



# เคมี

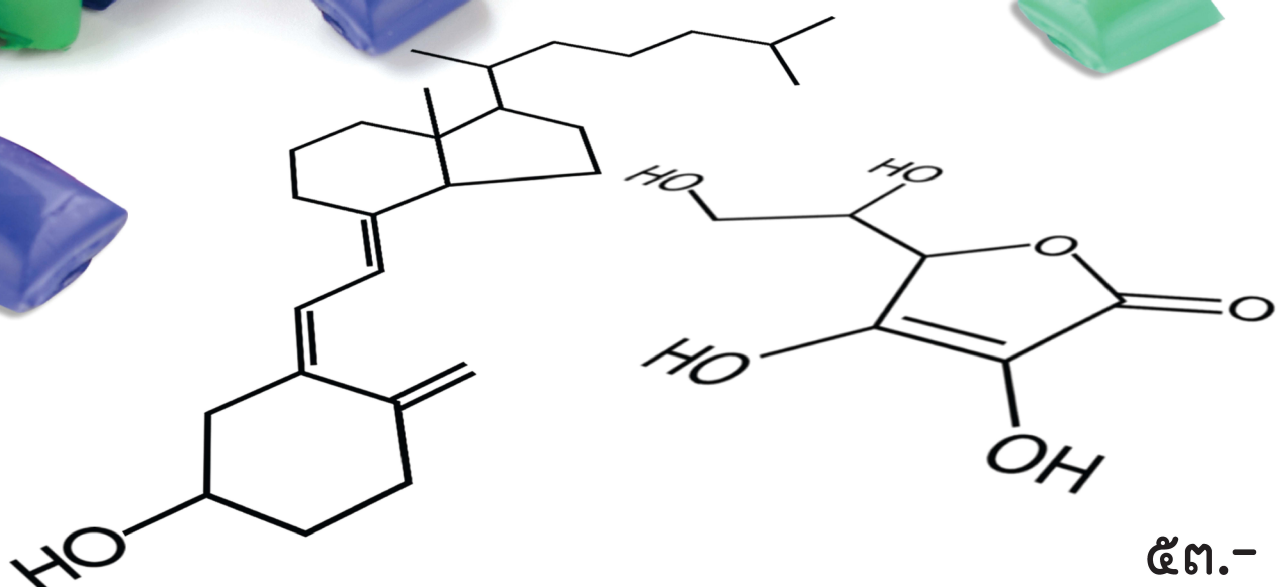
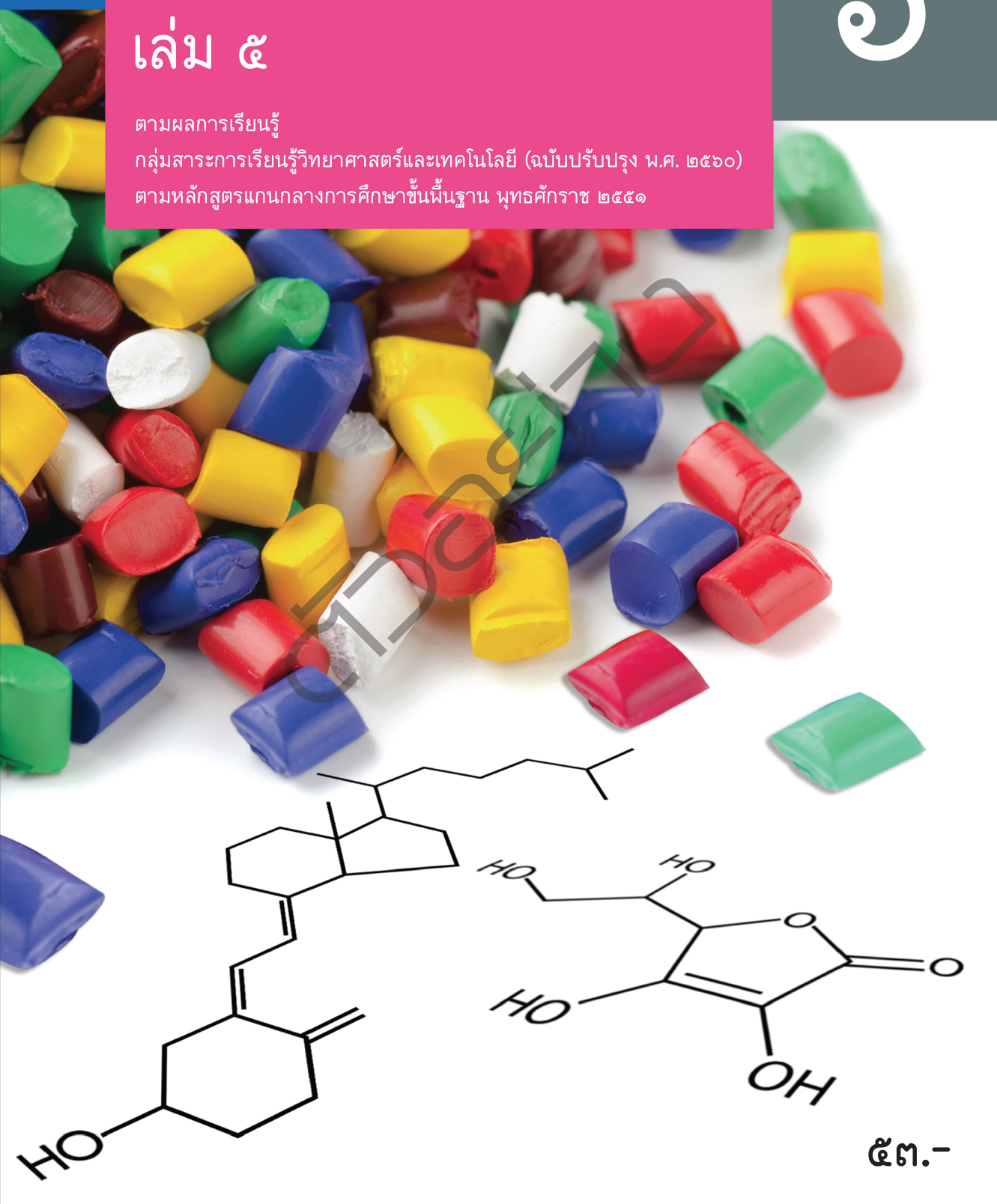
## เล่ม ๕

๖

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑



# ตารางธาตุ

18  
VIII A



1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII B	9 VIII B	10 VIII B	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIII A
1 H hydrogen 1.01	2 He helium 4.00	3 Li lithium 6.94	4 Be beryllium 9.01	5 B boron 10.81	6 C carbon 12.01	7 N nitrogen 14.01	8 O oxygen 16.00	9 F fluorine 19.00	10 Ne neon 20.18	11 Na sodium 22.99	12 Mg magnesium 24.30	13 Al aluminium 26.98	14 Si silicon 28.08	15 P phosphorus 30.97	16 S sulfur 32.06	17 Cl chlorine 35.45	18 Ar argon 39.95
19 K potassium 39.10	20 Ca calcium 40.08	21 Sc scandium 44.96	22 Ti titanium 47.87	23 V vanadium 50.94	24 Cr chromium 52.00	25 Mn manganese 54.94	26 Fe iron 55.85	27 Co cobalt 58.93	28 Ni nickel 58.69	29 Cu copper 63.55	30 Zn zinc 65.38	31 Ga gallium 69.72	32 Ge germanium 72.63	33 As arsenic 74.92	34 Se selenium 78.97	35 Br bromine 79.90	36 Kr krypton 83.80
37 Rb rubidium 85.47	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.91	40 Zr zirconium 91.22	41 Nb niobium 92.91	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium	44 Ru ruthenium 101.07	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57 La lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38	82 Pb lead 207.20	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson

กลุ่มธาตุ  
\*แลนทานอยด์

กลุ่มธาตุ  
\*\*แอกทิโนอยด์

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium 227.04	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium



หนังสือเรียน

# รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

## เคมี

ชั้น

### มัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๕

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำเป็นฉบับ e-book ครั้งที่ ๒ พ.ศ. ๒๕๖๖

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

---

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนฉบับ e-book นี้ขึ้น โดยมีเนื้อหาเช่นเดียวกับหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๕ ฉบับสิ่งพิมพ์ ที่จัดทำตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ทุกประการ เพื่อให้นักเรียน ครู ผู้ปกครอง นักวิชาการ และ ผู้สนใจทั่วไปเข้าถึงได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม กับจุดประสงค์ต่าง ๆ ทั้งนี้ สสวท. ขอสงวนสิทธิ์ในหนังสือเรียนฉบับ e-book นี้ตามกฎหมาย ลิขสิทธิ์ ห้ามผู้ใดทำซ้ำ คัดลอก ดัดแปลง เลียนแบบ จำหน่าย หรือ เผยแพร่โดยมิได้รับอนุญาต

---

สามารถเข้าถึงสื่อดิจิทัลต่าง ๆ ของ สสวท. ได้ที่ <http://www.ipst.ac.th/ebook-resource/>

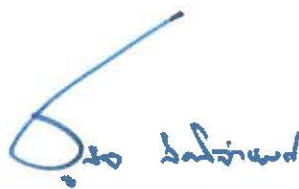


# คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไป โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๕ มีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ครอบคลุมเนื้อหาบางส่วนที่ปรากฏตามตัวชี้วัดรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม ๑ โดยเมื่อผู้เรียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม ๑ – เล่ม ๖ ครบทุกชั้นปีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ – ๖ แล้วจะสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม ๑ ได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถต่อยอดเนื้อหาจากรายวิชาพื้นฐานไปสู่เนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติมได้โดยไม่ต้องเสียเวลาเรียนซ้ำซ้อน ทั้งนี้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม ๕ นี้ มีเนื้อหาที่จำเป็นที่ต้องเรียนประกอบด้วยเรื่อง เคมีอินทรีย์ และพอลิเมอร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ หรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ โดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ รวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้นและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง มีแบบตรวจสอบความรู้ความเข้าใจก่อนเรียน มีแบบฝึกหัดเพื่อให้ตรวจทานความรู้หลังจากที่เรียนไปแล้ว รวมทั้งสรุปความรู้ในแต่ละบทด้วย ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการ จากสถาบันและสถานศึกษา ทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม ๕ นี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเรียนเล่มนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง



(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

## ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

หนังสือเรียนเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการศึกษาเนื้อหาที่สำคัญ และเกิดทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้องกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ รวมทั้งยังมีสื่อที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสามารถเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บไซต์รายการสื่อได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนใช้หนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน มีดังนี้

### คำถามสำคัญ



คำถามประจำบทที่นักเรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว

### จุดประสงค์การเรียนรู้



เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

### ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน



ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหา นั้นก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท

### ชวนคิด



คำถามระหว่างเรียนที่เชื่อมโยงหรือต่อยอดความรู้เดิมที่ศึกษาแล้วกับความรู้ใหม่หรือความรู้ในศาสตร์อื่น เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องของเนื้อหา

### ตรวจสอบความเข้าใจ



คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง

### แบบฝึกหัด



คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยเสริมให้เกิดทักษะและความรู้ในบทเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ตรวจสอบความเข้าใจของเนื้อหาและฝึกฝนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้

# ข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

## กิจกรรม



การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งนักเรียนควรลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

## ความรู้เพิ่มเติม



ความรู้ที่เพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยไม่มีการวัดและประเมินผล

## รู้หรือไม่



ความรู้ที่เชื่อมโยงให้เห็นความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

## เชื่อมโยงชีวิตประจำวัน



เนื้อหาที่แสดงความเชื่อมโยงของความรู้ในบทเรียนกับความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ความรู้ในชีวิตประจำวัน หรือความรู้ที่ใช้ในอาชีพต่าง ๆ

## สื่อ AR (Augmented Reality)



สื่อเสริมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี AR ผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน "AR วิทย์ ม.ปลาย"

## ศัพท์น่ารู้



ความหมายของคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เพิ่มเติม และสอดคล้องกับเนื้อหาภายในบทเรียน

## สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน



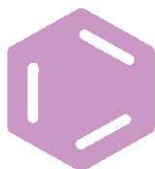
การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด

## แบบฝึกหัดท้ายบท



คำถามท้ายบทเรียนสำหรับให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้

12



เคมีอินทรีย์

บทที่ 12 เคมีอินทรีย์	1
12.1 พันธะของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์	4
12.2 สูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	7
12.3 หมู่ฟังก์ชัน	15
12.4 ชื่อของสารประกอบอินทรีย์	22
12.5 ไอโซเมอร์	34
12.6 สมบัติของสารประกอบอินทรีย์	40
12.7 ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบอินทรีย์	54
12.8 สารประกอบอินทรีย์ในชีวิตประจำวันและ การนำไปใช้ประโยชน์	74
แบบฝึกหัดท้ายบท	81

13



พอลิเมอร์

บทที่ 13 พอลิเมอร์	84
13.1 พอลิเมอร์และมอนอเมอร์	87
13.2 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์	89
13.3 โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	99
13.4 การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์	107
13.5 การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์	122
แบบฝึกหัดท้ายบท	126



สารบัญ

ภาคผนวก

คำศัพท์ในหนังสือเรียน เคมี เล่ม 5	133
ชื่อธาตุ	136
บรรณานุกรม	139
ที่มาของรูป	141
คณะกรรมการจัดทำหนังสือเรียน	142

ศรีอยุธยา

CB&I

บทที่

| เคมีอินทรีย์



12

[ipst.me/10768](http://ipst.me/10768)

สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในสิ่งมีชีวิต และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม เช่น อาหาร ยารักษาโรค น้ำมันเชื้อเพลิง พลาสติก เครื่องสำอาง



### คำถามสำคัญ

1. สารประกอบอินทรีย์มีธาตุองค์ประกอบและโครงสร้างอย่างไร
2. สารประกอบอินทรีย์มีสมบัติทางกายภาพและเคมีอย่างไร
3. สารประกอบอินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร



### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดพันธะเคมีของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์
2. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน
3. เขียนสูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นพันธะของสารประกอบอินทรีย์
4. วิเคราะห์โครงสร้างและระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
5. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC
6. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ
7. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน
8. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
9. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
10. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
11. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม





### ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

1. เขียนโครงสร้างลิวอิสแบบเส้นของสารต่อไปนี้
  - 1.1  $\text{CH}_4$
  - 1.2  $\text{CO}_2$
  - 1.3  $\text{HCN}$
  - 1.4  $\text{CH}_5\text{N}$
  - 1.5  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
  
2. ใส่เครื่องหมาย  หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย  หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง
  - .....2.1  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{Cl}_2$  และ  $\text{NH}_4^+$  เป็นสารที่มีพันธะโคเวเลนต์ยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม
  - .....2.2  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  มีพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสาร
  - .....2.3  $\text{CH}_3\text{OH}$  มีจุดเดือดสูงกว่า  $\text{CH}_3\text{CH}_3$
  - .....2.4  $\text{CCl}_4$  เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว
  - .....2.5  $\text{CH}_3\text{COOH}$  มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจนเท่านั้น
  - .....2.6  $\text{CH}_3\text{Br}$  มีจุดเดือดสูงกว่า  $\text{CH}_3\text{Cl}$  เพราะ  $\text{CH}_3\text{Br}$  เป็นโมเลกุลที่มีขั้วมากกว่า  $\text{CH}_3\text{Cl}$
  
3. เขียนสมการเคมีที่ดุลแล้วของปฏิกิริยาการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของแก๊สมีเทน ( $\text{CH}_4$ )

ในชีวิตประจำวันเราเกี่ยวข้องกับ**สารประกอบอินทรีย์** (organic compound) หลากหลายชนิด ทั้งในอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม เครื่องสำอาง พลาสติก ผงซักฟอก สบู่ น้ำมันเชื้อเพลิง รวมทั้งองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน DNA ในอดีตนักเคมีเคยเชื่อว่าสารประกอบอินทรีย์เป็นสารที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น จนกระทั่งปี พ.ศ. 2371 (ค.ศ. 1828) ฟรีดริช เวอเลอร์<sup>1</sup> พบว่า การให้ความร้อนกับสารประกอบอินทรีย์แอมโมเนียมไซยาเนต ( $\text{NH}_4\text{OCN}$ ) ทำให้เกิดยูเรีย ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ได้ ความเชื่อที่ว่าสารประกอบอินทรีย์ได้จากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น จึงไม่เป็นจริง ในปัจจุบันสารประกอบอินทรีย์หมายถึงสารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ทั้งที่มาจากสิ่งมีชีวิตหรือสังเคราะห์ขึ้นก็ได้ เช่น มีเทน ( $\text{CH}_4$ ) น้ำตาลกลูโคส ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) ยาพาราเซตามอล ( $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ ) อย่างไรก็ตามสารประกอบของคาร์บอนบางชนิดไม่จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) กรดคาร์บอนิก ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) หินปูน ( $\text{CaCO}_3$ )

สารประกอบอินทรีย์มีโครงสร้างและสมบัติที่หลากหลาย การศึกษาเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์เรียกว่า **เคมีอินทรีย์** (organic chemistry) ในระดับชั้นนี้จะได้ศึกษาโครงสร้าง ประเภท สมบัติทางกายภาพและเคมี ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์ และอันตรายของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด

### 12.1 พันธะของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

คาร์บอน (C) เป็นธาตุในหมู่ IVA (หมู่ 14) มี 4 เวเลนซ์อิเล็กตรอน โดยทั่วไปจึงเกิดพันธะโคเวเลนต์กับอะตอมข้างเคียง 4 พันธะเพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต พันธะโคเวเลนต์ที่เกิดขึ้นอาจเป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม พันธะโคเวเลนต์ที่พบในสารประกอบอินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนด้วยกัน และคาร์บอนกับไฮโดรเจน นอกจากนี้อาจเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุชนิดอื่น เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอรีน กำมะถัน ดังตัวอย่างในตาราง 12.1

<sup>1</sup>ฟรีดริช เวอเลอร์ (Friedrich Wöhler) นักเคมีชาวเยอรมัน ผู้สังเคราะห์ยูเรียซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์จากสารประกอบอนินทรีย์

ตาราง 12.1 สูตรโครงสร้างลิวอิสของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด

สูตรโครงสร้างลิวอิส		สูตรโมเลกุล
$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H} : \text{C} : \text{C} : \text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \text{H} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{C} : : \text{C} \\  \diagup \quad \diagdown \\  \text{H} \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \text{H} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{C} = \text{C} \\  \diagup \quad \diagdown \\  \text{H} \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
H : C :: C : H	H - C ≡ C - H	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} : \text{C} : \ddot{\text{O}} : \text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \ddot{\text{O}} - \text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	CH <sub>4</sub> O
$  \begin{array}{c}  \text{H} : \text{O} : \\    \quad \quad   \\  \text{H} : \text{C} : \text{C} : \ddot{\text{O}} : \text{H} \\    \quad \quad \quad   \\  \text{H} \quad \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{H} : \text{O} : \\    \quad \quad    \\  \text{H} - \text{C} - \text{C} - \ddot{\text{O}} - \text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>
$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} : \text{C} : \ddot{\text{N}} : \text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \ddot{\text{N}} - \text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	CH <sub>5</sub> N
$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} : \text{C} : \ddot{\text{Cl}} : \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \ddot{\text{Cl}} : \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	CH <sub>3</sub> Cl
$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} : \text{C} : \ddot{\text{S}} : \text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \ddot{\text{S}} - \text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	CH <sub>4</sub> S