิสูงๆ เป็นเวลานาน จึงเกิดการรวมตัวกันเกิดเป็นสารที่มีมาตรฐานและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเรียกว่าสารประกอบไฮdrocarbon (hydrocarbon compound) หลายชนิดปะปนกัน มีทั้งสารที่มีสถานะเป็นของเหลวคือ น้ำมันดิบ (crude oil) และที่

เป็นแก๊สคือ แก๊สธรรมชาติ (natural gas)

โดยทั่วไปปิโตรเลียมถูกกักเก็บอยู่ภายใต้พื้นผิวโลกในชั้นหินที่ระดับประมาณ 1-3 กิโลเมตรชั้นหินที่สามารถกักเก็บปิโตรเลียมไว้ได้ประกอบด้วยชั้นหินที่บชีงช่วยป้องกันการระเหยของปิโตรเลียมและชั้นหินที่มีรูพรุนสามารถอุ้มน้ำมันไว้



รูป 3.1 การขุดเจาะน้ำมันดิบ



การขุดเจาะน้ำมันดิบ

การสำรวจปีต่อเลี้ยมในเบื้องต้น คือการศึกษาลักษณะของหินใต้พื้นโลกว่ามีสมบัติกักษ์ปีต่อเลี้ยมหรือไม่ เครื่องมือที่ใช้สำรวจตรวจสอบข้อมูลทางธรณีวิทยา มีหลายชนิด เช่น เครื่องมือวัดความเร็วของคลื่นไหwash เทือน ซึ่งวัดโดยส่งคลื่นไหwash เทือนลงไปใต้ผิวโลก เมื่อคลื่นกระแทบกับโครงสร้างของหินจะสะท้อนกลับเข้าเครื่องรับคลื่นเสียง โครงสร้างของหินได้ดินที่แตกต่างกันจะให้คลื่นสะท้อนที่แตกต่างกันทำให้สามารถวิเคราะห์และแปลผลเป็นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของหินบริเวณที่สำรวจได้ ปัจจุบันมีเครื่องมือที่วัดได้ละเอียดมากขึ้นทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปประมวลเป็นภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งให้ความแม่นยำในการกำหนดแหล่งปีต่อเลี้ยมมากขึ้น หลังจากได้ข้อมูลทางธรณีวิทยาจนแน่ใจ จึงเริ่มขุดเจาะสำรวจ ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่เจาะพบปีต่อเลี้ยมจำนวนมาก แต่บางครั้งก็ไม่พบเลยหรือพบน้อยมากจนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

ประเทศไทยพบแหล่งน้ำมันดิบเป็นครั้งแรกที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2464 ปัจจุบันมีปริมาณเหลือน้อยมาก ต่อมาก็ได้พบแหล่งน้ำมันดิบที่จังหวัดกำแพงเพชร เรียกว่าแหล่งสิริกิตีซึ่งได้นำมาถูกใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 20,000 บำลต่อวัน ปริมาณดังกล่าวอยู่ไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศไทย จึงต้องนำเข้าทั้งน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปจากต่างประเทศ น้ำมันดิบที่นำเข้าต้องนำมากลั่นแยกส่วน ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ตามสมบัติของสารในแต่ละส่วนที่กลั่นได้

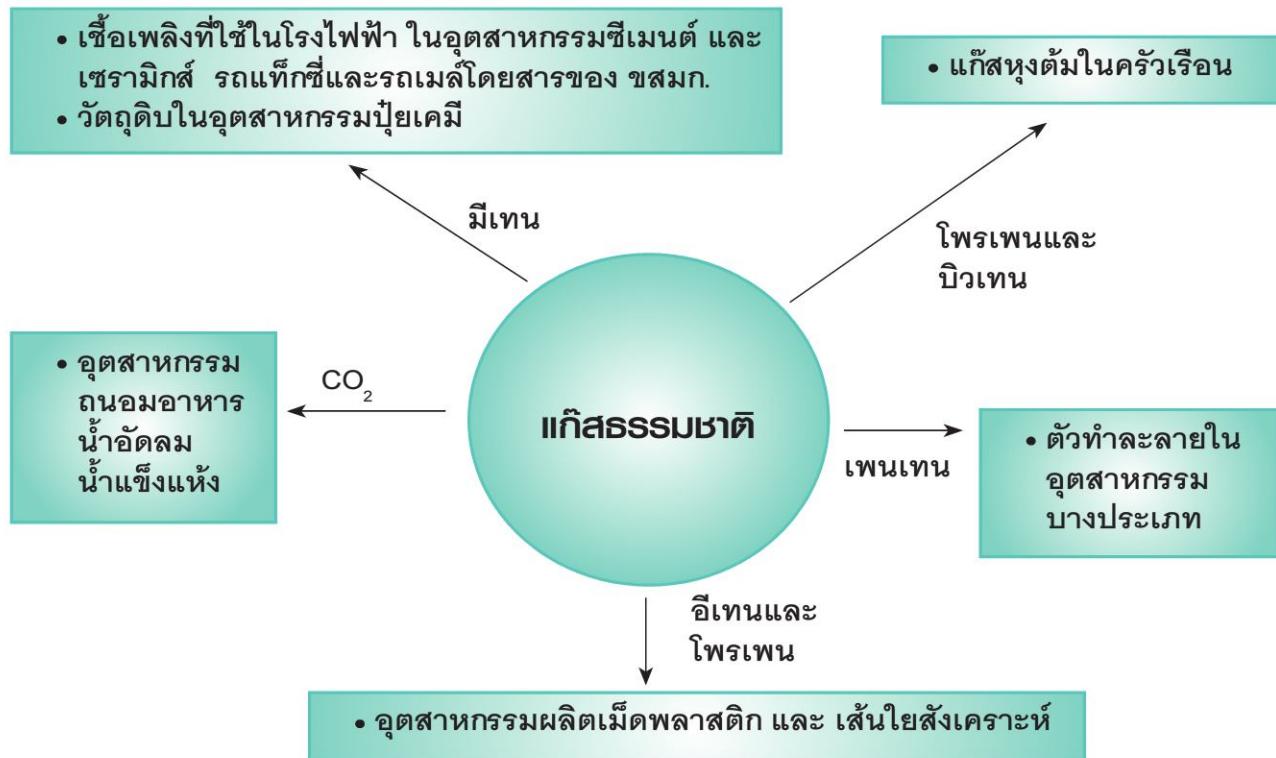
3.2 การแยกแก๊สธรรมชาติ

แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ประเทศไทยสำรวจพบแหล่งแก๊สธรรมชาติในบริเวณอ่าวไทยเมื่อปี พ.ศ. 2516 พบร่วมปริมาณมากพอในเชิงพาณิชย์ นอกจากนั้นยังพบแหล่งแก๊สบนแผ่นดินที่อำเภอหนองนา จังหวัดขอนแก่นเมื่อ พ.ศ. 2524



รูป 3.2 แหล่งชุดเจาะแก๊สธรรมชาติในอ่าวไทย

แก๊สธรรมชาติส่วนใหญ่ประกอบด้วยแก๊สมีเทน ซึ่งมีประมาณร้อยละ 80-95 ขึ้นกับแหล่งกำเนิด นอกจากนั้นเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนcarบอน 2-5 อะตอม ส่วนที่เหลือเล็กน้อยเป็นไฮdro ก๊อกา๊รบอนไดออกไซด์ แก๊สไอก๊อตเจนชัลไฟด์ แก๊สไนโตรเจน และไอน้ำ การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ต้องขุดเจาะสารจากใต้พื้นดินขึ้นมา ซึ่งมีห้องสารที่เป็นของเหลวและแก๊สผสมกันจากนั้นแยกสารห้องสองส่วนนี้ออกจากกัน แล้วส่งแก๊สผสมไปกำจัดสารเจือปนที่ไม่ต้องการ เช่น ปรอทcarบอนไดออกไซด์ และน้ำ จากนั้นจึงผ่านแก๊สผสมเข้าสู่ห้องล้นเพื่อแยกแก๊สแต่ละชนิด ได้แก่ มีเทน อีเทน พรอเพน และแก๊สอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันดังในรูป 3.3



รูป 3.3 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์จากแก๊สธรรมชาติ



แก๊สธรรมชาติสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดับในอุตสาหกรรมประเภทใดได้บ้าง



กิจกรรมเพิ่มเติบ ปั๊มหาน้ำแหล่งแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

ถ้านักเรียนอยู่ในชุมชนที่อยู่ใกล้แหล่งแก๊สธรรมชาติและรู้สึกต้องการชุดเจาะ สำลีเจาะ ทรัพยากรธรรมชาติดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ นักเรียนและชุมชนมีหลักการและวิธีดำเนินการอย่างไร เพื่อให้ข้อคิดเห็นแก่รัฐทั้งในกรณีที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

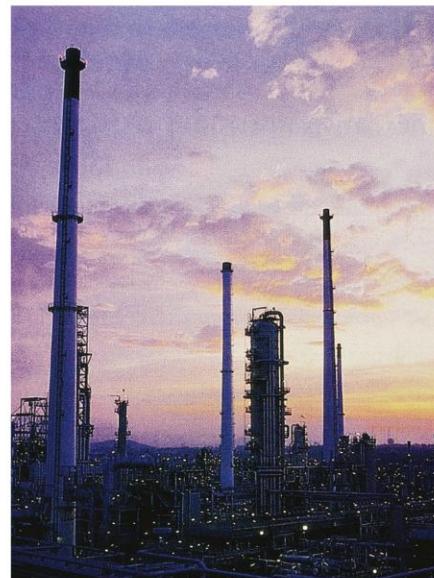
3.3 การกลั่นน้ำมันดีบ

น้ำมันดีบส่วนมากมีสีดำหรือสีน้ำตาล มีสมบัติแตกต่างกันตามแหล่งที่พบ บางแหล่งมีไขมัน บางแหล่งมียางมะตอยมาก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 85-90 ไฮโดรเจนร้อยละ 10-15 กำมะถันร้อยละ 0.001-7 และออกซิเจนร้อยละ 0.001-5 นอกจากนั้นเป็นไนโตรเจนและโลหะอื่นๆ การนำน้ำมันดีบมาใช้ประโยชน์จะต้องนำน้ำมันดีบไปผ่านกระบวนการแยกสารที่เจือปนอยู่ออกก่อน แล้วจึงนำส่วนที่เป็นสารประกอบไฮdrocarbon ไปกลั่นแยกออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

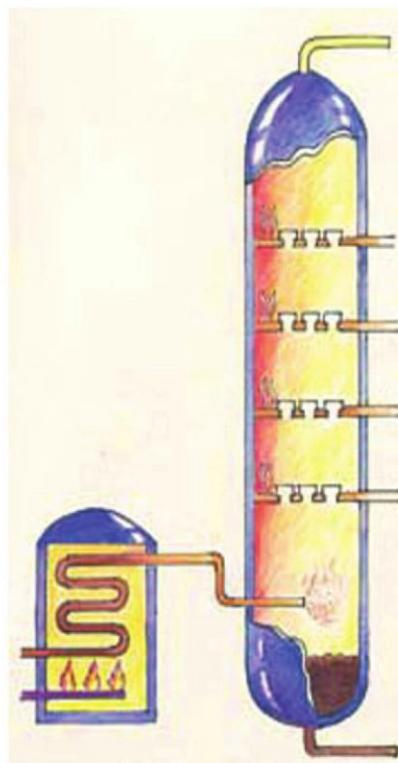
ในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันปีติระลียม เช่น โรงกลั่นน้ำมันบางจาก กรุงเทพฯ หรือโรงกลั่นน้ำมันไทยอยล์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี มีหลักการทั่วไปเหมือนกัน คือให้ความร้อนแก่น้ำมันดีบจนมีอุณหภูมิสูงประมาณ 350-400 องศาเซลเซียส แล้วจึงเข้าทางด้านล่างของหอกลั่นที่มีอุณหภูมิลดลงตามลำดับ โดยส่วนล่างสุดมีอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิจะลดลงเรื่อยๆ ตามความสูงของหอกลั่น ดังนั้นสารที่มีจุดเดือดต่างๆ กันจะระเหยเป็นแก๊สลดอุณหภูมิลงตามลำดับ แล้วจึงกลับตัวเป็นของเหลวในแต่ละช่วงของหอกลั่น ได้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีช่วงจุดเดือดลดลงกันตามลำดับ จึงเรียกว่า **การกลั่นลำดับส่วน (fractional distillation)** ผลิตภัณฑ์หรือสารที่กลั่นได้แต่ละช่วงจุดเดือดจะมีลักษณะและสมบัติต่างกันจึงใช้ประโยชน์ในงานที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูป 3.6



รูป 3.4 น้ำมันดีบ



รูป 3.5 โรงกลั่นน้ำมันไทยอยล์

หornoผ่านน้ำมันดิบ
350 - 400°C

หอกลั่น

จุดเดือด (°C)	จำนวน อะตอม คาร์บอน	สถานะ	ประโยชน์ของ ผลิตภัณฑ์
น้อยกว่า 30	1 - 4	แก๊ส	แก๊สหุงต้ม
30 - 110	5 - 7	เหลว	ตัวทำละลายใน อุตสาหกรรมเคมี
65 - 170	6 - 12	เหลว	น้ำมันเบนซิน
170 - 250	10 - 14	เหลว	น้ำมันกัด เชื้อเพลิง ในเครื่องบินไอพ่น
250 - 340	14 - 19	เหลว	น้ำมันดีเซล
มากกว่า 350	19 - 35	เหลวข้น	น้ำมันหล่อลื่น
มากกว่า 400	35 - 40	เหลวหนืด	น้ำมันเทา
มากกว่า 400	40 - 50	กึ่งเหลว กึ่งแข็งจนถึงแข็ง	เทียนไข ฯรบี
มากกว่า 400	มากกว่า 50	กึ่งเหลว กึ่งแข็งจนถึงแข็ง	ยางมะตอย

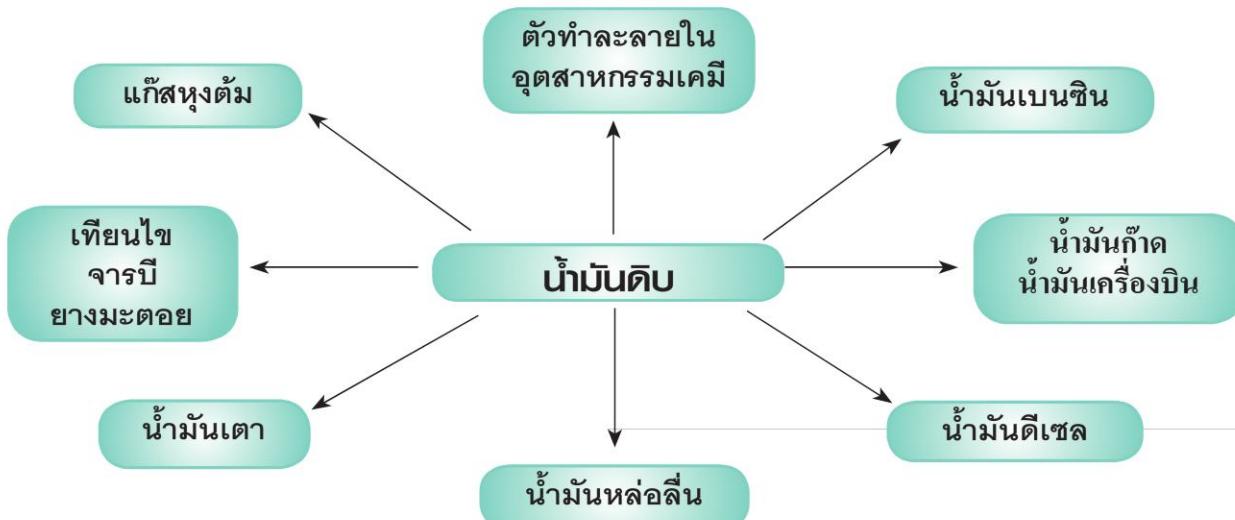
รูป 3.6 ผังแสดงกระบวนการผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ



พิจารณารูป 3.6 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสถานะ จุดเดือด และจำนวนอะตอมของคาร์บอน ในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ

สารที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีตั้งแต่สารที่ประกอบด้วย อะตอมของคาร์บอนเพียง 1 อะตอม ไปจนถึงสารที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมากกว่า 50 อะตอม สารที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อยๆ เช่น มี 1-4 อะตอม จะมีสถานะเป็นแก๊ส เมื่อจำนวน

ອະດອນຂອງຄາຮບອນເພີ່ມຂຶ້ນຈະເປັນຂອງເຫຼວ ເຮັມຕັ້ງແຕ່ຂອງເຫຼວໃສ ເບາກວ່ານໍ້າ ໄປຈົນລື້ງຂອງເຫຼວຂັ້ນ
ເໜີຍວ່ານີ້ດຳມາຈຳນວນອະດອນຂອງຄາຮບອນທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນ ພລິຕກັນທີ່ກຳລັ້ນໄດ້ແຕ່ລະສວນນໍາໄປໃຊ້ປະໂຍ້ຫົ່ງ
ໃນວັດຖຸປະສົງຄົງທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ດັ່ງແສດງໃນຮູບ 3.7



ຮູບ 3.7 ປະໂຍ້ຫົ່ງຂອງພລິຕກັນທີ່ຈາກນໍ້າມັນດີບ



ເພຣະເຫຼຸດໃດໂຮງກຳລັ້ນນໍ້າມັນສ່ວນໃໝ່ຈຶ່ງຕັ້ງຢູ່ວິມທະເລເກົ່າແລ້ວໂສ່ງນໍ້າ

ນໍ້າມັນດີບນັບເປັນຫວ້າໃຈສຳຄັນຂອງກິຈກວດມີຕ່າງໆ ທັງໃນຊີວິດປະຈຳວັນ ດ້ວຍການເກະຫຼາຍ ອຸດສາຫາກຮຽມ
ແລະເສດຖະກິຈ ຈຸນກລ່າວໄດ້ວ່າ ນໍ້າມັນດີບເປັນປັຈຍີທີ່ປັ້ງຂໍ້ຄວາມມັ້ງຄັ້ງຂອງປະເທດ ນັກເຮືອນຕິດວ່າ ນໍ້າມັນດີບ
ໃນຮຽມຊາດຕີຈະມີໄໝໃຫ້ຕົລອດໄປແລ້ວໂສ່ງໄວ່ ເພຣະເຫຼຸດໃດ



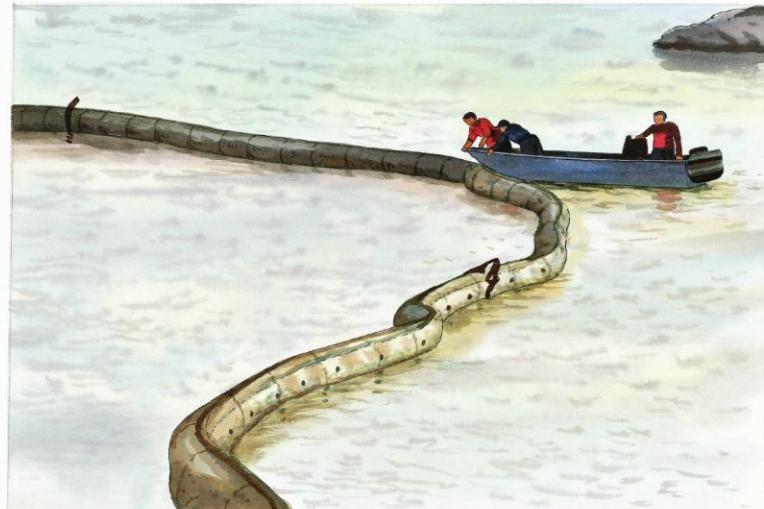
ກົງກຽມ 3.2 ພລກຮະທບທີ່ເກີດຈາກກາຮຽນສ່ວນນໍ້າມັນດີບ

ອົກປາຍເກີຍກັບພລກຮະທບທີ່ເກີດຈາກກາຮຽນສ່ວນນໍ້າມັນດີບໃນການນີ້ທີ່ເກີດອຸປະຕິເຫຼຸດໃຫ້ນໍ້າມັນ
ຮ້ວ້າໃໝ່ລົງໃນທະເລ ວ່າສ່ວນພລຕ່ອສິ່ງມີຊີວິດແລະສິ່ງແວດລໍ້ອມຍ່າງໄວແລະມີວິທີກາຮແກ້ໄຂອ່າງໄວ

การขันส่งน้ำมันดิบส่วนใหญ่เป็นการขันส่งทางน้ำ สาเหตุของการรั่วไหลของน้ำมันดิบมักเกิดจากอุบัติเหตุเรือชนกัน หรือเรือชนหินใส่คลอก ซึ่งส่งผลให้พืชน้ำ สัตว์น้ำ และสัตว์ปีกในบริเวณที่น้ำมันกระจายไปถึงเสียชีวิต สิ่งแวดล้อมสกปรก นอกจากริมฝายอาจมีการรั่วไหลจากแท่นขุดเจาะจากการล้างทำความสะอาดเรือ จากน้ำมันที่ปนในน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์เรือที่ปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น ใน การกำจัดคราบน้ำมันอาจใช้วัสดุดูดซับคราบน้ำมันที่พิวน้ำ หรือใช้เบคที่เรียกว่าใน การย่อยสลาย ซึ่งในกระบวนการกำจัดคราบน้ำมันและปรับปรุงสภาพแวดล้อมของน้ำต้องใช้ทุนทรัพย์ค่อนข้างสูง ในฐานะประชาชนนักเรียนก็สามารถช่วยลดปริมาณการใช้น้ำมันและของเสียในน้ำได้ โดยไม่ทิ้งขยะ ไม่ทิ้งน้ำใช้ที่เกิดจากการซักล้างเครื่องใช้ในการอุปโภคบริโภคลงในแม่น้ำลำคลองและทะเล เป็นต้น



กันน้ำมันรั่ว



รูป 3.8 อุปกรณ์โดยน้ำสำหรับกันน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเล

3.4 เชื้อเพลิงในเชิงประจําวัน

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นน้ำมันดิบส่วนใหญ่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ดังนี้

น้ำมันเบนซิน (gasoline)

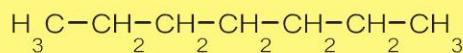
น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้กันมากในชีวิตประจำวัน ได้มาจาก การกลั่นน้ำมันดิบในช่วงจุดเดือด 65 – 170 องศาเซลเซียส การบูกคุณภาพของน้ำมันเบนซินจะใช้นอร์มอลເຊັ່ນແລະໄອໂຊອກເທັນຜສມກັນ ປ້ຈຈັບນໍ້າມັນເບນເຊີນທີ່ໃຊ້ກັບຮຽນດົມ 2 ຊົນດືກ້ອງ ນໍ້າມັນເບນເຊີນທີ່ມີເລຂອອກເກີນ 91 ແລະ 95



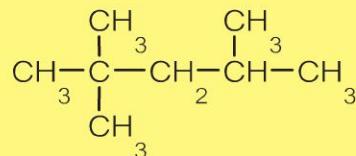
เลขออกหนึ่งคืออะไร นำมันที่มีเลขออกหนึ่ง 91 และ 95 ต่างกันอย่างไร

เลขออกเกน (octane number) เป็นตัวเลขแสดงคุณภาพของน้ำมันเบนซิน โดยกำหนดให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของสารประกอบไฮdrocarbons ออกเทนบริสุทธิ์ มีเลขออกเกนเป็น 100 และให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของสารประกอบอนอร์มอลเอปเทนบริสุทธิ์ มีเลขออกเกนเป็น 0

น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเกน 87 แสดงว่ามีประสิทธิภาพการเผาไหม้เหมือนกับของผสมที่มีไอโซออกเกน 87 ส่วน แลนอร์มอลเยปเทน 13 ส่วน น้ำมันเบนซินที่หมายความว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนของรถยนต์ในปัจจุบันจะมีเลขออกเกน 91 และ 95 แต่น้ำมันเบนซินที่กล่าวได้มีเลขออกเกนต่ำกว่า 75 ดังนั้น จึงต้องเติมสารเคมีบางชนิดลงในน้ำมัน ในอดีตมีการเติมสารเตตราราเมทิล酇เดหรือเตตราราเอทิล酇เดซึ่งเมื่อเผาไหม้ไปกับน้ำมันจะได้ไอของสารตะกั่วออกมาพร้อมกับไฮเดรียนต์ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายมาก ปัจจุบันประเทศไทยได้ประกาศห้ามใช้สารเหล่านี้เติมในน้ำมัน และได้เปลี่ยนมาใช้เมทิลเทอร์เชียร์บิวทิลเอทอร์(MTBE) แทน และเรียกน้ำมันเบนซินชนิดนี้ว่า น้ำมันไร้สารตะกั่ว ไอโซออกเกน (เลขออกเกน = 100)



นอร์มอลເຊັ່ນ (ເລຂອອກເທິນ = 0)



ໄອໂສອກເທນ (ເລຂອກເທນ = 100)



นักเรียนคิดว่าจากน้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 91 และ 95 แล้ว ยังมีเชื้อเพลิงชนิดอื่นที่สามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้อีกรึไม่

แก๊สโซฮอล์ (gasohol) เป็นเชื้อเพลิงที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซิน ผลิตได้จาก การผสมเอทานอลกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วน 1:9 โดยปริมาตร หรือนิยมเรียกว่า E10

น้ำมันดีเซล (diesel fuel)

น้ำมันดีเซลเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดสูงกว่าน้ำมันเบนซิน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ดีเซลหมุนเร็วหรือโซล่า เนماสสำหรับเครื่องยนต์ความเร็วรอบสูงกว่า 1,000 รอบ/นาที และ ดีเซลหมุนช้าหรือชาร์โอลิ่ เนมาสสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อนเรือเดินทางและผลิตกระแสไฟฟ้า คุณภาพของน้ำมันดีเซลออกได้จาก เลขซีเทน (cetane number)

เลขชีเทน เป็นตัวเลขกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซล โดยการแปลความหมายคล้ายกับเลขออกเทน คือน้ำมันดีเซล ที่มีการเผาไหม้เหมือนชีเทน ($C_{16}H_{34}$) ให้มีเลขชีเทน 100 ถ้าการเผาไหม้เหมือนและฟามิลแลนฟทาลีน ($C_{11}H_{10}$) ให้มีเลขชีเทน 0 นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเชื้อเพลิงอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เช่น

ไบโอดีเซล (biodiesel)

เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารประเภทเอสเทอร์ซึ่งมีสมบัติการเผาไหม้คล้ายกับน้ำมันดีเซล

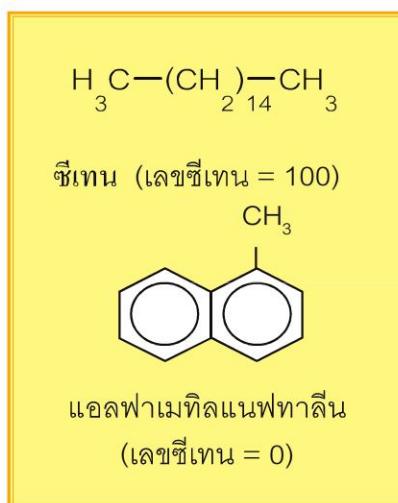
แก๊สธรรมชาติ (natural gas)

แก๊สธรรมชาติ มีองค์ประกอบหลักเป็นแก๊สมีเทน (CH_4) โดยทั่วไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าหรือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเทศ เมื่อนำแก๊สธรรมชาติมาอัดลงในถังเชื้อเพลิง ด้วยความดันสูง แต่ยังคงอยู่ในสถานะแก๊ส เราเรียกว่า แก๊สธรรมชาติอัด หรือ CNG (compressed natural gas) ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ส่วนบุคคลหรือรถยนต์โดยสารปรับอากาศโดยเรียกรถยนต์ส่วนบุคคลหรือรถยนต์โดยสารปรับอากาศประเภทนี้ว่า NGV (natural gas vehicle)

แก๊สมีเทนเมื่อเผาไหม้จะมีเข้ม่าและมลพิษน้อยกว่าน้ำมันเบนซินหรือดีเซลนอกจากนี้ยังเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหล แก๊สจะลอยขึ้นด้านบนทันทีจึงไม่เกิดการสะสมอยู่ตามพื้นราบทามให้ติดไฟได้ยากกว่า

แก๊สปีโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas หรือ LPG)

เป็นเชื้อเพลิงที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมากกว่าแก๊สมีเทน โดยทั่วไปจะเป็นแก๊สโพรเพน (C_3H_8) และ บิวเทน (C_4H_{10}) ผสมกัน แก๊สผสมดังกล่าวจะถูกอัดลงในถังเหล็กภายใต้ความดันสูง ทำให้แก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ส่วนใหญ่จะใช้แก๊สปีโตรเลียมเหลว



รูป 3.9 รถยนต์โดยสารที่ใช้แก๊สธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง

NGV ในความเข้าใจของบุคคลทั่วไป อาจหมายถึงแก๊สธรรมชาติอัดที่ใช้กับรถยนต์นั่นเอง



รูป 3.10 แก๊สหุงต้มที่ใช้ในครัวเรือน

เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แก๊สหุงต้ม โดยปกติแล้วทั้งแก๊ส propane และบิวเทน จะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่เพื่อความปลอดภัยจึงมีการเติมสารเคมีลงไปเพื่อให้มีกลิ่น จะได้ทราบเมื่อมีแก๊สรั่ว ให้ลองอุปกรณ์นอกจากใช้แก๊ส LPG ในครัวเรือนแล้ว ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์อีกด้วย

ทั้งน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้เวลานานเป็นล้านปี กว่าจะเกิดเป็นสารเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ มนุษย์ได้ดูดขึ้นมาใช้เป็นเวลาหลายศตวรรษแล้ว จนปัจจุบันอยู่ในชั้นวิกฤตถาวร ใช้อย่างฟุ่มเฟือยต่อเนื่องในปริมาณเท่าเดิมหรือมากกว่า จะทำให้เชื้อเพลิงเหล่านี้หมดไปในไม่ช้า



ร่วมกันอภิปรายในหัวข้อ ถ้าไม่มีไฟฟ้าใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน จะเป็นอย่างไร

นักวิทยาศาสตร์ที่รับผิดชอบด้านพลังงานของแต่ละประเทศในโลก ตระหนักรึปัญหาเรื่องพลังงานทั้งในด้านปริมาณที่ลดลง และในด้านมลภาวะที่เพิ่มขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ฟุ่มเฟือย จึงพยายามศึกษาค้นคว้าหาแหล่งพลังงานชนิดอื่นๆ มาใช้ทดแทน ซึ่งการหาพลังงานมาใช้ทดแทนนี้มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ต้องเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก และเป็นพลังงานที่ใช้ได้อย่างยั่งยืนหรือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม เป็นต้น ซึ่งการศึกษาดังกล่าวอยู่ในขั้นตอนของการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นในตอนนี้ เราจึงควรใช้เชื้อเพลิงต่างๆ อย่างประหยัดและรู้คุณค่ามากที่สุด



แบบฝึกหัดก้ายบท

1. คำกล่าวที่ว่า “บิตรเดิม เป็นปัจจัยบ่งชี้ความมั่งคั่งของประเทศ” มีความจริงเพียงใด อภิปรายและสรุปเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบ
2. จงอธิบายกระบวนการเกิดบิตรเดิมและองค์ประกอบของบิตรเดิม
3. การสำรวจทางธรณีวิทยาเพื่อหาแหล่งบิตรเดิมซ่วยให้ได้ข้อมูลในเรื่องใด
4. การกลั่นลำดับส่วนต่างจากการกลั่นรวมดาวอย่างไร
5. ผลิตภัณฑ์ที่มีสถานะแก๊สที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบได้แก่สารอะไรบ้าง และนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร
6. แก๊สธรรมชาติอัดและแก๊สหุงต้มแตกต่างกันอย่างไร
7. ประเทศไทยมีวัตถุดิบธรรมชาติอะไรบ้างที่ใช้ผลิตเชทานอลได้

บทที่ 4

พอลิเมอร์

ในชีวิตประจำวันทุกคนจำเป็นต้องใช้หรือเกี่ยวข้องกับเครื่องมือ อุปกรณ์ และของใช้ต่างๆ ที่ทำด้วยพอลิเมอร์ ที่รู้จักกันทั่วๆ ไป ได้แก่ พลาสติก เช่น ถุงและภาชนะใส่อาหาร เครื่องใช้ในครัวเรือน อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น นอกจากพลาสติกแล้วยังมีสิ่งสังเคราะห์ที่นำมาทำเสื้อผ้าและของใช้ รูปแบบต่างๆ ย่างสังเคราะห์หรือยางเทียมนำมาทำล้อของพาหนะต่างๆ เป็นต้น



รูป 4.1 ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยพอลิเมอร์

นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิต สมบัติ ประโยชน์และโทษของพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ ต่อไป

4.1 พอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์

พอลิเมอร์ (polymer) คือสารประกอบที่ไม่เลกลามีขนาดใหญ่ เกิดจากโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากมา ยึดต่อกันด้วยพันธะเคมี แต่ละโมเลกุลเดี่ยวหรือหน่วยอยู่ เรียกว่า มองомер (monomer) พอลิเมอร์ บางชนิดประกอบด้วยมองомерชนิดเดียวเหมือนกันหมด แต่บางชนิดก็ประกอบด้วยมองเมอร์หลายชนิด



พอลิเมอร์ธรรมชาติ (natural polymer)

เป็นสารที่เกิดขึ้นและมีอยู่ในธรรมชาติ เช่น แป้ง โปรดีน กรดnicotinic acid รวมทั้งยางพาราซึ่งเป็นสินค้าเศรษฐกิจที่สำคัญ ของประเทศไทย เป็นต้น



รูป 4.2 ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพอลิเมอร์ธรรมชาติ

มนุษย์สามารถสังเคราะห์พอลิเมอร์ได้ โดยนำสารอนโนเมอร์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ นำมาทำปฏิกิริยาเคมีกายให้สภาวะที่เหมาะสม เรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับว่า พอลิเมอร์สังเคราะห์ (synthetic polymer) ได้แก่ เส้นใยสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ และพลาสติก เป็นต้น และเรียกกระบวนการนี้ว่า การเกิดพอลิเมอร์ (polymerization)



มองอนโนเมอร์และพอลิเมอร์ต่างกันอย่างไร



พอลิเมอร์ธรรมชาติมีอยู่เป็นจำนวนมาก นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดมนุษย์จึงยังพยายามหาวิธีสังเคราะห์พอลิเมอร์ขึ้นมาอีก

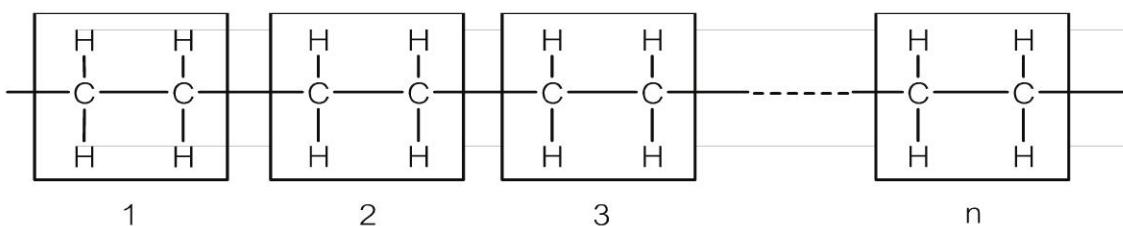
4.2 การสังเคราะห์พอลิเมอร์

การเกิดพอลิเมอร์ แบ่งได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การเกิดพอลิเมอร์แบบเติม (addition polymerization) เกิดจากอนโนเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนทำปฏิกิริยารวมตัวได้เป็นพอลิเมอร์สายยาว โดยพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลของอนโนเมอร์จะเปิดออกกลายเป็นพันธะเดี่ยว และสร้างพันธะกับอะตอมของคาร์บอนในอนโนเมอร์อื่น ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีน เกิดจากปฏิกิริยารวมตัวของเอทิลีน ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$) ที่อุณหภูมิและความดันสูง และมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม ตัวอย่างการเกิดพอลิเมอร์ ดังสมการ



โครงสร้างของพอลิเมอร์ แสดงได้ดังนี้



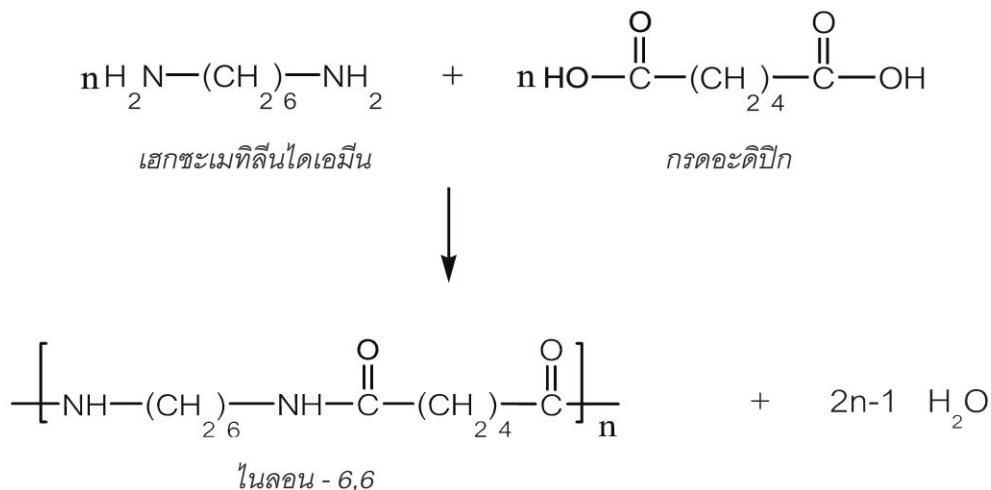
การเกิดพอลิเมอร์ของเอทิลีนในอุตสาหกรรมการผลิตพอลิเอทิลีนหรือการเกิดพอลิเมอร์ของสารอื่น ๆ ก มีจำนวนหลายพันไมล์กilo

พอลิเอทิลีนเป็นพอลิเมอร์ที่แข็ง ไปร่องแสง มีความเนียนยว และไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีส่วนใหญ่ เมื่อนำมาหยอดและขึ้นรูป ได้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ถุงภาชนะใส่อาหาร ท่อสายยาง พิล์มถ่ายภาพ ของเล่นสำหรับเด็ก



จงเขียนสมการแสดงการเกิดพอลิเมอร์ของโพร์พิลีน ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$)

2. การเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น (condensation polymerization) เกิดจาก มอนโอมอร์ที่มีหมู่พังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ ทำปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์และสารที่มีโมเลกุล ขนาดเล็กเกิดขึ้น เช่น การสังเคราะห์ในล่อน - 6,6 ซึ่งได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดอะดิปิกกับ เอกซ์โซเมทิลีนไดเอมีน



"ในล่อน - 6,6" ที่ได้จะมีความเนียนยว ยืดหยดได้ ทนต่อการขัดถู นำมาทำเป็นเชือก เส้นด้าย ถุงน่อง หรือชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น เกียร์ เพื่อง



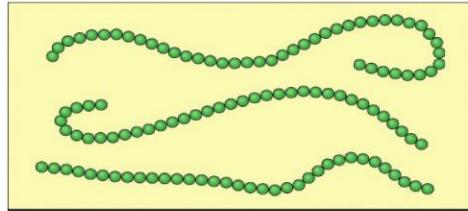
ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่น แตกต่างกันอย่างไร

4.3 โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์

นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่าพอลิเมอร์เกิดจากปฏิกริยาระหว่างมอนโอมอร์ ถ้าพิจารณาโครงสร้างโมเลกุลของพอลิเมอร์ อาจแบ่งได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

ก. โครงสร้างแบบเส้น

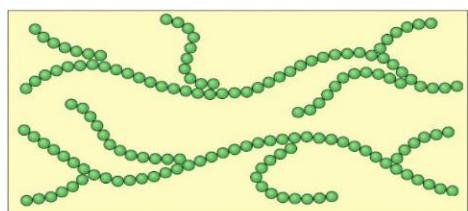
เกิดจากการมอนโอมอร์สร้างพันธะโคเวเลนต์ต่อ กันเป็นโซ่ยาว ดังรูป 4.3 พอลิเมอร์โครงสร้างแบบเส้นนี้สายโซ่จะเรียงซิดกันได้มากกว่าโครงสร้างแบบอื่น จึงมีความแข็งชุ่นและเหนียวมากกว่า ตัวอย่างพอลิเมอร์แบบเส้น เช่น พอลิเอทิลีน พอลิโพร์พิลีน พอลิ - เอทิลีนเทเรฟทาเลต พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิสไตรีน ในลอน-6,6 เป็นต้น



รูป 4.3 โครงสร้างแบบเส้น

บ. โครงสร้างแบบกิ่ง

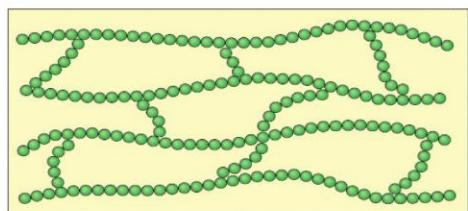
โครงสร้างของพอลิเมอร์แบบนี้จะมีโซ่กิ่งแตกออกไปจากโซ่หลัก ดังรูป 4.4 ทำให้โซ่พอลิเมอร์ไม่สามารถจัดเรียงตัวซิดกันได้ พอลิเมอร์ชนิดนี้จึงยึดหยุ่น มีความหนาแน่นต่ำ มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเส้น ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene; LDPE)



รูป 4.4 โครงสร้างแบบกิ่ง

ค. โครงสร้างแบบร่องแท

เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างโซ่พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเส้นหรือแบบกิ่งต่อเนื่องกันเป็นร่องแท ดังรูป 4.5 ถ้าพันธะที่เชื่อมโยงระหว่างโซ่หลักมีจำนวนน้อย พอลิเมอร์จะมีสมบัติยึดหยุ่นและอ่อนตัว แต่ถ้ามีจำนวนพันธะมาก พอลิเมอร์จะแข็งไม่ยึดหยุ่น พอลิเมอร์แบบร่องแทจะมีจุดหลอมเหลวสูง เมื่อขึ้นรูปแล้วไม่สามารถหลอมหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ เช่น เบเคอไลต์ เมลามีน



รูป 4.5 โครงสร้างแบบร่องแท

พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่งจะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน และเมื่ออุณหภูมิลดลง จะแข็งตัวได้ดังเดิม แต่พอลิเมอร์แบบร่องแทเมื่อได้รับความร้อนจะไม่หลอมและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้

4.4 ພລັດກັນທົາກພອຄືເມອຣ

4.4.1 ພລາສຕິກ

ພລາສຕິກເປັນພອຄືເມອຣທີ່ໄດ້ຮັບການປັບສມັບຕີໃຫ້ແໜ່ງສະກັບວັດຖຸປະສົງຄີໃນການໃຊ້ງານ ໂດຍຈາງປັບໂຄງສ້າງຫົວອອງຄີປະກອບຂອງມອນເມອຣທີ່ໃຫ້ພລາສຕິກມີສມັບຕີຕ່າງໆ ເຊັ່ນມີຄວາມເໜີຍວ ແຈຶງແຈ້ງ ນ້ຳໜັກເບາ ທນທານຕ່ອນ້ຳ ອາກາສ ແລະ ສາරເຄມີ ເປັນຈົນນີ້ໄຟຟ້າແລະ ຈົນນີ້ຄວາມຮ້ອນທີ່ດີ ນໍາໄປເພື່ອເປັນຮູບທຽບຕ່າງໆ ໄດ້ ສມັບຕີທາງກາຍກາພທີ່ສໍາຄັນອີກປະກາຮນິ້ນຕື່ອງ ກາຮອ່ອນຕົວຫົວໜ້ອລອມເໜລວ ເນື້ອໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນພລາສຕິກບາງໜົນດີເນື້ອໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນຈະອ່ອນຕົວຫົວໜ້ອລອມເໜລວ ແຕ່ບາງໜົນດີໄມ້ອ່ອນຕົວ ຄໍາໃຊ້ການເປັນແປງເປັນເມື່ອໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນເປັນເກີນທີ່ຈະແນກພລາສຕິກໄດ້ເປັນ 2 ປະເທດ ດັ່ງນີ້

ກ. ເກອຮົມພລາສຕິກ (thermoplastic) ເປັນພລາສຕິກທີ່ອ່ອນຕົວເມື່ອໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນແລະເມື່ອ ອຸນໜູນມີລົດລົງຈະແຈ້ງຕົວ ຄໍາໃຊ້ຄວາມຮ້ອນອີກຈະອ່ອນຕົວແລະ ສາມາດທຳໄກລັບເປັນຮູບປ່າງເດີມຫົວເປັນ ຮູບປ່າງໄດ້ ໂດຍສມັບຕີຂອງພລາສຕິກໄມ່ເປັນແປງເປັນຈຶ່ງສາມາດນຳກັນລັບມາໃຫ້ໄໝໄດ້ ພລາສຕິກປະເການນີ້ມີ ໂຄງສ້າງແບບເສັ້ນຫົວແບບກິ່ງ ມີກາຮເຫຼືອມຕ່ອະຫວ່າງໃໝ່ພອຄືເມອຣນ້ອຍມາກ ຕົວຢ່າງເຊັ່ນ ພອລີເອົກີລືນ ພອລີໄພຣີລືນ ພອລີສໍໄຕຣີນ

ບ. ພລາສຕິກເກອຮົມອະເຫດ (thermosetting plastic) ເປັນພລາສຕິກທີ່ເມື່ອເປັນຮູບປ່າງດ້ວຍການຝ່າຍຄວາມຮ້ອນ ຫົວໜູນແດນແລ້ວຈະໄມ່ສາມາດນຳກັນລັບມາເຂົ້າຮູບໄໝໄດ້ອີກ ເພວະພລາສຕິກປະເການນີ້ມີກາຮເຫຼືອມຕ່ອະຫວ່າງ ໃໝ່ພອຄືເມອຣແບບຮ່າງແນ ເມື່ອແຈ້ງຕົວແລ້ວຈະມີຄວາມແຈ້ງມາກ ທນຕ່ອງຄວາມຮ້ອນແລະ ຄວາມດັນໄດ້ດີກວ່າ ເກອຮົມພລາສຕິກ ຄໍາທຳໃຫ້ມີອຸນໜູນມີສູນມາກຈະແຕກແລະໄໝມີເປົ້າ ຕົວຢ່າງເຊັ່ນ ເບເຄອໄລຕີ ເມລາມິນ

ຕົວຢ່າງພລາສຕິກບາງໜົນດີແລະ ກາຮນຳໄປໃຫ້ປະໂຍ້ນ ເປັນດັ່ງຕາງໆ 4.1

ຕາງໆ 4.1 ຕົວຢ່າງພລາສຕິກບາງໜົນດີແລະ ກາຮນຳໄປໃຫ້ປະໂຍ້ນ

ໜົນດີຂອງພລາສຕິກ	ຕົວຢ່ອ	ກາຮນຳໄປໃຫ້ປະໂຍ້ນ
ພອລີເອົກີລືນເທເພີ້າເລັດ (polyethylene terephthalate)	PETE ຫົວ້າ PET	ເສັ້ນໄຍ ເອັນ ເຊື້ອ ເສັ້ນເບປົດິໂອ ເຫປປັບ ຂວາດນ້ຳອັດລມ ຂວາດນ້ຳດື່ມໜົນດີແຈ້ງແລະ ໄສ ທິນອ່ອນເທີຍມ ແກ້ວເທີຍມ
ພອລີໄພຣີລືນ (polypropylene)	PP	ການນະບຽບຮູ້ສາຮເຄມີ ເຊັ່ນ ມ້າບແບຕເທອຣ໌ ຫຼຸມສາຍໄຟຟ້າ ຂວາດນມ ກະເປົາເດີນທາງ ກະບອກຈື້ດຍາ ຖຸນ້າວັນໜົນດູນ
ພອລີສໍໄຕຣີນ (polystyrene)	PS	ໂຟມບຽບຮູ້ອາຫານ ອັນນີ້ທຳກະຣີກິນ້າຮ້ອນ ນ້ຳເຍັນ ກລ່ອງໃສໄສ່ຂົນມ ສິ້ນສ່ວນຂອງຕູ້ເຍັນ ວັດດູລອຍ້ນ້ຳ ຕລັບເທັບ
ພອລີໄວນິລຄລອໄຣດໍ (polyvinyl chloride)	PVC	ທີ່ນ້ຳ ມັນເທີຍມ ກະເປົາບື້ອງຍາງປູ້ພື້ນ ອັນນີ້ຫຼຸມສາຍໄຟ ແຜ່ນເສີຍງ
ພອລີເອົມເດີ (polyamide)	PA	ເຄື່ອງນຸ່ງໜ່າມ ຖຸນ້ອງ ພຣມ ອວນ ແນ

การที่พลาสติกมีประโยชน์อย่างมาก ทำให้ปริมาณการใช้พลาสติกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะจากพลาสติกจึงเป็นปัญหาใหญ่ที่ตามมา เนื่องจากพลาสติกเกือบทุกชนิดไม่ละลายในน้ำ ในกรด ในเบส หรือในตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด เมื่อผ่านกระบวนการเผา ก็จะเกิดควันซึ่งเป็นแก๊สพิษ พลาสติกบางชนิดไม่ติดไฟ แต่ถ้าใช้ความร้อนสูงและนานๆ จะติดไฟได้ ขณะพลาสติกเมื่อหิงลงสู่สิ่งแวดล้อมแล้วจะสลายตัวได้ยาก หากสะสมอยู่ในดินจำนวนมากจะทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี เพราะน้ำและแร่ธาตุซึ่งผ่านไม่ได้ หากลงสู่แหล่งน้ำอาจก่อให้เกิดการกัด蝕ของภาระทางน้ำ หากลงสู่ท่อระบายน้ำจะเกิดการขัดขวางการไหลของน้ำหรือทำให้ห่ออุดตันได้โดยเฉพาะในประเทศไทย มีการใช้ถุงพลาสติกและโฟมกันอย่างพุ่มเพิ่อย ในขณะที่การกำจัดก็ยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ จึงก่อปัญหาด้านสภาวะแวดล้อมมาก



กิจกรรมเพิ่มเติม ผลิตภัณฑ์พลาสติกในชุมชน

- สำรวจปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกในชุมชน และวิธีกำจัดของพลาสติกของชุมชน
- อภิปรายร่วมกัน และสรุปเป็นข้อปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีลดและวิธีกำจัดของพลาสติกของชุมชน
นำเสนอเป็นโปสเตอร์
- ตรวจสอบปริมาณของพลาสติกของชุมชนเป็นระยะ และช่วยกันหาวิธีแก้ไขต่อไป

ปัญหาของพลาสติกเป็นปัญหาร่วมกันทั่วโลก จึงมีความพยายามคิดค้นทำพลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพ (biodegradable plastic) มาใช้แทนปัจจุบันสามารถเปลี่ยนพลาสติกบางชนิดที่ไม่ย่อยสลาย เป็นชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้ แต่ในทางปฏิบัติไม่ได้นำขยะพลาสติกทั้งหมดไปผ่านกระบวนการดังกล่าว ยังคงใช้วิธีฝังกลบใต้ดินซึ่งก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดในการดูแล สิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับของพลาสติก คือลดปริมาณการใช้ให้เหลือเท่าที่จำเป็นและพยายามนำกลับมาใช้ใหม่ ในหลายประเทศมีการรณรงค์ให้แม่บ้านที่ปล่อยตลาด หรือจับจ่ายซื้อของใช้ต่างๆ นำถุง ตะกร้า หรือภาชนะใส่ของไปด้วย เพื่อลดการใช้ถุงพลาสติกและบางประเทศมีการห้ามวัสดุเป็นแรงจูงใจด้วย

การลดปริมาณของพลาสติกวิธีการหนึ่งที่ใช้ในปัจจุบันคือการนำพลาสติกไปผ่านขั้นตอนการแปรสภาพ ทำให้นำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก โดยพลาสติกที่แปรสภาพแล้วนั้นอาจเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ได้ เรียกว่า **แปรใช้ใหม่ หรือ รีไซเคิล (recycle)**

สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก ประเทศสหรัฐอเมริกา (The Society of The Plastics Industry หรือ SPI) ได้กำหนดสัญลักษณ์เพื่อบ่งชี้ประเภทของพลาสติกที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล ดังนั้นในการผลิตสินค้าที่ทำด้วยพลาสติกต้องมีสัญลักษณ์ดังรูป 4.6 กำกับ เพื่อแสดงถึงประเภทที่ผ่านกระบวนการของพลาสติกที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์นั้นๆ



พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate)



พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high-density polyethylene)



พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride)



พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low-density polyethylene)



พอลิโพร์พิลีน (polypropylene)



พอลิสไตรีน (polystyrene)



อื่นๆ

รูป 4.6 สัญลักษณ์แสดงประเภทของพลาสติกที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล

การรีไซเคิลเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะหรือของเสียได้เป็นอย่างดี สิ่งสำคัญคือ ทุกคนต้องร่วมมือในการคัดแยกขยะแต่ละประเภทออกจากกัน เพื่อสะดวกต่อการนำไปรีไซเคิลแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ต่อไป

นักเรียนมีภารกิจการจำแนกชนิดของพลาสติกที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิลอย่างไรบ้าง ศึกษาได้จากกิจกรรม 4.1



กิจกรรม 4.1 การจำแนกพลาสติกบางชนิดโดยใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์

กำหนดให้ ข้อมูลความหนาแน่นของสารที่ใช้ทดสอบ เป็นดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ความหนาแน่นของสาร

สาร	ความหนาแน่น (g/cm^3)
เอทานอล	0.79
เอทานอล : น้ำ (10 : 8 โดยปริมาตร)	0.91
เอทานอล : น้ำ (1 : 1 โดยปริมาตร)	0.92
น้ำ	1.00
สารละลาย NaCl เช้มขั้นร้อยละ 10	1.06
สารละลาย NaCl อิมตัว	1.18

- ใส่สารที่มีความหนาแน่นต่างๆ ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ จำนวน 20 cm^3
- ใส่ตัวอย่างพลาสติกที่ได้ตัดไว้เรียบร้อยแล้วลงในบีกเกอร์ โดยเริ่มจากสารที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด คนด้วยเท่งแก้ว สังเกตการลอยของชิ้นพลาสติก
- ถ้าชิ้นพลาสติกจะให้ทำการทดลองแบบเดิมกับตัวทำละลายที่มีความหนาแน่นสูงขึ้น จนกว่าจะพบว่าชิ้นของพลาสติกลอยขึ้น
- ทำการทดลองซ้ำแต่เปลี่ยนตัวอย่างพลาสติกเป็นชนิดอื่นๆ แทน
- ระบุประเภทพลาสติกแต่ละตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบความหนาแน่นที่หาได้กับข้อมูลในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ความหนาแน่นของพลาสติกบางชนิด

ชนิดของพลาสติก	ความหนาแน่น (g/cm^3)
พอลิไพริลีน (PP)	0.90 - 0.91
พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE)	0.92 - 0.94
พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE)	0.95 - 0.97
พอลิสไตรีน (PS)	1.05 - 1.07
พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)	1.16 - 1.35
พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PETE)	1.38 - 1.39

จากการทดลองจะเห็นว่านักเรียนสามารถจำแนกชนิดของพลาสติกที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิลได้โดยใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ซึ่งในการทดลองจะทำการทดสอบกับสารที่มีความหนาแน่นสูงขึ้นตามลำดับจนพบว่าชิ้นพลาสติกลอยขึ้น ทำให้ทราบว่าความหนาแน่นของพลาสติกตัวอย่างนั้นมีค่าอยู่ระหว่างความหนาแน่นของสองสารสุดท้าย ซึ่งนักเรียนสามารถพิจารณาได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

สาร	ความหนาแน่น (g/cm^3)	การทดสอบ ขวดนมเบรี่ยว
เอทานอล	0.79	จม
เอทานอล : น้ำ (10 : 8 โดยปริมาตร)	0.91	จม
เอทานอล : น้ำ (1 : 1 โดยปริมาตร)	0.92	จม
น้ำ	1.00	จม
สารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 10	1.06	ลอย
สารละลาย NaCl อิมตัว	1.18	-

จากตัวอย่างการทดสอบชิ้นพลาสติกจากขวดนมเปรี้ยวพบว่า ความหนาแน่นของขวดนมเปรี้ยว มีค่าอยู่ระหว่างความหนาแน่นของน้ำและสารละลายนาCl เข้มข้นร้อยละ 10 คือ อยู่ระหว่าง 1.00 – 1.06 เมื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นในตาราง 4.2 พบว่า ขวดนมเปรี้ยวนี้เป็นพลาสติกประเภทโพลิสไตรีน

4.4.2 טרנס

ยางเป็นพอลิเมอร์อีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย แบ่งออกเป็นยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

ยางพารา เป็นยางธรรมชาติที่เกิดจากม่อนเมอร์ที่เรียกว่า ไอโซพรีน (isoprene) จำนวน 1,500 – 15,000 หน่วย มารวมตัวกันเป็น พอลิไอโซพรีน ดังปฏิกิริยา

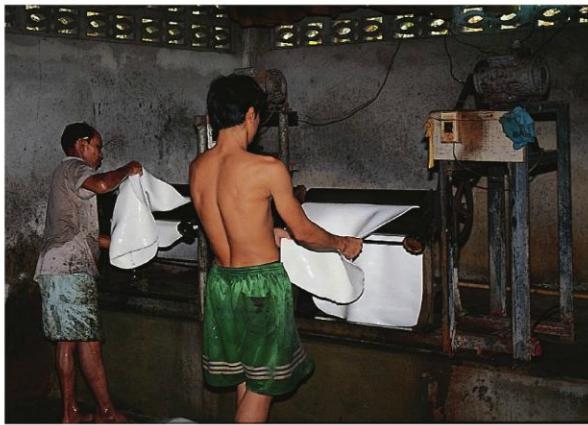


สมบัติสำคัญประการหนึ่งของยางคือมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งเกิดจากโครงสร้างของยางที่มีลักษณะม้วนๆ ไปมาเป็นวงและบิดเป็นเกลียว ดังรูป 4.7



รูป 4.7 โครงสร้างของยาง

ยางพารามีความต้านทานแรงดึงสูง ทนต่อการขัดถู เป็นจวนที่ดีมาก ทนน้ำ ทนน้ำมัน จากพืชและจากสัตว์ แต่ไม่ทนต่อน้ำมันเบนซินและตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อได้รับความร้อนจะเหนียวและอ่อนตัว แต่จะแข็งและเปราะที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ด้วยเหตุนี้ยางธรรมชาติจึงมีสมบัติบางประการที่เป็นข้อจำกัด ทำให้มีการปรับปรุงคุณภาพยางธรรมชาติให้มีสมบัติที่ดีขึ้น โดยนำยางมาทำปฏิกิริยากับกำมะถันที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวของกำมะถัน จะทำให้ได้ยางที่มีความคงตัวที่อุณหภูมิต่างๆ เพิ่มขึ้น ทนต่อความร้อน แสง และตัวทำละลายได้ดี



รูป 4.8 การทำยางแผ่น

แม้ว่ายางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงจะมีคุณภาพที่ดีขึ้น แต่ยังมีสมบัติบางประการที่ไม่เหมาะสมกับงานบางชนิด เนื่องจากในเนื้อยางยังมีไพรติน น้ำตาล หรือองค์ประกอบอื่นที่ทำให้ยางไม่ทนต่อแสงแดด แก๊สออกซิเจน แก๊สไฮโดรเจน และตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด รวมทั้งไม่ทนต่อความร้อนสูง และความเย็นจัด ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้ผลิตยางสังเคราะห์ขึ้น เพื่อให้มีสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานบางประเภท

ยางสังเคราะห์ มีอยู่หลายชนิด เช่น ยาง IR (isoprene rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่มีโครงสร้างไกล์เดียงยางธรรมชาติ แต่มีจุดเด่นคือมีสิ่งเจือปนน้อย คุณภาพสม่ำเสมอทั้งก้อน มีสีขาว นิยมนำมาทำจุกน้ำยาและอุปกรณ์ทางการแพทย์ ยาง SBR (styrene-butadiene rubber) เกิดจากการหมักเม็ดของสตีรีนบิวต้าไดอีนมาาร์กันเป็นพอลิเมอร์ มีสมบัติทนทานต่อการขัดถูสูงมาก มีความทนต่อแรงดึงต่ำใช้ทำฟันรองเท้า ท่อสายยาง สายรัด สายพาน และยางปูพื้น เป็นต้น



กิจกรรม 4.2 การทำยางธรรมชาติในประเทศไทย

สืบค้นข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ วิธีการทำยางแผ่นและยางรุ่มครันในประเทศไทย



ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์มีองค์ประกอบและสมบัติที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

4.4.3 เส้นใย

เส้นใยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างไม่เกลูลหมายสมดุลต่อการรีดและปั๊บเป็นเส้นด้าย พอลิเมอร์เหล่านี้เกิดขึ้นได้ทั้งในธรรมชาติและจากการสังเคราะห์

เส้นใยธรรมชาติ มีทั้งที่ได้มาจากการพืชและสัตว์ ตัวอย่างเส้นใยที่ได้จากพืชที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เช่น เส้นใยเซลลูโลสจากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ เส้นใยที่ห้มเมล็ดฝ้าย นุ่น ไขมะพร้าว เส้นใยจากเปลือกไม้ เช่น ลินิน ปอ เส้นใยจากฝ้ายจัดเป็นเซลลูโลสบริสุทธิ์ที่นำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ส่วนเส้นใยที่ได้จากสัตว์จะเป็นสารประเทกโปรตีน เช่น ขนแกะ เส้นใยจากรังไหม เป็นต้น

เส้นใยจากธรรมชาติ เมื่อนำมาผลิตหรือใช้งานจะมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ผ้าฝ้ายจะขึ้นราได้ง่าย ผ้าไหมจะหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและความชื้น ลินินและปานถ้าต้องการเส้นใยที่มีคุณภาพดีต้องผลิตด้วยมือ ดังนั้นจึงมีผู้พยายามผลิตเส้นใยสังเคราะห์ขึ้นมาทดแทน



รูป 4.9 ผ้าที่ใช้ทั่วไปส่วนมากเป็นเส้นใยสังเคราะห์

ผสมเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยสังเคราะห์ ผลิตได้จากปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างมอนโอมอร์ 2 ชนิด หรือจากการนำเส้นใยธรรมชาติมาแปรรูปเพื่อให้มีสมบัติต่างจากเดิม ศึกษาการแปรรูปพอลิเมอร์ได้จากกิจกรรม 4.3



ກົງກຽມ 4.3 ກາຮເຕຣີຍມເສັ້ນໄຍ

1. ໄສປຸຢູ່ຜ້າຍ 0.25 g ລົງໃນບຶກເກອງຂະນາດ 100 cm^3 ແລ້ວໂຮຍຄອປເປົອຮ (II) ດາວບອນເນຕ 2 g ລົງໄປ ດັນໃຫ້ທ່ວ່າ
2. ເຕີມສາຮລະລາຍແອມໄມເນື່ອເຂັ້ມຂັ້ນ ຈຳນວນ 30 cm^3 ລົງໃນຂອງຜສມໃນຂົ້ອ 1 ດັນໃຫ້ຜສມກັນ ຈົນກະທັ່ງໄດ້ສາຮເໜີຍວແລະໃສສິນໍາເຈີນ
3. ນຳກະບອກຈົດຢາ(ເຂົາເຂີມອອກກ່ອນ) ດູດສາຮລະລາຍໃນຂົ້ອ 2
4. ຈຸ່ມປລາຍກະບອກຈົດຢາລົງໃນບຶກເກອງທີ່ບຽງສາຮລະລາຍກຣດຊ້ລພິວົກເຈື້ອຈາງ ຈຳນວນ 20 cm^3 ຈົດສາຮໃຫ້ຜ່ານອອກໂດຍເຈົ້າ ພ້ອມກັບສ່າຍປລາຍກະບອກໄປມາເພື່ອໃຫ້ເສັ້ນໄຍກະຈາຍຕ້ວ ໄດ້ດີໄມ້ກະຈຸກເປັນກໍອນ ສັງເກດແລະບັນທຶກຜລ

ບັນຄວຣະວັງ: ໂອກະເໜຍຂອງສາຮລະລາຍແອມໄມເນື່ອເຂັ້ມຂັ້ນອາຈທຳໃຫ້ເຢື່ອຕາແລະຈຸກເກີດກາຮ ຮະຄາຍເຄື່ອງ



ວັດຖຸໄດ້ສາມາດໃຫ້ແທນຜ້າຍໄດ້

ໃນກົງກຽມ 4.3 ນັກເຮືອນໄດ້ເຮີຍນັ້ກກາຮເຕຣີຍມເສັ້ນໄຍ ໂດຍນຳປຸຢູ່ຜ້າຍທີ່ເປັນເໜີລູໂລສແລະເປັນ ພອລິເມອົງຮ່ວມໝາດຕິຫຼືນິດໜຶ່ງມາລະລາຍໃນສາຮລະລາຍແອມໄມເນື່ອເຂັ້ມຂັ້ນ ຈາກນັ້ນນຳມາທຳປົງກິໂຮຍາ ກັບຄອປເປົອຮ (II) ດາວບອນເນຕ ເກີດສາຮໃໝ່ທີ່ມີລັກຜະປົນຂອງເຫລວເໜີຍແລະຂັ້ນ ມີສົມບັດຕ່າງຈາກເດີມ ເມື່ອນຳສາຮນີ້ອັດຝ່ານຮູ້ເລັກໆ ຈະໄດ້ເສັ້ນໄຍທີ່ຍາ ສາມາດນຳມາຍ້ອມສີແລະປິ່ນໃຫ້ເປັນເສັ້ນຄວາມຍາວຕາມ ຕ້ອງກາຮແລະນຳໄປທອເປັນຜົນເພື່ອໃໝ່ປະໂຍ່ນຕ່ອໄປໄດ້

ເສັ້ນໄຍສັງເຄຣະຫົບກັງໝົດ ເຊັ່ນ ໃນລອນ - 6,6 ພອລິເອສເທອຣ ອະຄລິໂລໄນໄຕຣົດ ແລະເຮຍອນ ມີສົມບັດ ພິເສະໜາຍຍອ່າງທີ່ຕ່າງຈາກເສັ້ນໄຍຮ່ວມໝາດຕິ ເຊັ່ນ ທນຕ່ອເຊື້ອວາແລະຈຸລິນທຣີຍ ໄມເຍັນງ່າຍ ໄມດູດນ້ຳ ທນຕ່ອສາຮເຄມີ ຫັກງ່າຍແໜ້ງເງົວ ພລິດໄດ້ຄັ້ງລະມາກໆ ແລະຮວດເງົວ ເສັ້ນໄຍສັງເຄຣະຫົບເປັນທີ່ນີຍມນຳມາ ທຳພລິຕກັນທີ່ຕ່າງໆ



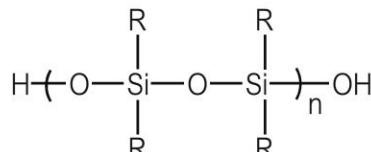
ເສື້ອຜ້າທີ່ຕັດເຢັບຈາກເສັ້ນໄຍໃນລອນແລະຜ້າຍ ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນອ່າງໄວ

นอกจากพอลิเมอร์ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีพอลิเมอร์อีกชนิดที่คุ้นเคยกันคือ ซิลิโคน (silicone) ซึ่งได้มาจากกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ของมอนومอร์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) กับสารบางชนิด

ซิลิโคนมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับมอนومอร์ตั้งต้น จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ซิลิโคนส่วนมากมีลักษณะคล้ายยาง แต่มีสมบัติเฉพาะที่ดีกว่าคือ มีความคงทนต่อความร้อน และสารเคมีได้ดีกว่า ไม่เปียกน้ำ เป็นจนวนไฟฟ้า และไม่มีปฏิกิริยากับร่างกายมนุษย์ นิยมนำมาทำอวัยวะเทียมใช้ในทางการแพทย์ แบบหล่อผลิตภัณฑ์บางชนิด ใช้ประสานกระดูกกันน้ำซึ่ง เป็นต้น



รูป 4.10 ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากซิลิโคน



สูตรโครงสร้างของซิลิโคน

ปัจจุบันเรานำผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์มาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะพอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น เสื้อผ้าที่สวมใส่ สิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นต้น การใช้พอลิเมอร์สังเคราะห์อย่างพุ่มเพี้ยอยและไม่ระมัดระวังของมนุษย์ ได้ก่อให้เกิดปัญหาขยะ โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ และผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ปัจจุบันมีโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้งานอยู่บนโลกทั้งสิ้นประมาณ 400 ล้านเครื่อง สิ่งต่างๆ เหล่านี้ เมื่อถูกรุนหรือล้าสมัย มักจะถูกทิ้งกลายเป็นขยะเหล่านี้กำจัดหรือทำลายได้ยาก ต้องใช้บประมาณสูงมากในการจัดการ ในฐานะที่นักเรียนเป็นผู้บริโภคสินค้าคนหนึ่ง จึงควรระหนักถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลกระทบยั่งกันไป มากถูกคาดว่าจะเกิดขึ้นกับมนุษย์ในอนาคต ดังนั้น การใช้สิ่งของต่างๆ อย่างประหยัดตามความจำเป็นและคุ้มค่า จึงเป็นวิธีหนึ่งที่แสดงถึงความรับผิดชอบในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพที่ดี การแยกขยะออกเป็นประเภทต่างๆ เพื่อความสะดวกในการกำจัด การนำกลับมาใช้ใหม่ หรือการแปรรูป เป็นอีกทางหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณขยะได้



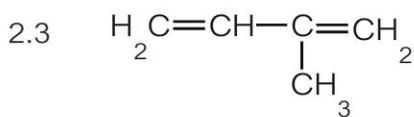
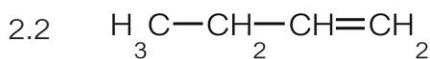
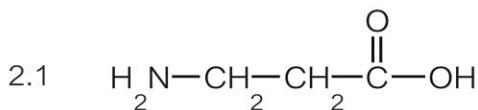
รูป 4.11 ถังขยะสำหรับขยะประเภทต่างๆ



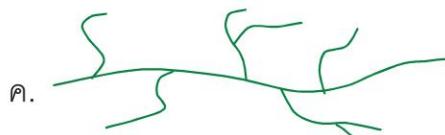
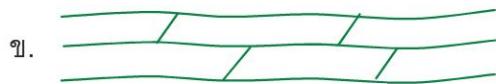
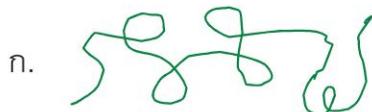
ແບບຟັກຫັດກ້າຍບກ

1. ພອລິເມອຣ໌ຂຽນໝາດີແລະພອລິເມອຣ໌ສັງເຄຣະໜໍ້ອນທີ່ໄວ້ຕ່າງກັນຍ່າງໄວພ້ອມຍົກຕ້ວຍ່າງພອລິເມອຣ໌
ຂຽນໝາດີແລະພອລິເມອຣ໌ສັງເຄຣະໜໍ້

2. ຈາກສູງຕຽບໂຄຮ່າງສ້າງຂອງມອນອເມອຣ໌ທີ່ກໍາຫັນດໍໃໝ່ມອນອເມອຣ໌ນິດໄດ້ເກີດປົງກິຈີຍພອລິເມອຣ໌ໄວເຊັ້ນ
ແບບຄວບແນ່ນ ແລະໜິດໄດ້ເກີດປົງກິຈີຍພອລິເມອຣ໌ໄວເຊັ້ນແບບເຕີມເພວະເຫຼຸດໄດ້



3. ພອລິເມອຣ໌ທີ່ມີໂຄຮ່າງດັ່ງຕ້ອໄປນີ້



3.1 ພອລິເມອຣ໌ໄດ້ຄວາມມື້ດໝູນໄດ້ ພອລິເມອຣ໌ໄດ້ຄວາມມື້ຈຸດຫລອມເໜລວສູງທີ່ສຸດ

3.2 ຄ້າພິຈາລະນາພອລິເມອຣ໌ ກ ດ ແລະ ກ ພອລິເມອຣ໌ໄດ້ມີຄວາມໜາແນ່ນໜ້ອຍທີ່ສຸດ ແລະ
ພອລິເມອຣ໌ໄດ້ມີຄວາມຊຸ່ນມາກທີ່ສຸດ

4. ໂຄຮ່າງຂອງພອລິເມອຣ໌ຕ້ອໄປນີ້ ມີຜລຕ່ອຄວາມແຂ້ງແຮງແລະຄວາມມື້ດໝູນຂອງພອລິເມອຣ໌
ຍ່າງໄວ

4.1 ໃຊ່ໆພອລິເມອຣ໌ໃຊ່ກິ່ງນາກແຕ່ເປັນໃຊ່ກິ່ງສັ້ນ

4.2 ພອລິເມອຣ໌ມີພັນະເຊື່ອມໂຍງຮວ່າງສາຍໃໝ່ນາກ

5. สำรวจเครื่องแต่งกายและของใช้ส่วนตัวของนักเรียนว่า มีอะไรบ้างที่ทำจากสารพอลิเมอร์ และเป็นพลาสติก ยางสังเคราะห์ เส้นใยสังเคราะห์ หรือชิลลิโคน
6. การกำจัดขยะพอลิเมอร์โดยวิธีการเผาและฝัง จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง
7. การแยกขยะออกเป็นประเภทต่างๆ มีข้อดีอย่างไร อธิบายประกอบ

บทที่ 5

สารชีวโมเลกุล

นักเรียนทราบแล้วว่าอาหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ในอาหารหลัก 5 หมู่ แต่ละหมู่จะให้สารอาหารที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน สารที่สิงมีชีวิตสามารถนำไปใช้ในกระบวนการดำรงชีวิต เรียกว่า **สารชีวโมเลกุล (biomolecules)**



สารชีวโมเลกุล จำแนกเป็นประเภทใดบ้าง

สารชีวโมเลกุล เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่เกลุ้มีขนาดใหญ่มาก เมื่อเทียบกับไม่เกลุลของสารทั่วไป พบอยู่ในสิ่งมีชีวิตเท่านั้น จำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ คาร์บอไไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิก

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของเซลล์ในร่างกายจะพบว่า โดยทั่วไปร้อยละ 15 ของน้ำหนักของตัวเราคือ โปรตีน เยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน ของเหลวภายในเซลล์มีสารโปรตีน ไขมัน และคาร์บอไไฮเดรต ส่วนที่มีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยเซลล์โลสซึ่งเป็นสารพวกคาร์บอไไฮเดรต ดังนั้นสารชีวโมเลกุลจึงมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมาก

สารชีวโมเลกุลแต่ละประเภทมีองค์ประกอบและสมบัติเป็นอย่างไรนักเรียนจะได้ศึกษาในบทนี้

5.1 คาร์บอไไฮเดรต

คาร์บอไไฮเดรต มีองค์ประกอบหลักเป็นธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ประเทศไทยอุดมไปด้วยแหล่งของคาร์บอไไฮเดรตซึ่งได้มาจากพืชผักนานาชนิด เมื่อพืชสร้างอาหารด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อนำไปใช้ในการสร้างลำต้น ราก ใบ ดอก ผล และเมล็ด อาหารส่วนที่เหลือจะถูกนำไปเก็บสะสมไว้ตามส่วนต่างๆ ในรูปของแป้งและน้ำตาล ข้าวจัดเป็นแหล่งคาร์บอไไฮเดรตที่สำคัญเนื่องจากเป็นอาหารหลักของคนไทยส่วนใหญ่



รูป 5.1 อาหารหลัก 5 หมู่



รูป 5.2 อาหารที่มีคาร์บอไไฮเดรต

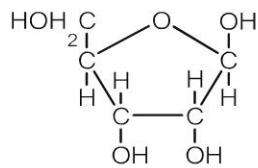
คาร์บอไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานเพื่อใช้ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ เมื่อแบ่งโครงสร้างของคาร์บอไฮเดรตตามจำนวนหน่วยอย่างที่เป็นองค์ประกอบ สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ มอนอแซ็คคาไรด์ (monosaccharide) ไดแซ็คคาไรด์ (disaccharide) และพอลิแซ็คคาไรด์ (polysaccharide)

5.1.1 มอนอแซ็คคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว)

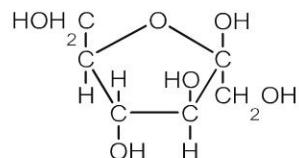
มอนอแซ็คคาไรด์มีหลายชนิดแตกต่างกันที่จำนวนอะตอมของคาร์บอนและโครงสร้างโมเลกุล เช่น ไรโบส (ribose) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีคาร์บอน 5 อะตอม มีสูตรโมเลกุล $C_5H_{10}O_5$ ส่วนกลูโคส (glucose) การแลกโทส (galactose) และ ฟรักโตส (fructose) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีคาร์บอน 6 อะตอม มีสูตรโมเลกุล เมื่อนอกัน คือ $C_6H_{12}O_6$ แต่แตกต่างกันที่สูตรโครงสร้าง จึงมีสมบัติต่างกัน กลูโคสและฟรักโตสมีในผลไม้ที่มีรสหวาน การแลกโทสมีในน้ำนมของคนและสัตว์ เช่น ในน้ำนมวัวมีการแลกโทสประมาณร้อยละ 5 ในน้ำนมคน มีประมาณร้อยละ 7 เป็นต้น

น้ำตาลทุกชนิดมีรสหวานแต่ระดับความหวานแตกต่างกัน ฟรักโตสมีรสหวานที่สุดโดยหวานกว่าน้ำตาลทรายถึงสองเท่า กลูโคสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่สำคัญที่สุด เพราะร่างกายสามารถดูดซึมเข้าไปใช้ได้โดยตรง นอกจากนั้นเซลล์สมองและการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่วนใหญ่ต้องใช้พลังงานจากกลูโคส ถ้าร่างกายมีกลูโคสในเลือดต่ำกว่าปกติ คือต่ำกว่า 90 – 110 มิลลิกรัม ต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรของเลือด จะเกิดอาการวิงเกียน อ่อนเพลีย ไม่มีแรง และถ้าต่ำมากอาจเป็นลมหมดสติได้

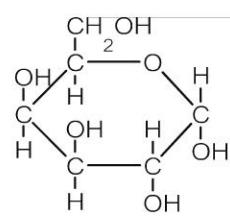
ผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับประทานอาหารได้ตามปกติ และผู้ป่วยก่อนและหลังการผ่าตัด จะได้รับสารละลายกลูโคสประมาณร้อยละ 0.6 – 0.9 ผสมในน้ำเกลือเข้าทางหลอดเลือด



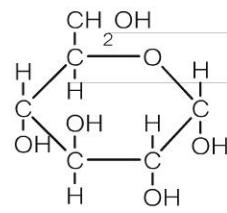
ไรโบส



ฟรักโตส



การแลกโทส



กลูโคส

สูตรโครงสร้างมอนอแซ็คคาไรด์



รูป 5.3 สารละลายกลูโคส
ที่ให้แก่ผู้ป่วย

5.1.2 ไดแซ็คคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลคู่)

ไดแซ็คคาไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่นักเรียนรู้จักดีคือ น้ำตาลทรายหรือซูโครัส (sucrose) ประกอบด้วยโมเลกุลของ กากูโคสและฟรัคโตส ในอ้อยมีน้ำตาลซูโครสมากที่สุด คือประมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

นอกจากนี้ยังมีไดแซ็คคาไรด์อื่นๆ เช่น มอลโทส (maltose) ประกอบด้วยกากูโคส 2 โมเลกุล ต่อกัน มีอยู่ในข้าวมอลต์ ข้าวโพดและเมล็ดพืชแก่ มอลโทสใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเบียร์และผสมในอาหาร ของทางการ ส่วนแลกโทส (lactose) ประกอบด้วยกาแลกโทสและกากูโคสต่อกัน พบรูปในน้ำนมคนและน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

5.1.3 พอลิแซ็คคาไรด์

พอลิแซ็คคาไรด์ เป็นคาร์บอไฮเดรตที่ไม่เลกุล มีขนาดใหญ่มาก ประกอบด้วยมอนโอะแซ็คคาไรด์ จำนวนมากเชื่อมต่อกัน พอลิแซ็คคาไรด์ที่สำคัญ ได้แก่ แป้ง เชลลูโลส และไกลโคเจน

แป้ง (starch)

เป็นพอลิแซ็คคาไรด์ที่เกิดจากกากูโคสจำนวนมากมาเชื่อมต่อกัน มีโครงสร้างเป็นทั้งแบบสายยาว และแบบกิ่ง สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนได้สารเชิงซ้อนสิน้ำเงิน แป้งมีมากในพืช ประเภทเมล็ดและหัว เช่น ข้าวโพดมีแป้งร้อยละ 50 ข้าวเจ้ามีร้อยละ 75 และ มันฝรั่งมีร้อยละ 20 เป็นต้น เมื่อแป้งถูกความร้อนจะสลายเป็นเด็กซ์ตริน ซึ่งเป็นสารที่มีส่วนประกอบที่มีส่วนประกอบเด็กซ์ตริน เช่น ไข่ นม ไข่ต้ม แป้ง แต่กระดาษติดผนังห้องได้

เชลลูโลส (cellulose)

เป็นพอลิแซ็คคาไรด์อีกชนิดหนึ่ง เกิดจากกากูโคสจำนวนมากมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว แต่ละสาย ของเชลลูโลสเรียงขนานกันไปและมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสาย ทำให้มีลักษณะเป็นเส้นใย ในไม้หรือใน ลำต้นพืชมีเชลลูโลสประมาณร้อยละ 50 แป้งและเชลลูโลสต่างประกอบด้วยหน่วยย่อยกากูโคสเหมือนกัน แต่พันธะเคมีระหว่างไม่เลกุลของกากูโคสต่างกัน ความแตกต่างเพียงเล็กน้อยดังกล่าวมีความสำคัญมาก กล่าวคือ แป้งละลายน้ำได้เล็กน้อย เป็นอาหารที่คนและสัตว์สามารถย่อยสลายได้ ส่วนเชลลูโลส ไม่ละลายน้ำและกระเพาะของคนเราไม่สามารถย่อยสลายได้ แต่ในกระเพาะของสัตว์ที่เท้ามีกีบ เช่น วัว ควาย ม้า เป็นต้น มีแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายเชลลูโลสให้เป็นกากูโคสได้

แม้ว่ากระเพาะของคนเราจะย่อยเชลลูโลสไม่ได้แต่ เชลลูโลสก็มีประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะช่วยกระตุ้นลำไส้ให้ใหญ่ ให้เคลื่อนไหว เส้นใยอาหารบางชนิดดูดซับน้ำได้ดีจึงทำให้อุจจาระอ่อนนุ่มขับถ่ายง่าย ท้องไม่ผูก ลดโอกาสการเกิดโรค ริดสีดวงทวาร โรคผนังลำไส้โป่งพอง และมะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้เส้นใยอาหารยังสามารถดูดซับกากูโคสและ คอเลสเทอโรลบางส่วนไว้ไม่ให้ถูกดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ได้



รูป 5.4 พืชผักมีเชลลูโลสเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่



ไกลโคเจน (glycogen)

เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสจำนวนมากเชื่อมต่อกัน แต่ไกลโคเจนมีขนาดใหญ่กว่าแป้งและเซลลูโลสมาก มีโครงสร้างเป็นสายแบบกิ่ง ไกลโคเจนพบเฉพาะในคนและสัตว์เท่านั้น โดยปกติเมื่อบริโภคแป้งมากเกินไปจะมีปริมาณกลูโคสในเลือดมาก ร่างกายจะเปลี่ยนกลูโคสไปเป็นไกลโคเจนและเก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อและตับ

สมบัติบางประการของคาร์บอไฮเดรตแต่ละประเภทเป็นอย่างไร ศึกษาได้จาก กิจกรรม 5.1



กิจกรรม 5.1 สมบัติบางประการของคาร์บอไฮเดรต

1. ใส่สารละลายกลูโคส สารละลายซูโคส และน้ำแป้ง ลงในหลอดทดลองหlod ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ อย่างละ 5 cm^3
2. เติมสารละลายเบนедิกต์ลงในหลอดทดลองในข้อ 1 หlod ละ 2 cm^3 เขย่าให้สารในแต่ละหlod ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปอุ่นในน้ำร้อนเป็นเวลา 1 นาที บันทึกผล
3. แป้งสารในหลอดทดลองที่ 2 และ 3 จำนวนครึ่งหนึ่ง ใส่ลงในหลอดทดลองที่ 4 และ 5 ตามลำดับ
4. เติมสารละลายกรดไฮดรคลอริกความเข้มข้น 6 mol/dm^3 จำนวน 1 cm^3 ลงในหลอดทดลองที่ 4 และ 5 นำไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
5. ปรับ pH ของสารในหลอดทดลองที่ 4 และ 5 ให้เป็นกลางโดยหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 mol/dm^3 ลงไปทีละหยดและทดสอบความเป็นกลางด้วยกระดาษลิตมัส สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล



สารละลายกลูโคส สารละลายซูโคส และน้ำแป้ง เมื่อทดสอบกับสารละลายเบนедิกต์ ให้ผลเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



เมื่อนำสารละลายซูโคสและน้ำแป้งมาเติมสารละลายกรดไฮดรคลอริกแล้วปรับ pH ให้เป็นกลาง ผลการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างจากกลูโคสอย่างไร

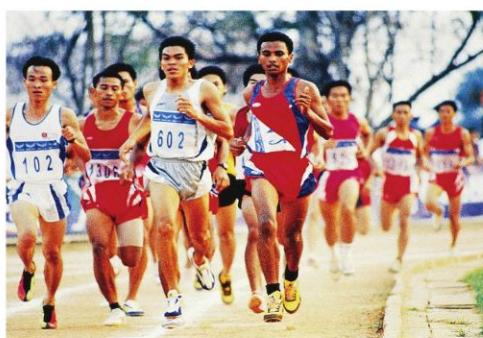
ผลจากกิจกรรม 5.1 พบว่ากลูโคสทำปฏิกิริยา กับสารละลายเบนเดนิดิกต์ได้ผลิตภัณฑ์เป็นตะกอนสีแดงอิฐของคอปเปอร์ (I) ออกไซด์ดังนั้นเราจึงสามารถใช้สารละลายเบนเดนิดิกต์ทดสอบหากกลูโคสได้ จากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมพบว่า มอนอแซกคาร์ไวร์ดและไดแซกคาร์ไวร์ด ส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยา กับสารละลายเบนเดนิดิกต์ได้ ยกเว้น ซูโครสซึ่ง สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้



รูป 5.5 ตะกอนสีแดงอิฐของ คอปเปอร์ (I) ออกไซด์

นักเรียนทราบแล้วว่า ซูโครสเป็นไดแซกคาร์ไวร์ดซึ่งประกอบด้วย กลูโคสและฟรักโทส ส่วนแบ่งเป็นพอลิแซกคาร์ไวร์ดที่เกิดจากกลูโคส จำนวนมากมาสร้างพันธะต่อกัน จากการทดลองทั้งสารละลายน้ำซูโครสและน้ำแบ่งไม่ทำปฏิกิริยา กับสารละลายเบนเดนิดิกต์ แต่เมื่อนำมาเติมกรดไฮโดรคลอริกแล้วปรับ pH ให้เป็นกลาง พบว่า มี ตะกอนสีแดงอิฐเกิดขึ้น แสดงว่าสารละลายกรดสามารถย่อยสลายพันธะในซูโครสได้เป็นกลูโคส และฟรักโทส ส่วนน้ำแบ่งเมื่อยูกย่อยสลายอย่างสมบูรณ์จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกลูโคส ซึ่งมอนอแซกคาร์ไวร์ด ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกิริยา กับสารละลายเบนเดนิดิกต์ได้

กลูโคสเป็นโมเลกุลเล็กที่สุดที่ร่างกายดูดซึมนำไประใช้ได้ทันที แต่อาหารจำพวกแบ่งหรือน้ำตาล ชนิดอื่นที่ไม่ใช่น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ร่างกายไม่สามารถนำไประใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ต้องย่อยสลายก่อน โดยจะใช้เอนไซม์อะมายลase (amylase) มอลเทส (maltase) และน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร จากนั้น กลูโคสจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก ส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในการสลายเป็นพลังงานให้เพียงพอ กับความต้องการในการประกอบกิจกรรมในแต่ละวัน อีกส่วนหนึ่งจะถูกลำเลียงไปเก็บไว้ที่ตับ เพื่อนำไประใช้ในการรักษา ระดับกลูโคสในเลือดและส่งไประเลียงสมอง ส่วนที่เหลือจะถูกเก็บสะสมไว้ในรูปของไกลโคเจน เมื่อร่างกายขาดแคลนพลังงาน ไกลโคเจนที่สะสมไว้จะถูกนำมาสลายเป็นกลูโคส ซึ่งทำปฏิกิริยา กับแก๊สออกซิเจน ที่เราหายใจเข้าไประเรียกว่า ปฏิกิริยาการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งมีขั้นตอนการเกิดที่ซับซ้อน แต่สุดท้ายจะได้ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานจำนวนหนึ่ง ดังปฏิกิริยา



รูป 5.6 พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายได้จาก การสลายสารคาร์บอไฮเดรตในร่างกาย



ทำไม่ก่อนการแข่งขัน นักกีฬาจึงควรบริโภคอาหารประเภทแป้งให้มากกว่าอาหารชนิดอื่น

การสลายกลูโคสในร่างกายเป็นกระบวนการที่ขับขึ้น และมีออร์โมนหล่ายชนิดเป็นตัวควบคุม ตัวอย่างเช่น อินซูลิน (insulin) เป็นออร์โมนที่มีหน้าที่ปรับกลูโคสในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ กล่าวคือ ถ้ามีกลูโคสในเลือดมาก อินซูลินจะช่วยกระตุ้นให้กลูโคสเปลี่ยนไปเป็นไกලโคเจน และเก็บสะสมไว้ที่ตับ และกล้ามเนื้อ ถ้าร่างกายขาดอินซูลินจะไม่เกิดการสร้างไกලโคเจนจากกลูโคส ปริมาณกลูโคสในเลือดจึงเพิ่มขึ้น ปริมาณส่วนที่เกินจะถูกขับออกทางปัสสาวะ ซึ่งคืออาการของโรคเบาหวาน ในกรณีที่อาการของโรครุนแรง แพทย์จะฉีดอินซูลินเข้าที่ใต้ผิวหนัง เพื่อกระตุ้นให้ร่างกายนำกลูโคสส่วนที่เกินไปใช้ ทำให้ปริมาณกลูโคสในเลือดลดลงชั่วคราว ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอาการหนัก จะต้องฉีดอินซูลินทุกวันไปตลอดชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งที่ทุกคนคงไม่อยากให้เกิดกับตัวเอง

นอกจากปฏิกริยาดังกล่าวข้างต้นแล้ว ปฏิกริยานึงที่น่าสนใจคือ ปฏิกริยาการหมัก เช่น การนำน้ำตาลก庾โคลนหรือฟรักร์โถสามารถมักกับยีสต์สายพันธุ์ที่เหมาะสม จะได้ออทิล-แอลกอฮอล์ดังปฏิกริยา



กระบวนการหมักน้ำจากจะใช้ยีสต์แล้วยังมีจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่เป็นสายพันธุ์เฉพาะที่สามารถนำไปหมักข้าว มันสำปะหลัง หรือผลไม้ชนิดต่างๆ เพื่อผลิตเป็นข้าวหมัก ไวน์ สุราแซ่ หรือเครื่องดื่มชนิดอื่นๆ ที่มีแหล่งออกซอล์

แอสปาร์เทม (aspartame)

เป็นสารให้ความหวานประมาณ 160 เท่าของน้ำตาลทราย ใช้เป็นน้ำตาลเทียมสำหรับผู้ต้องการลดความอ้วนและผู้ป่วยที่ต้องควบคุมปริมาณน้ำตาลในร่างกาย

แซ็คคาเริน (saccharin) หรือ
ขันทสก

เป็นสารให้ความหวานประมาณ 300 เท่าของน้ำตาลทรายนิยมใส่ในผลไม้ดองและผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม การใช้สารนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาพร้อมทั้งมีคำเตือนในฉลากว่า “การใช้ผลิตภัณฑ์นี้ อาจทำให้เป็นอันตรายได้เนื่องจากสารเชิงคานินทำให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง”



การดีมีเครื่องดื่มที่มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์สูงๆ มีประโยชน์และโทษต่อร่างกายอย่างไร



กิจกรรมเพิ่มเติม

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทำไวน์หรือสุรา เช่นพื้นบ้าน

5.2 ลิพิด

ลิพิดเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีราชุคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน เป็นองค์ประกอบหลัก ลิพิดที่นักเรียนคุ้นเคยเป็นอย่างดีคือ ไขมันและน้ำมัน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับ องค์ประกอบ โครงสร้าง ปฏิกิริยาบางชนิดและประโยชน์ของไขมันและน้ำมัน ตลอดจนลิพิดอื่นๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.2.1 ไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันเป็นสารประกอบที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ทุกชนิด และในเมล็ดพืช โดยเฉพาะในน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ องค์ประกอบและ โครงสร้างของไขมันและน้ำมันเป็นอย่างไร ศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้



รูป 5.7 แหล่งอาหารที่มีไขมัน

5.2.1.1 องค์ประกอบและโครงสร้างของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันเป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) เกิดจากการรวมตัว ของกรดไขมัน (fatty acid) 3 โมเลกุล กับกลีเซอรอล (glycerol) 1 โมเลกุล ไตรกลีเซอไรด์ที่เป็น ของแข็งที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า ไขมัน และที่เป็นของเหลวเรียกว่า น้ำมัน การที่ไขมันและน้ำมันมีสถานะ แตกต่างกันเนื่องจากมีชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกันนั่นเอง



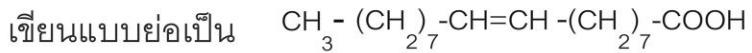
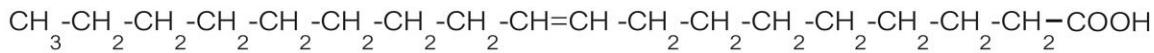
น้ำมันและไขมันมีโครงสร้างทางเคมีเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

กรดไขมันประกอบด้วยโซเดียมที่เกิดจากอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจน โดยที่อะตอมของ คาร์บอนอาจต่อ กันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมดหรือมีบางพันธะเป็นพันธะคู่ และมีปลายด้านหนึ่งเป็นหมู่ คาร์บอโคชิล (-COOH) ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด ตัวอย่างเช่น กรดโอลิอิกและกรดสเตียริก มีสูตรโครงสร้างดังนี้

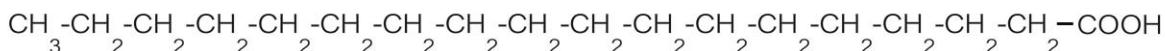


ไตรกลีเซอไรด์

กรดโอลีอิก



กรดสเตียริก



สูตรโครงสร้างของกรดไขมันทั้งสองชนิดเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

กรดไขมันในธรรมชาติแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ **กรดไขมันอิ่มตัว** (saturated fatty acid) และ **กรดไขมันไม่อิ่มตัว** (unsaturated fatty acid) ตัวอย่างกรดไขมันอิ่มตัว เช่น กรดสเตียริก กรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอลีอิก นักเรียนจะสามารถบอกได้ว่า น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่ากัน ศึกษาจากตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ ในน้ำมันปาล์ม

ชนิดน้ำมัน	กรดไขมันอิมเด็ต (ร้อยละ)			กรดไขมันไม่อิมเด็ต (ร้อยละ)		
	ลอริก $C_{11-23} CO_2 H$ (mp 44 °C)	ไมรีสิติก $C_{13-27} CO_2 H$ (mp 54 °C)	ปาล์มิติก $C_{15-31} CO_2 H$ (mp 63 °C)	สเตียริก $C_{17-35} CO_2 H$ (mp 70 °C)	โอดีอก $C_{17-33} CO_2 H$ (mp 16 °C)	ไฮโนแลพิก $C_{17-31} CO_2 H$ (mp -5 °C)
น้ำมันมะพร้าว	22.7	11.5	19.0	26.0	8	7.9
น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะพร้าว	43.8	23.4	13.6	9.6	4.3	2.3
น้ำมันถั่วเหลือง	-	-	12.7	41.1	3.7	36.6
น้ำมันถั่ว น้ำมันถั่วเหลือง	-	0.3	17.6	40.3	2.1	32.1
	-	-	10.5	3.4	26.0	46.9
						6.1

หมายเหตุ

mp (melting point) หมายถึง จุดหลอมเหลว
ของไขมันที่เป็นกรดไขมันแบบเดียว
น้ำมันแต่ละชนิดยังมีองค์ประกอบต่างๆ ที่แตกต่างกัน ไขมันไม่อิมเด็ตจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า จุดที่น้ำ



เมื่อนำน้ำมันชนิดต่างๆ ในตาราง 5.1 แขวนตู้เย็น น้ำมันชนิดใดจะแข็งตัวเป็นไข่ เพราะเหตุใด



จากข้อมูลกรดไขมันไม่อิ่มตัว 3 ชนิดในตาราง 5.1 นักเรียนคิดว่า กรดชนิดใดมีพันธะคู่มากที่สุดและกรดชนิดใดมีพันธะคู่น้อยที่สุด อธิบายประกอบ

ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันพีชและน้ำมันสัตว์นักเรียนจะทำได้อย่างไร ศึกษาจากข้อมูลต่อไปนี้

จากการทดลองศึกษาการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันพีชหรือน้ำมันสัตว์บางชนิดกับสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีนได้ข้อมูลดังตาราง 5.2

ตาราง 5.2 ปริมาณสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีนที่ใช้ทำปฏิกิริยา กับน้ำมันบางชนิด

ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีน
น้ำมันถั่วเหลือง	12
น้ำมันดอกทานตะวัน	15
น้ำมันหมู	1



จากข้อมูลจะเห็นว่าน้ำมันแต่ละชนิดทำปฏิกิริยา กับสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีนในปริมาณที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

ไอโอดีนสามารถทำปฏิกิริยา กับพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนกับคาร์บอน เกิดเป็นสารใหม่ที่ไม่มีสี ดังนั้นในกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่มาก ก็จะใช้ปริมาณสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีนมาก จากข้อมูลพบว่าจำนวนหยดของทิงเจอร์ไอโอดีนที่ใช้ในน้ำมันสัตว์น้อยกว่าในน้ำมันพีช แสดงว่าในน้ำมันสัตว์มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่าในน้ำมันพีช



นักเรียนคิดว่า ไขมันในร่างกายเรา ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดใด

ไขมันและน้ำมันแต่ละชนิดประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ร่างกายของคนและสัตว์สามารถสังเคราะห์ได้เอง กรดไขมันที่พบโดยทั่วไปในร่างกายมีนูนช์คือ กรดสเตียริก กรดปาล์มิติก และกรดโอลีโอลิค สำหรับกรดไขมันอีกกลุ่มนึงที่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนตั้งแต่ 2 ตำแหน่ง ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้ ต้องได้รับจากสารอาหารเท่านั้น เรียกกรดไขมันประเภทนี้ว่า กรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) ได้แก่ กรดไลโนเลอิก และกรดไลโนเลนิก เป็นต้น ในเด็กทารกที่ขาดกรดไขมันจำเป็นอาจก่อให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบได้ง่าย ทำให้ผิวนังหลุดลอก เป็นสาเหตุที่ทำให้ติดเชื้อง่ายและบาดแผลหายช้า กรดไขมันจำเป็นมีมากในเมล็ดพืชชนิดต่างๆ ดังแสดงในตาราง 5.3

ตาราง 5.3 ปริมาณกรดไขมันจำเป็นในเมล็ดพืชบางชนิด

ชนิดของเมล็ดพืช	กรดไขมันจำเป็น (ร้อยละ)
เมล็ดดอกคำฝอย	74
เมล็ดดอกทานตะวัน	63
เมล็ดข้าวโพด	55
เมล็ดถั่วเหลือง	52
เมล็ดงา	44



รูป 5.8 เมล็ดพืชชนิดต่างๆ

5.2.1.2 ปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน

ไขมันหรือน้ำมันเมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนที่ความดันสูง และมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม เช่น โลหะแพลทินัม (Pt) กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่อยู่ในไขมันหรือน้ำมันนั้นจะเปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิ่มตัวได้

หลักการดังกล่าวนำไปใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตเนยเทียม (มาการีน) โดยนำน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมา ไปเติมไฮโดรเจนจนกล้ายเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีสภาพแข็งขึ้น และการผลิตครีมเทียมซึ่งทำมาจากน้ำมันของเมล็ดปาล์ม โดยผสมสารปูรุ่งแต่งอื่นๆ และผ่านกระบวนการรัตต่างๆ จนในที่สุดเมื่อระเหยน้ำออกหมด จะได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งเป็นผง



รูป 5.9 ผลิตภัณฑ์มีเนยเทียมเป็นองค์ประกอบ

น้ำมันที่เก็บไว้นานๆ หรือได้รับความร้อนสูงจะเกิดการสลายตัวอย่างช้าๆ กลậyเป็นกลีเซอโรลและกรดไขมัน เมื่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เกิดจากการสลายตัวของน้ำมัน ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศจะเกิดเป็นสารใหม่ที่มีกลิ่นเหม็นหืน ในน้ำมันหลายชนิดมีวิตามิน E ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวแต่ปริมาณไม่มากพอ ดังนั้นในอุดสาಹกรรมการผลิตน้ำมันพืช จึงเติมวิตามิน E เพิ่มเข้าไป เพื่อช่วยชะลอการเกิดกลิ่นเหม็นหืนในน้ำมัน



รูป 5.10 น้ำมันที่ผ่านการทอดหลายครั้ง



1. นักเรียนคิดว่าระหว่างน้ำมันสัตว์กับน้ำมันพืช น้ำมันชนิดใดเหม็นหืนง่ายกว่ากัน เพราะเหตุใด
2. นักเรียนมีวิธีการใดที่จะช่วยชะลอการเหม็นหืนของน้ำมันที่ใช้ในครัวเรือน
3. เหตุใดนักโภชนาการจึงไม่แนะนำให้บริโภคอาหารทอด ที่ใช้น้ำมันเก่าทอดซ้ำๆ

5.2.1.3 ประโยชน์และโทษของไขมันและน้ำมัน

ไขมันเป็นสารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตที่จะขาดไม่ได้ เพราะช่วยป้องกันการกระแทก ป้องกันการสูญเสียความร้อนของร่างกาย ช่วยให้ร่างกายอบอุ่น ป้องกันการสูญเสียน้ำ ทำให้ผิวนังซุ่มชื่นไม่หยาบกร้านช่วยให้ผมและเล็บมีสุขภาพดี และช่วยละลายวิตามินหล่ายชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่นวิตามิน A D E และ K ในกรณีที่ร่างกายได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ กับพลังงานที่ต้องการใช้ ร่างกายจะนำไขมันที่สะสมไว้มาอยู่ถ่าย เพื่อให้ได้พลังงานตามความต้องการ

การรับประทานอาหารที่มีไขมันมากเกินกว่าพัลส์งานที่ร่างกายต้องการ ร่างกายจะนำสารอาหารส่วนที่เหลือสะสมไว้ใต้ผิวหนังและอวัยวะต่างๆ ซึ่งถ้าสะสมมากขึ้นอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคอ้วน

ปัจจุบันในชุมชนของเมืองใหญ่ๆ มีอาหารประเภทเงื่องด่วนที่เด็กและกลุ่มวัยรุ่นนิยมรับประทานอาหารดังกล่าวมากทำจากเนื้อสัตว์ที่มีไขมันหรือมีส่วนประกอบที่มีไขมันค่อนข้างสูง จึงควรระมัดระวังในการบริโภคเพื่อไม่ให้ร่างกายได้รับไขมันมากเกินไป

 นักเรียนคิดว่า วัยรุ่นที่นิยมรักษาสุขภาพร่างให้ผอมบางปราชจากไขมัน มีโอกาสขาดวิตามินหรือไม่ เพราะเหตุใด

นอกจากไขมันและน้ำมันแล้ว ยังมีลิพิดชนิดอื่นอีก เช่น คอเลสเตอรอล และไข ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากหัวข้อต่อไปนี้

5.2.2 คอเลสเตอรอล

คอเลสเตอรอลเป็นสารที่พบในเลือดและส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยเป็นสารเริ่มต้นในการสร้างchoromoneเพศทุกชนิด สร้างน้ำดี สร้างสารพากสเตอโรลที่อยู่ใต้ผิวหนังซึ่งเปลี่ยนไปเป็นวิตามินดี เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ และเป็นอนวนของเส้นประสาทต่างๆ ร่างกายสามารถสังเคราะห์คอเลสเตอรอลได้เอง แต่มีปริมาณไม่เพียงพอ จึงต้องได้รับเพิ่มจากอาหารประเภทไข่แดง เครื่องในสัตว์ และอาหารทะเลซึ่งมีปริมาณคอเลสเตอรอลค่อนข้างสูง



รูป 5.11 อาหารทะเลที่มี
คอเลสเตอรอลสูง

น้ำหนักอาหาร (100 กรัม)	ปริมาณของคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)
ไข่ไก่หั้งฟอง	427
ตับไก่	336
หมึกคล้าย	251
หอยนางรม	231
กุ้งกุลาดำ	175

ถ้ารับประทานอาหารที่มีกรดไขมันอิมตัวมากๆ ไขมันบางส่วนจะรวมตัวกับคอเลสเตอรอลในเลือด และเมื่อเกะตามผนังหลอดเลือดจะทำให้เกิดการอุดตัน ซึ่งเป็นอันตรายมาก เพราะหากไปอุดตันในหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจ ก็จะทำให้เกิดโรคหัวใจขาดเลือด หรือถ้าอุดตันในหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงสมอง จะทำให้เป็นอัมพาตได้ การรับประทานกรดไขมันจำเป็นโดยเฉพาะกรดไขโนเลอกิก ในปริมาณที่เพียงพอและหลีกเลี่ยงอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง พร้อมทั้งออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดอุดตันซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของ การเกิดโรคหัวใจและอัมพาตดังกล่าวข้างต้น

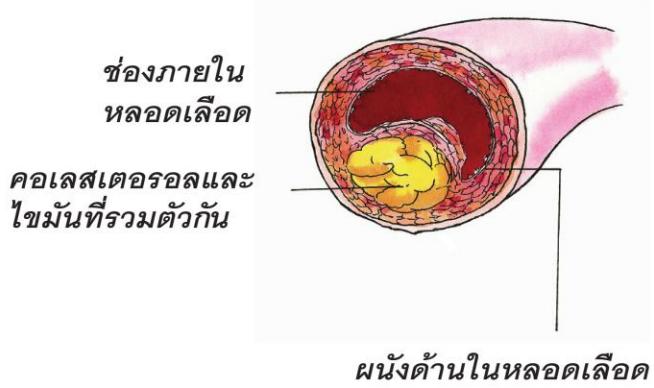
5.2.3 ไข

ไข เป็นลิพิดที่พบทั้งในพืชและสัตว์บางชนิด เช่น ไขที่เคลือบอยู่ที่ผิวของผลไม้ ใบไม้ และก้านทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำของพืช ป้องกันการทำลายจากเชื้อราและศัตรูพืชขนาดเล็ก ส่วนไขที่พบในสัตว์ส่วนใหญ่จะเคลือบอยู่ที่ผิวนังและไข ที่เห็นได้ชัดคือ ไขที่เคลือบอยู่บนขนนกและขนเป็ด ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เปียกน้ำ

ไขอื่นๆ ที่ควรรู้จักได้แก่ ไข่ฟันที่ได้จากการฟันฟัน และไขครัวนูบที่ได้จากตันปาล์มบรากซิล ไขทั้ง 2 ชนิดนี้ นำมาทำเป็นวัสดุที่ใช้เคลือบผิวของเฟอร์นิเจอร์ รถยนต์ และพื้น ไขโจjoba ที่ได้จากเมล็ดโจjoba ใช้ทำเทียนไขและส่วนประกอบของเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก ไขลาโนลินที่ได้จากไขสัตว์ใช้ผสมในสบู่ และครีมทาผิว เพื่อสร้างความชุ่มชื้นและอ่อนนุ่มแก่มือและผิวภายนอก

5.3 โปรตีน

โปรตีนเป็นสารประกอบที่ไม่เลกูลมีขนาดใหญ่มากและมีโครงสร้างชั้นชั้non เป็นองค์ประกอบในส่วนต่างๆ ของร่างกายตั้งแต่เส้นผมบนศีรษะจนถึงปลายเล็บเท้า โปรตีนจึงเป็นสารอาหารที่จำเป็นมากสำหรับมนุษย์ โปรตีนช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ช่วยในการเจริญเติบโต รักษาสมดุลของน้ำและของกรด-เบส เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และฮอร์โมนที่ช่วยให้ระบบต่างๆ ในร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างภูมิคุ้มกัน เป็นส่วนประกอบสำคัญของเลือดในร่างกาย โปรตีนยังเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่เราในการประกอบกิจกรรมต่างๆ จะทราบได้อย่างไรว่า อาหารที่รับประทานมีสารโปรตีนหรือไม่ ศึกษาได้จากกิจกรรมต่อไปนี้



รูป 5.12 คอเลสเตอรอลและไขมัน
จับอยู่ภายในผนังหลอดเลือด



กิจกรรม 5.2 การทดสอบโปรตีนในอาหาร

- ใส่ไข่ขาวดิบ 1 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติมสารละลายน้ำเดียวมายา卓加ไฮดรอกไซด์ 2.5 mol/dm^3 จำนวน 1 cm^3
- เติมสารละลายคอปเปอร์ (II) ชัลเฟต 0.1 mol/dm^3 ลงไป 5 หยด สังเกต และบันทึกการเปลี่ยนแปลง
- ทำการทดลองซ้ำในข้อ 1 และ 2 แต่ใช้อาหารอื่นๆ ที่นักเรียนสนใจ เช่นนมถั่วเหลือง นมสด น้ำมันพืช ข้าวเจ้าบดละเอียด เป็นต้น สังเกตและบันทึกผล

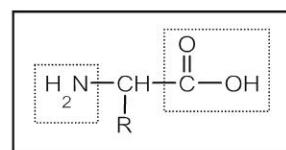


- อาหารที่นำมาทดสอบเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- อาหารชนิดใดบ้างที่มีโปรตีน ทราบได้อย่างไร

จากกิจกรรม 5.2 พบร้าอาหารที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบจะเกิดปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ชัลเฟต ในสภาพที่เป็นเบส ให้สารที่มีสีม่วงหรือชมพู เรียกการทดสอบนี้ว่า การทดสอบไบบูลูเรต

5.3.1 องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรตีน

โปรตีนประกอบด้วยหน่วยย่อย คือ กรดอะมิโน (amino acid) โครงสร้างของกรดอะมิโนประกอบด้วยหมู่อะมิโน ($-\text{NH}_2$) ซึ่งมีสมบัติเป็นเบส และหมู่คาร์บอคิล (-COOH) ซึ่งมีสมบัติเป็นกรดดังรูป 5.13 โดยกรดอะมิโนแต่ละชนิดจะต่างกันที่หมู่ R โปรตีนเกิดจากการอะมิโนจำนวนมากกว่า 50 หน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีที่เกิดจากหมู่คาร์บอคิลของโมเลกุลหนึ่งกับหมู่อะมิโนของอีกโมเลกุลหนึ่ง ดังแสดงในรูป 5.14 พันธะที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลของกรดอะมิโนเรียกว่า พันธะเพปไทด์ (peptide bond)

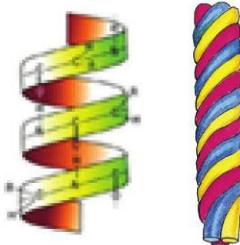


รูป 5.13 โครงสร้างทั่วไปของกรดอะมิโน

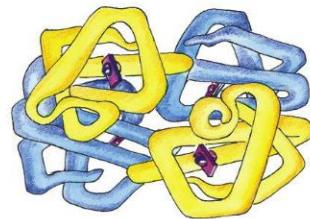


รูป 5.14 พันธะเพปไทด์และโมเลกุลของโปรตีนที่เกิดจากการอะมิโนชนิดเดียวกัน

ในร่างกายคนเรามีโปรตีนหลายชนิดและอาจมีโครงสร้างแตกต่างกัน เช่น โปรตีนที่อยู่ในเซลล์เม็ดเลือดแดงคือ ฮีโมโกลบินมีโครงสร้างเป็นก้อน โปรตีนที่อยู่ในเล็บ ผนและขนคือ เคราตินมีโครงสร้างเป็นเกลียว 3 เส้นพันรวมกัน ดังรูป 5.15



โครงสร้างแบบเกลียวในเคราติน



โครงสร้างแบบก้อนในฮีโมโกลบิน

รูป 5.15 โครงสร้างของโปรตีนบางชนิด

โครงสร้างของโปรตีนแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของโปรตีนนั้นๆ และเมื่อโปรตีนได้รับความร้อนหรือสัมผัสกับสารละลายกรด-เบส หรือ ไอออนของโลหะหนัก โครงสร้างของโปรตีนจะถูกทำลายทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพไปไม่สามารถทำงานได้เหมือนเดิม เรียกว่ากระบวนการนี้ว่า การแปลงสภาพโปรตีน (denaturation of protein)



รูป 5.16 ไข่ได้รับความร้อนทำให้โปรตีนถูกแปลงสภาพ



ในการปรุงอาหารที่ทำด้วยเนื้อสัตว์โดยใช้ความร้อนหรือการบีบมานะจะทำให้โปรตีนแปลงสภาพหรือไม่ เพราะเหตุใด

การให้ความร้อนเป็นการทำให้โปรตีนแปลงสภาพไป เช่น ไข่ไก่ดิบมีสภาพเป็นของเหลว เมื่อหยอดหรือต้มโปรตีนในไข่เกิดการแข็งตัว ส่วนการบีบมานะซึ่งเป็นการคลายในเนื้อสัตว์มีผลให้โปรตีนกลายเป็นโมเลกุลที่มีประจุบวกหรือลบ ซึ่งสามารถจับกับไอออนอื่นที่มีประจุตรงข้ามได้ ทำให้โปรตีนรวมกันเป็นก้อนแข็งทั้งสองกรณีนี้เรียกว่าโปรตีนเกิดการแปลงสภาพ ส่วนสมบัติทางกายภาพและทางเคมีอื่นๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป ต้องใช้วิธีการตรวจสอบโดยละเอียด ซึ่งจะไม่กล่าวในที่นี้

5.3.2 โปรตีนในร่างกาย

โปรตีนในธรรมชาติประกอบด้วยกรดอะมิโนที่แตกต่างกันอย่างมากมาย ความแตกต่างของชนิดลำดับการเรียงตัว และสัดส่วนที่รวมตัวกันของกรดอะมิโนเหล่านั้น ทำให้เกิดเป็นโปรตีนมากมายหลายล้านชนิด มีกรดอะมิโนอยู่ 20 ชนิดซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย แต่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้เองเพียง 12 ชนิด อีก 8 ชนิดต้องได้จากอาหาร ได้แก่ ไอลีน ทรีโอนีน ไอโซලิวิน ลิวีน ทริปโตเฟน เวลีน เมไทโอนีน พีนิลอะลาನีน จึงเรียกกรดอะมิโนทั้ง 8 ชนิดนี้ว่า กรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acids) สำหรับเด็กทารกต้องการอาชีวะนีนและอีสติดีน เพิ่มเติม

โปรตีนแต่ละชนิดในร่างกายมีหน้าที่การทำงานที่เฉพาะเจาะจง หากเกิดการสับเปลี่ยนของกรดอะมิโนเพียงตำแหน่งเดียว จะทำให้หน้าที่การทำงานของโปรตีนเปลี่ยนไป ตาราง 5.4 แสดงประเภทของโปรตีนบางชนิดในร่างกายมุชย์ที่จำแนกตามหน้าที่ต่างๆ กัน

ตาราง 5.4 ประเภทและหน้าที่ของโปรตีนบางชนิดในร่างกายมุชย์

ตัวอย่างของโปรตีน	หน้าที่
ชูเครส	ย่อยสลายชูเครส
ทริปชิน	ย่อยสลายโปรตีน
คอลลาเจน	สร้างเอ็นและกระดูกอ่อน
เคราติน	สร้างผิว ขน ผิวนัง และเล็บ
ไฮโมกลบิน	ลำเลียงออกซิเจน
อินซูลิน	เพิ่มประสิทธิภาพการเผาผลาญกลูโคสในร่างกาย
ฮอร์โมนเจริญเติบโต	ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตอย่างปกติ
อิมมูโนglobulin	ภูมิคุ้มกัน



1. นักเรียนคิดว่าถ้าร่างกายมีไฮโมกลบินน้อยกว่าระดับมาตรฐานจะเป็นอย่างไร
2. ถ้านักเรียนขาดอิมมูโนglobulin จะเป็นอย่างไร
3. ความต้องการโปรตีนของร่างกายขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง เพราะเหตุใด

ในวันหนึ่งๆ ร่างกายของคนแต่ละวัยต้องการโปรตีนในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน เช่นเด็กอ่อน อายุ 3–12 เดือน ต้องการโปรตีนสูงกว่าวัยอื่น รองลงมาคือเด็กวัย 1–6 ปี 7–12 ปี และ 13–20 ปี ตามลำดับ ดังข้อมูลในตาราง 5.5 ส่วนใหญ่มีครัวเรือนและมารดาให้นมบุตรต้องการโปรตีนในปริมาณที่มากกว่า หญิงปกติทั่วไป นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวและเพศด้วย

ตาราง 5.5 ปริมาณโปรตีนโดยประมาณ สำหรับเด็กวัยต่างๆ

อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณโปรตีนที่กำหนด (กรัม/วัน)
3 – 12 เดือน	X	2X
1 – 6	X	1.5X
7 – 12	X	1.2X
13 – 20	X	

เด็กและทารกที่อยู่ในวัยเจริญเติบโต หากได้รับโปรตีนไม่เพียงพอจะเกิดภาวะการขาดโปรตีน ถ้าขาดสารโปรตีนอย่างรุนแรงจะมีลักษณะพุ่งโร กันปอด กล้ามเนื้อลีบเล็กเจริญเติบโตช้า น้ำหนักไม่ได้เกณฑ์ ผอมแห้งแดงและขาดง่าย มีการบวมน้ำ ภูมิคุ้มกันต่ำ อ่อนล้า เชื่องซึม ฉุนเฉียวนะ ไกรจรจ่าย เป็นต้น

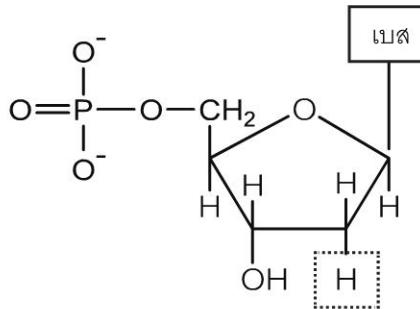


รูป 5.17 ทารกที่ขาดโปรตีน

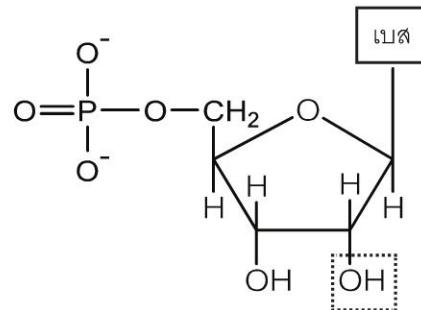
5.4 กรณีคลื่อ

สารชีวโมเลกุลที่สำคัญยิ่งอีกชนิดหนึ่งคือ กรณีคลีอิก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กรณีดีอ็อกซีโรบินิคลีอิก (deoxyribonucleic acid) เรียกว่า DNA ส่วนใหญ่พบอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม กรณีคลีอิกอีกชนิดหนึ่งคือ กรณีโรบินิคลีอิก (ribonucleic acid) เรียกว่า RNA พบทว่าไปในนิวเคลียสและไซโทพลาซึม มีหน้าที่หลักในการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ ทั้ง DNA และ RNA เป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่มาก เกิดจากการรวมตัวกันของหน่วยย่อย ที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์

นิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยประกอบด้วย 3 ส่วน คือโมเลกุลของน้ำตาลไรโบส เปสที่มีในตอรเจน เป็นองค์ประกอบ และหมู่ฟอสเฟต



นิวคลีโอไทด์ของ DNA



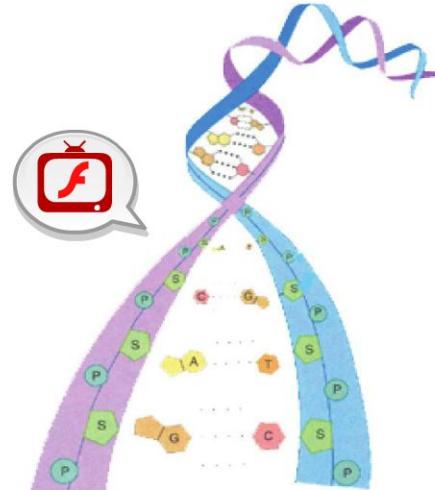
นิวคลีโอไทด์ของ RNA

รูป 5.18 โครงสร้างนิวคลีโอไทด์ของ DNA และ RNA

เมื่อพิจารณารูป 5.18 จะเห็นว่า ชนิดของน้ำตาลไรโบสในนิวคลีโอไทด์ของ DNA และ RNA แตกต่างกัน โดยนิวคลีโอไทด์ของ DNA ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส ส่วนนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส

โครงสร้างของ DNA ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์สายยาว สองสายพันกันเป็นเกลียว สายทั้งสองทางเกี่ยวกันด้วยคู่เบสที่เอนพาเจาะลง ส่วนโครงสร้างของ RNA เป็นนิวคลีโอไทด์สายยาว เพียงสายเดียว

องค์ประกอบ โครงสร้าง หน้าที่และการทำงานของกรดนิวคลีอิกในสิ่งมีชีวิตเป็นเรื่องขับข้อน เนื่องจากขั้นตอนยุ่งบัดจัด หลายอย่าง ซึ่งจะไม่ขอกล่าวในที่นี้



รูป 5.19 โครงสร้างของ DNA

สารชีวโมเลกุลที่กล่าวมาแล้วทั้ง 4 ชนิด คือ ไขมัน โปรตีน คาร์บอไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงอยู่อย่างปกติสุขของสิ่งมีชีวิต หากความสมดุลของสารดังกล่าว เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือผิดปกติไป อาจก่อให้เกิดการเจ็บป่วย โดยอาจเกิดความผิดปกติเกี่ยวกับการเจริญเติบโต หรือความผิดปกติเกี่ยวกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ดังนั้น ในแต่ละวันนักเรียนควรบริโภคอาหาร ให้ได้สารอาหารครบและเป็นสัดส่วนที่พอเหมาะสม เพื่อเสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรงและเจริญเติบโต ได้ตามปกติ อีกทั้งควรหลีกเลี่ยงจากอาหารที่เป็นพิษและสารเสพติดที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนั้นการดื่มน้ำสะอาด ออกกำลังกาย และพักผ่อนให้เพียงพอตามวัยจะช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายแข็งแรงมีจิตใจและอารมณ์แจ่มใสตลอดเวลา

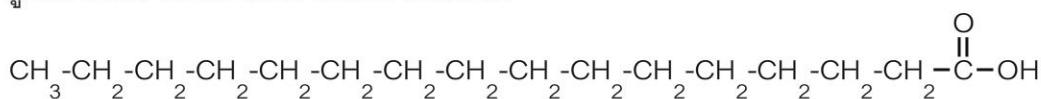


แบบฝึกหัดท้ายบท

- จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงระบุประเภทของคาร์บอไฮเดรตว่าเป็นมอนอแท็กคาโรด์ ไดแท็กคาโรด์ หรือพอลิแท็กคาโรด์
 - แลกโทส (เมื่อถูกย่อยสลายได้ผลิตภัณฑ์เป็นกาแลกโทสและกลูโคส)
 - ไกลโคเจน (เกิดจากกลูโคสหลายแ森โมเลกุลมาเชื่อมต่อกัน)
- มีสารตัวอย่างจำพวกคาร์บอไฮเดรตอยู่ 3 ชนิด คือ A B และ C เมื่อนำมาย่อยด้วยเอนไซม์ อะไมเลสและตั้งไว้เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปทดสอบด้วยสารละลายเบนเดิกต์ได้ผลดังตาราง นักเรียนคิดว่าสารใดคือเซลลูโลส

สารตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมสารละลายเบนเดิกต์
A	ไม่เปลี่ยนแปลง
B	ตะกอนสีแดงอิฐ
C	ตะกอนสีแดงอิฐ

- ไขมันและน้ำมันแตกต่างกันอย่างไร
- กรดไขมันอิมตัวและไม่อิมตัวมีองค์ประกอบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- สูตรโครงสร้างของกรดปาล์มิติก เป็นดังนี้



จากสูตรโครงสร้างของกรดปาล์มิติก จงตอบคำถามต่อไปนี้

- กรดปาล์มิติกเป็นกรดไขมันประเภทใด
 - กรดปาล์มิติกมีสถานะใด ณ อุณหภูมิห้อง
- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและ pH มีผลต่อโปรตีนอย่างไร

7. จับคู่ชนิดของโปรตีนและหน้าที่ให้ถูกต้อง

โปรตีน	หน้าที่
.....7.1 อีโมโนกลูบิน	ก. ย่อยสลายอาหารประเภทโปรตีน
.....7.2 คอลลาเจน	ข. เป็นภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย
.....7.3 ทริปซิน	ค. ขนส่งสารที่จำเป็นไปทั่วร่างกาย
.....7.4 อิมมูโนโกลบูลิน	ง. เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างของร่างกาย

8. นิวเคลียตีดีประกอบด้วยหน่วยย่อยใดบ้าง และนิวเคลียตีของ DNA และ RNA เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

9. จงอธิบายเปรียบเทียบโครงสร้างของ DNA และ RNA

ເອກສາຣວ້າງວົງ

1. ສັນເຊີມກາຮສອນວິທຍາສາສຕ່ລະເທດໃນໂລຍື, ສຕາບັນ ມັນສືອເຮືຍນສາຮະກາຮເຮືຍນຮູ້ພື້ນຖານ ສາຮແລະສມບັດຂອງສາຮ ພິມພົກຮ້າງທີ 1 ; ກຽງເທພະ : ໂງພິມພົກສະກາລາດພວ່າງ, 2546.
2. ສັນເຊີມກາຮສອນວິທຍາສາສຕ່ລະເທດໃນໂລຍື, ສຕາບັນ ມັນສືອເຮືຍນສາຮະກາຮເຮືຍນຮູ້ພື້ນຖານ ແລະເພີ່ມເຕີມ ເຄມີ ເລີ່ມ 1 ພິມພົກຮ້າງທີ 8 ; ກຽງເທພະ : ໂງພິມພົກສກສະກ. ລາດພວ່າງ, 2550.
3. ສັນເຊີມກາຮສອນວິທຍາສາສຕ່ລະເທດໃນໂລຍື, ສຕາບັນ ມັນສືອເຮືຍນສາຮະກາຮເຮືຍນຮູ້ພື້ນຖານ ແລະເພີ່ມເຕີມ ເຄມີ ເລີ່ມ 3 ພິມພົກຮ້າງທີ 6 ; ກຽງເທພະ : ໂງພິມພົກສກສະກ. ລາດພວ່າງ, 2550.
4. ສັນເຊີມກາຮສອນວິທຍາສາສຕ່ລະເທດໃນໂລຍື, ສຕາບັນ ມັນສືອເຮືຍນສາຮະກາຮເຮືຍນຮູ້ພື້ນຖານ ແລະເພີ່ມເຕີມ ເຄມີ ເລີ່ມ 5 ພິມພົກຮ້າງທີ 4 ; ກຽງເທພະ : ໂງພິມພົກສກສະກ. ລາດພວ່າງ, 2550.
5. Atkins, P.W. and Jones, L.L. *Chemical Principles: The Quest for Insight*. 3rd ed.; New York : W.H. Freeman and Company, 2005.
6. Averill, B. and Eldredge, P. *Chemistry: Principles, Patterns, and Applications*. San Francisco : Pearson Education, Inc., 2007.
7. Aylward, G.H. and Findlay, T. *SI Chemical Data*. 5th ed.; Queensland : John Wiley & Sons Australia Ltd., 2002.
8. Chang, R. *Chemistry*. 9th ed.; New York : The McGraw-Hill Companies, Inc., 2007.
9. Timberlake, K.C. *Chemistry: Structures of Life*. San Francisco : The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc., 2002.
10. Zumdahl, S.S. *Chemistry Principles*. 2nd ed.; Massachusetts : D.C. Heath and Company, 1995.

คณ:กรรมการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ปรับปรุงมาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งคณะกรรมการที่ดำเนินการจัดทำและปรับปรุงหลักสูตรประกอบด้วย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

คณ:กรรมการดำเนินงานจัดทำหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน สารและสมบัติของสาร (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

นางดวงสมร คล่องสาوا

นายไชยยันต์ ศรีโชค

นายวงศ์วรรค ศรีสาคร

นายโชคชัย อัศวินชัย

นางสาวรัชนี วุฒิภักดี

นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ

นางสุจิตรา ศรีสวัสดิ์พิพัฒน์

นายวัฒน วัฒนาภูล

นางสาวชนพรรณ ชาลี

นายไพรัตน์ วงศ์ภักดี

นางสาวสติยา ลังกาวีพินธ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กบปรึกษา

รศ.ดร.พีญา อุਮติวิฒน์

ดร.พิศาล สร้อยดุ๊หร่า

ดร.สุนีย์ คล้ายนิล

ดร.ประมวล ศรีผันแก้ว

นางนันทิยา บุญเคลื่อน

นักวิชาการอิสระ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รศ.ดร.พีญา อุมติวิฒน์

รศ.ดร.วัชรินทร์ รุกข์ไชยศรีภูล

ดร.สุนีย์ คล้ายนิล

นักวิชาการอิสระ

คณ:วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะบรรณาธิการ

รศ.ดร.พีญา อุมติวิทัมโน

ดร.ประมวล ศิริผัնแก้ว

นางนันทิยา บุญเคลื่ือบ

นางดวงสมรา คล่องสาขา

นักวิชาการอิสระ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะทำงานฝ่ายเสริมวิชาการ

สาขาวิชาออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณะกรรมการดำเนินงานจัดทำหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน เคเม

นางนันทวรรณ หรรษาเวก

นางสาวสุพรรณี ชาญประเสริฐ

นางสุทธาทิพย์ หวังอำนวยพร

นางกมลวรรณ พฤติไนนทกุล

นางสาวศิริวัตน์ พริกสี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะบรรณาธิการ

ผศ.ดร.จินดา แต้มบรรจง

รศ.ดร.สุกฤษ ตันตราวงศ์

รศ.เกชร พะลัง

นางนันทวรรณ หรรษาเวก

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

นักวิชาการอิสระ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณ:กรรมการพิจารณาหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน เคมี (ฉบับร่าง)

นางจินดา แต้มบรรจง
นางวรภรณ์ พาราสุข
นางสาวสายสุนีย์ แรมรุทธิ์
นางสาวสมศรี เที่ยกสาด
นางสาวศศินี อังกานนท์
นางวิลาสินี อกนธ์กำแหง
นายเจษฎา เนตรส่งว่างวิชา
นางนิรมล ปราบแสง
นางสุภาพ เมืองเหนือ
นางชนิดาภา ม่วงมี
นางชัญญา พรมคุณการ
นางนันทวรรณ หรรษาเวก
นางสุทธาทิพย์ หวังอำนวย
นางกมลวรรณ พฤฒินันทกุล
นางสาวศิริรัตน์ พริกสี

มหาวิทยาลัยคริสต์วิโรฒ ประสานมิตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โรงเรียนสตวิทยา
โรงเรียนวัดสุทธิวราราม
โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
โรงเรียนสาระบุรีวิทยาคม
โรงเรียนทุ่งแฟกพิทยาคม
โรงเรียนโชคชัยสามัคคี
โรงเรียนชนบทศึกษา
โรงเรียนกาญจนากิจกิจวิทยาลัย อุทัยธานี
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



พิมพ์โดยโรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว นายสมมาต์ วีศิลป์ ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา พ.ศ. 2556



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

สำนักงานกิจกรรมพัฒนาฯ
พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สุกสาน, ลาดพร้าว
นายสันติภพ อินทรพัฒน์ ยุทธินพและรุ่งโรจน์
๕๖๐๐๐๓๐ www.suksapan.or.th

