



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท่อนคิด
เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี
เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ชุดที่



เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี



นางจิรวรรณ ปานบุญ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม)
องค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์
กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี
เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

นางจิรวรรณ ปานนูน
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม)
องค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์
กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี เล่มนี้จัดทำขึ้น เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียน และเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยชุดกิจกรรมนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุงมาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) โดยชุดกิจกรรมนี้ ครูผู้สอนจะใช้คู่กับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและและจิตวิทยาศาสตร์

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการ สะท้อนคิด เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้สอน ที่ได้นำไปใช้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำ ยินดีน้อมรับ และนำไปปรับปรุงต่อไป

จิรวรรณ ปานนูน

สารบัญ

คำชี้แจง	1
ขั้นตอนการเรียนรู้	2
บทบาทของนักเรียน	4
ผังความคิด	5
เป้าหมายการเรียนรู้	6
สาระสำคัญ	7
แบบทดสอบก่อนเรียน	8
กิจกรรมการเรียนรู้	9
- ขั้นสร้างความสนใจ	10
- ขั้นสำรวจและค้นหา	15
- ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	19
- ขั้นขยายความเข้าใจ	20
- ขั้นประเมินความรู้	33
แบบทดสอบหลังเรียน	35
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	40
- แนวการตอบคำถาม	41
- เฉลยแบบทดสอบ	46
- แบบบันทึกการเรียนรู้	47

คำชี้แจง



การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 ชุด ใช้เวลาทั้งหมด 21 ชั่วโมง ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	เวลา	3 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 เรื่อง เชื้อเพลิงกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	เวลา	6 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 เรื่อง แบตเตอรี่กับปฏิกิริยารีดอกซ์	เวลา	3 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 เรื่อง สารกัมมันตรังสีกับปฏิกิริยานิวเคลียร์	เวลา	9 ชั่วโมง

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นชุดที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ชั่วโมง

3. ในแต่ละเล่มของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ฯ จะประกอบด้วย

- 3.1 คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.2 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.3 บทบาทของนักเรียน
- 3.4 ขั้นตอนการเรียนรู้
- 3.5 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3.6 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 3.7 กิจกรรมการเรียนรู้
- 3.8 แบบทดสอบหลังเรียน
- 3.9 ภาคผนวก ได้แก่ กระดาษคำตอบ แนวการบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้

เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบบันทึกคะแนนการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้



การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื่อมโยงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาคำชี้แจง บทบาทของนักเรียน ผังความคิด เป้าหมายการเรียนรู้ สาระสำคัญ ให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง เชื่อมโยงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 10 ข้อ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน
3. ปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ตรวจสอบแนวคำตอบจากภาคผนวก แล้วประเมินความรู้จากแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง เชื่อมโยงและการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 10 ข้อ
5. ตรวจสอบคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 80 ขึ้นไปจึงจะผ่านเกณฑ์ ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด ให้ทบทวนเนื้อหาแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง หากผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 ต่อไป
6. ในการทำกิจกรรม หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ขอคำอธิบายหรือถามครูผู้สอน เพื่อร่วมกันสรุป ข้อสงสัยนั้น ๆ

ขั้นตอนการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้



บทบาทของนักเรียน



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

✓ กรณีไม่มีการแบ่งกลุ่ม

1. นักเรียนทุกคนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ และไม่ชวนเพื่อนคุยหรือเล่นขณะปฏิบัติกิจกรรม
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนในการทำกิจกรรมให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด
3. ตั้งใจตอบคำถามอย่างเต็มความสามารถ และยกมือซักถาม เมื่อพบปัญหาหรือข้อสงสัย
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนในการทำกิจกรรมด้วยตนเองอย่างเต็มความสามารถ ไม่ลอกเลียนแบบผู้อื่น
5. มีความตั้งใจในการทำแบบทดสอบ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยตนเอง
6. ช่วยกันเก็บวัสดุ อุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน จัดโต๊ะ เก้าอี้ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย และทำความสะอาด

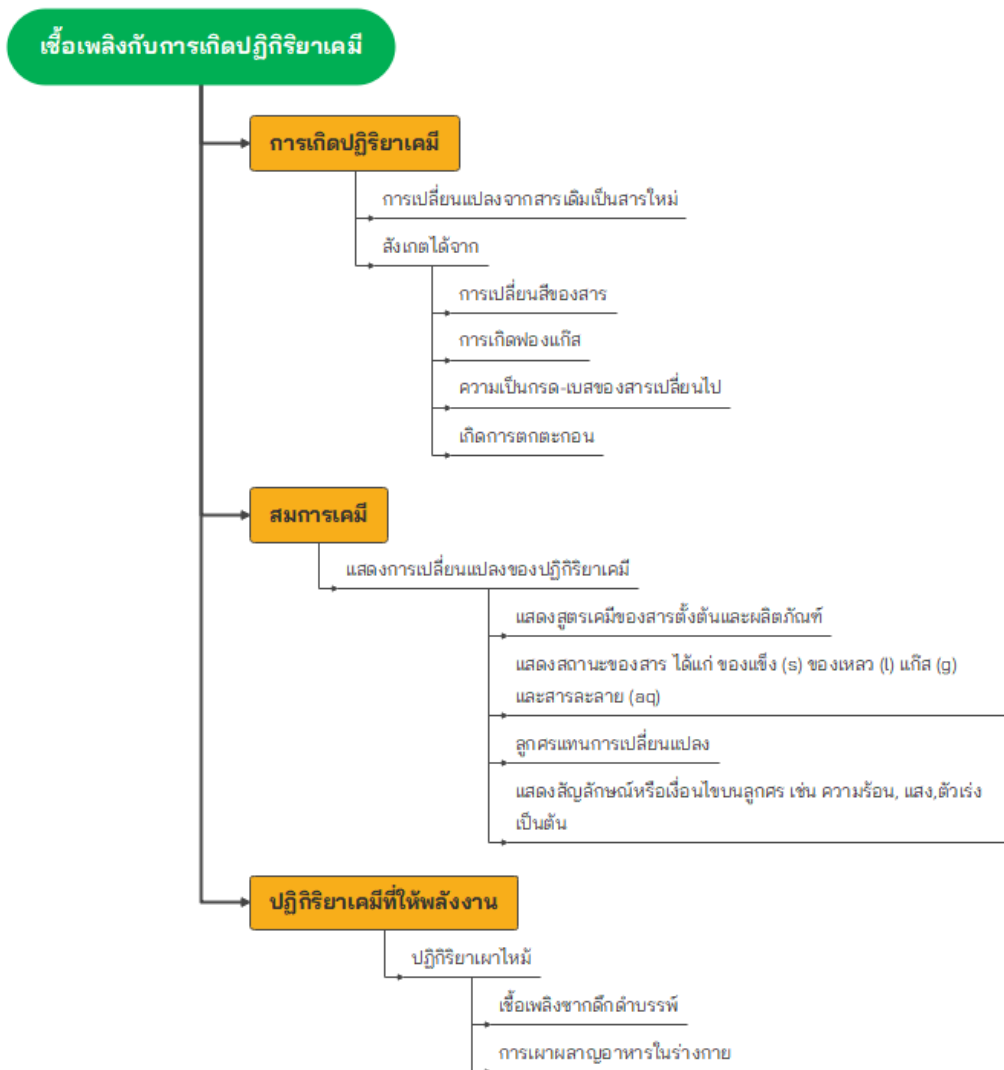
✓ กรณีมีการแบ่งกลุ่ม

- ก. บทบาทของผู้นำกลุ่ม มีหน้าที่ คือ
1. ควบคุมการดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่มให้เป็นระเบียบเรียบร้อย
 2. เป็นผู้นำในการปฏิบัติกิจกรรมของกลุ่ม
 3. เป็นผู้ติดต่อกับครู เมื่อพบปัญหาหรือข้อสงสัย
 4. รายงานหรือแจ้งให้ครูทราบ เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จ
 5. หลังจากสมาชิกภายในกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว ให้เก็บวัสดุหรืออุปกรณ์ส่งครูตามกำหนดเวลา
- ข. บทบาทของสมาชิกภายในกลุ่ม มีหน้าที่ คือ
1. ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจให้ทันเวลา โดยไม่ชวนเพื่อนคุยหรือเล่น
 2. ตั้งใจตอบคำถามอย่างเต็มความสามารถ และปฏิบัติตามขั้นตอนในการทำกิจกรรม
 3. ไม่ควรปรึกษากันเสียงดังเกินไป จนรบกวนกลุ่มอื่น ๆ
 4. ช่วยกันเก็บวัสดุ อุปกรณ์ สื่อการเรียนต่าง ๆ จัดโต๊ะ เก้าอี้ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย และทำความสะอาด

ผังความคิด



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



เป้าหมายการเรียนรู้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้

ว.2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ยกตัวอย่างพลังงานในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี
3. ดุลสมการเคมี ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเผาไหม้เชื้อเพลิง
4. ทำการทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. สื่อสารและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
6. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ และทำงานร่วมกับผู้อื่น

สาระสำคัญ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะทอนคิด
ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างจากสารเดิม สังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ เกิดตะกอน เกิดสารใหม่ที่มีสถานะแก๊ส สีของสารเปลี่ยนไป สมบัติความเป็นกรด-เบสเปลี่ยนไป สามารถแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้จากสมการเคมี ที่สารเดิม เรียกว่า สารตั้งต้น เขียนไว้ด้านซ้าย ใช้ลูกศรแทนการเปลี่ยนแปลง สารใหม่ที่เกิดขึ้นเรียกว่า สารผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาเคมีที่เป็นปฏิกิริยาเผาไหม้หรือปฏิกิริยาสันดาป เป็นปฏิกิริยาเคมีที่พบได้บ่อยในชีวิตประจำวัน ซึ่งให้พลังงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน เช่น พลังงานความร้อนใช้ในการหุงต้มอาหารในครัวเรือนและอุตสาหกรรม พลังงานให้แสงสว่าง

นอกจากนี้ปฏิกิริยาเคมีการเผาไหม้อาหารที่เกิดขึ้นในร่างกายยังให้พลังงานในการดำรงชีวิตและการเคลื่อนไหว





แบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื่อมโยงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
- แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 10 นาที

1. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้

- การทำหิงเจอร์ไอโอดีน โดยผสมไอโอดีนกับเอทานอล
- การหมิ่นห็นของน้ำมัน เมื่อทิ้งไว้นาน ๆ
- บ่มมะม่วงดิบจนเป็นมะม่วงสุก

ข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ข้อ 2) เท่านั้น
- ข้อ 1) และ 2)
- ข้อ 1) และ 3)
- ข้อ 1) 2) และ 3)

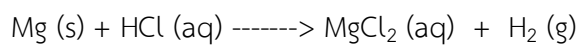
2. ปฏิกิริยาใดใช้แก๊สออกซิเจนเป็นสารตั้งต้น

- การเกิดสนิมเหล็ก
- การเผาไหม้
- การย่อยสลายซากพืชซากสัตว์
- การสุกของผลไม้

3. ข้อใดไม่ใช่ปฏิกิริยาเคมี

- ก. จุดธูปไหว้พระ
- ข. บ่มมะม่วงให้สุก
- ค. การเกิดฝนกรด
- ง. เติมน้ำตาลลงในกาแฟร้อน

4. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ดังนี้



จงพิจารณาว่าข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ยังไม่ได้ดุลสมการเคมี
- ข. สารตั้งต้นคือ Mg (s) และ HCl (aq)
- ค. ปฏิกิริยาเคมีสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ยาก
- ง. HCl (aq) แสดงว่าอยู่ในรูปของสารละลาย ส่วน Mg (s) อยู่ในสถานะของแข็ง

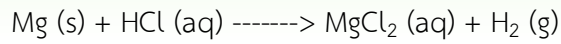
5. แก๊สโพรเพนเป็นแก๊สที่ติดไฟ จะทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ดังสมการ



เมื่อดุลสมการแล้ว b และ d มีค่าเท่าใด

- ก. b = 5 และ d = 4
- ข. b = 3 และ d = 2
- ค. b = 3 และ d = 4
- ง. b = 5 และ d = 3

คำชี้แจง จงใช้ข้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 6 – 7



6. หากต้องการดุลสมการนี้ ต้องเพิ่มสารใด

- ก. เติม Mg เป็น 2Mg
- ข. เติม HCl เป็น 2HCl
- ค. เปลี่ยน H_2 เป็น 2H
- ง. เปลี่ยน MgCl_2 เป็น MgCl

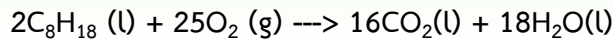
7. ตัวย่อ (aq) ในสมการเคมี หมายถึง อะไร

- ก. มีสถานะแก๊ส
- ข. มีสถานะเป็นของแข็ง
- ค. เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ
- ง. เป็นสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย

8. Δ สัญลักษณ์นี้ ถ้าอยู่ในสมการเคมี หมายถึงปัจจัยใด

- ก. อุณหภูมิ
- ข. ความดัน
- ค. ความร้อน
- ง. ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี

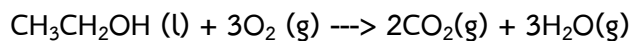
9. พิจารณาสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีเผาไหม้แอลกอฮอล์ (C₈H₁₈) ต่อไปนี้



ในการเผาไหม้แอลกอฮอล์ 2 โมเลกุล จะต้องใช้แก๊สออกซิเจนกี่โมเลกุล และ
ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่โมเลกุล

- ก. ใช้แก๊สออกซิเจน 50 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 16 โมเลกุล
- ข. ใช้แก๊สออกซิเจน 50 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 32 โมเลกุล
- ค. ใช้แก๊สออกซิเจน 25 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 16 โมเลกุล
- ง. ใช้แก๊สออกซิเจน 25 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 32 โมเลกุล

10. พิจารณาสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ข้อความในข้อใดถูกต้อง

- ก. CH₃CH₂OH เป็นของเหลว ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O₂ 6 โมเลกุล
- ข. CH₃CH₂OH ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O₂ ได้แก๊ส CO₂ และไอน้ำ
- ค. CH₃CH₂OH 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O₂ ได้ CO₂ เกล็ดและไอน้ำ
- ง. CH₃CH₂OH 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O₂ 3 โมเลกุล เกิด C 2 อะตอม O 4 อะตอม
และ H 3 อะตอม

กิจกรรมการเรียนรู้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- กิจกรรมที่ 1 สังเกตการเผาไหม้ของเทียนไข
- กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน “ปฏิกิริยาเคมี”

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

- กิจกรรมที่ 3 ปฏิบัติการทดลอง “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

- กิจกรรมที่ 4 อภิปรายและนำเสนอ “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

ขั้นขยายความเข้าใจ (Elaboration)

- กิจกรรมที่ 5 สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)

- กิจกรรมที่ 6 สะท้อนความคิด



ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กิจกรรมที่ 1 สังเกตการเผาไหม้ของเทียนไข

คำชี้แจง

1. นักเรียนสังเกตการเผาไหม้ของเทียนไข โดยมีนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต หรือดู
คลิปวิดีโอจาก YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=pzx1dCZM-6Y>)



2. นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ลงแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 สังเกตการเผาไหม้ของเทียนไข

- บันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากการเผาไหม้ของเทียนไข อย่างน้อย 3 ข้อ

.....

.....

.....

.....

- นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับการเผาไหม้ของเทียนไข 1 คำถาม (ควรใช้คำถามที่มีข้อความว่า “อย่างไร”)

.....

กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน “ปฏิกิริยาเคมี”**คำชี้แจง**

1. นักเรียนตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีโดยพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ตามความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกหรือผิด ถ้าถูกต้องให้ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าผิดทำเครื่องหมาย ✗ และเขียน “สิ่งที่ฉันรู้แล้ว” What I already Knew? และ “สิ่งที่ฉันอยากรู้” What I Want to know? ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน “ปฏิกิริยาเคมี”

ข้อความ	
	1. ปฏิกิริยาเคมี คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นไปเป็นสารใหม่
	2. น้ำระเหยกลายเป็นไอ เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
	3. การย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
	4. ปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่พบมากในชีวิตประจำวัน
	5. ในร่างกายของมนุษย์เรามีการเผาผลาญพลังงานที่เรียกว่าปฏิกิริยาสันดาป
	6. สารที่เข้าทำปฏิกิริยา เรียกว่า สารตั้งต้น และสารใหม่ที่เกิดขึ้น เรียกว่า สารผลิตภัณฑ์

“สิ่งที่ฉันรู้แล้ว” What I already Knew?	“สิ่งที่ฉันอยากรู้” What I <u>Want</u> to know?



ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)

กิจกรรมที่ 3 ปฏิบัติการทดลอง “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

คำชี้แจง นักเรียนร่วมกันศึกษาว่า ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี สารใหม่จะเกิดขึ้นได้อย่างไร และจะทราบได้อย่างไร ว่ามีสารใหม่เกิดขึ้น จากการทดลองต่อไปนี้

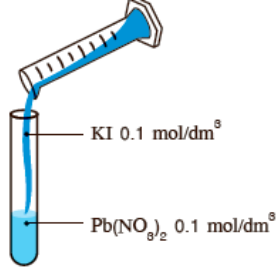
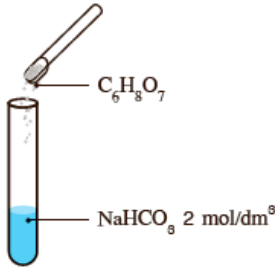
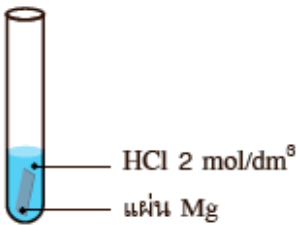
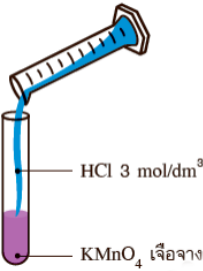
จุดประสงค์

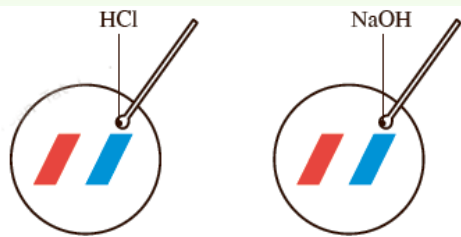
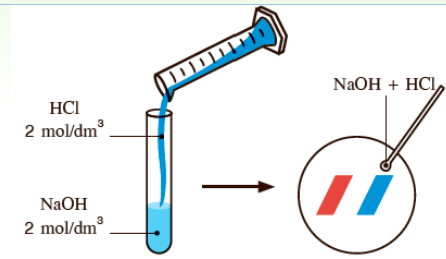
1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. อธิบายและยกตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารบางชนิดได้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. หลอดทดลองขนาดกลาง
2. กระจกตวง
3. เครื่องชั่งสาร
4. สารละลายเลด (II) ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) เข้มข้น 0.1 mol/dm^3
5. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) เข้มข้น 0.1 mol/dm^3
6. สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) เข้มข้น 2 mol/dm^3
7. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 2 mol/dm^3 และ 3 mol/dm^3
8. แผ่นแมกนีเซียม (Mg)
9. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
10. กรดซิตริก ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)

วิธีการทดลอง

	
1. เติมนสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง แล้วเติมนสารละลาย KI เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 เขย่าให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผล	2. เติมนสารละลาย NaHCO_3 เข้มข้น 2 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง แล้วเติมเกล็ดของกรด $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ จำนวน 1 g เขย่าให้เข้ากัน แล้วใช้มือจับบริเวณก้นหลอดทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผล
	
3. เติมนสารละลาย HCl เข้มข้น 2 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง จากนั้นใส่แผ่น Mg ลงไป สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผล	4. เติมนสารละลาย KMnO_4 เจือจาง จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง แล้วเติมนสารละลาย HCl เข้มข้น 3 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผล

5. นำสารละลาย HCl และสารละลาย NaOH มาทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดง และสีน้ำเงิน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผล

6. เติมสารละลาย NaOH เข้มข้น 2 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลางแล้วเติมสารละลาย HCl เข้มข้น 2 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 เขย่าให้เข้ากัน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง แล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน พร้อมบันทึกผล

ที่มาของภาพ : พงศธร นันทเนศ และเปรมวดี จิตอารีย์ (2560) .หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพมหานคร : อักษรเจริญทัศน์.

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ปฏิบัติการทดลอง “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

■ ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการเปลี่ยนแปลง
สารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + สารละลาย KI	
สารละลาย NaHCO_3 + กรดของกรด $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	
สารละลาย HCl + แผ่น Mg	
สารละลาย KMnO_4 + สารละลาย HCl	
ทดสอบสารละลาย HCl ด้วยกระดาษลิตมัส	
ทดสอบสารละลาย NaOH ด้วยกระดาษลิตมัส	
สารละลาย HCl + สารละลาย NaOH	

▪ คำถามท้ายการทดลอง

>> การทดลองใดทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้น และทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

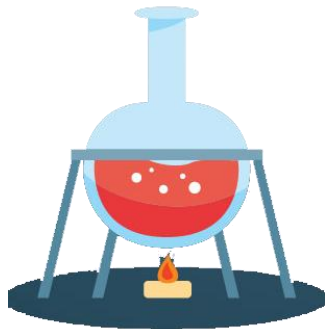
.....

.....

.....

.....

.....





บันอริบายและลงข้อสรุป (Explain)

กิจกรรมที่ 4 อภิปรายและนำเสนอ “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

คำชี้แจง

1. จากกิจกรรมที่ 3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยจับเพื่อนคู่คิด (Think-pair-shared) ภายในกลุ่ม แล้วบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 4
2. นักเรียนแต่ละเพื่อนคู่คิด นำแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี นำเสนอต่อเพื่อนในกลุ่มทุกคน รวมประเด็นที่เหมือนกัน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 3 หน้าชั้นเรียน

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

- สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....



บันยายความเข้าใจ (Elaboration)

กิจกรรมที่ 5 สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

คำชี้แจง

1. นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิงจากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการการดุลสมการเคมี
2. นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิงจากใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
3. นักเรียนเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเผาไหม้ของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 5

ใบความรู้ที่ 1 หลักการดุลสมการเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารตั้งต้นเพื่อเกิดเป็นผลิตภัณฑ์สามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี โดยจะเขียนสารตั้งต้นไว้ทางซ้าย แล้วเขียนลูกศรไว้ตรงกลางชี้ไปยังผลิตภัณฑ์ที่เขียนไว้ทางขวา ทั้งนี้จำนวนอะตอมรวมของธาตุแต่ละชนิดทางด้านซ้ายและด้านขวาต้องเท่ากัน

สารตั้งต้น ----> สารผลิตภัณฑ์

ดังตัวอย่างสมการเคมีของปฏิกิริยาการเผาไหม้โพรเพน (C_3H_8) ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งในแก๊สหุงต้ม ต่อไปนี้

	$C_3H_8 + 5O_2 \text{ ----> } 3CO_2 + 4H_2O$			
จำนวนโมเลกุล	1	5	3	4
จำนวนอะตอม C	3		3	
จำนวนอะตอม H	8			8
จำนวนอะตอม O		10	6	4

จากสมการของปฏิกิริยาการเผาไหม้โพรเพน ซึ่งมีแก๊สโพรเพนและแก๊สออกซิเจนเป็นสารตั้งต้น จะเห็นว่า แก๊สโพรเพน 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สออกซิเจน (O_2) 5 โมเลกุล ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 3 โมเลกุล และไอน้ำ (H_2O) 4 โมเลกุล

โดยแต่ละด้านของสมการเคมีมีคาร์บอน (C) 3 อะตอม ไฮโดรเจน (H) 8 อะตอม และออกซิเจน 10 อะตอม เท่ากัน

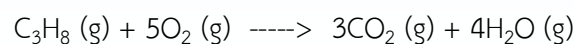


การแสดงสถานะของสารในสมการเคมี

การแสดงสถานะของสาร จะแสดงอยู่ในวงเล็บต่อท้ายสูตรเคมี ดังนี้

สัญลักษณ์	ย่อมาจาก	ความหมาย
s	solid	สารอยู่ในสถานะของแข็ง
l	liquid	สารอยู่ในสถานะของเหลว
g	gas	สารอยู่ในสถานะแก๊ส
aq	aqueous	สารละลายในน้ำ

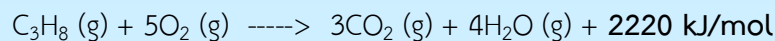
ตัวอย่าง ปฏิกิริยาเผาไหม้ของโพรเพน ซึ่งมีสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทั้งหมดอยู่ในสถานะแก๊ส จึงเขียนสมการเคมีได้ดังนี้





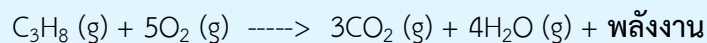
การแสดงการดูดพลังงานหรือคายพลังงานของปฏิกิริยาเคมี

ในปฏิกิริยาเผาไหม้จะมีการคายพลังงานออกมา จึงเขียนตัวเลขแสดงจำนวนพลังงานที่คายออกมาไว้ทางด้านขวาของสมการเคมี เช่น



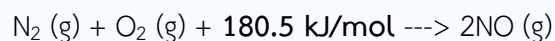
ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแก๊สโพรเพน เป็นปฏิกิริยาที่คายพลังงานออกมา 2220 กิโลจูลต่อโมล*

ในกรณีที่ไม่มีแสดงตัวเลขพลังงาน อาจแสดงการคายพลังงานโดยใช้ข้อความ “พลังงาน” หรือ “energy” แทน ดังนี้



ปฏิกิริยาเคมีที่มีการคายพลังงานในรูปของพลังงานความร้อน จะเรียกว่า **ปฏิกิริยาคายความร้อน**

สำหรับปฏิกิริยาเคมีที่มีการดูดพลังงานจะเขียนตัวเลขแสดงปริมาณพลังงานที่ใช้ในปฏิกิริยาเคมี หรือ ข้อความ “พลังงาน” หรือ “energy” ไว้ทางด้านซ้ายของสมการเคมี ดังตัวอย่าง



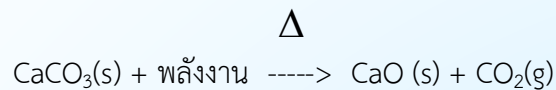
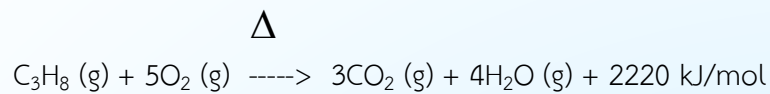
ปฏิกิริยาเคมีที่มีการดูดพลังงาน ในรูปของพลังงานความร้อน จะเรียกว่า **ปฏิกิริยาดูดความร้อน**

* โมล เป็นหน่วยของปริมาณสาร โดยสาร 1 โมล จะมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค



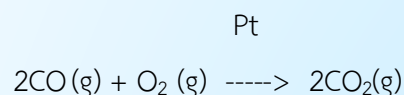
การแสดงผลสัญลักษณ์หรือข้อความบนลูกศรแสดงเงื่อนไข การเกิดปฏิกิริยาเคมี

นอกจากนี้ ในปฏิกิริยาการเผาไหม้จะมีการให้ความร้อนเพื่อให้สารเริ่มทำปฏิกิริยา ซึ่งแสดงด้วยสัญลักษณ์ “ Δ ” (delta) “ความร้อน” หรือ “heat” ไว้บนลูกศร ดังตัวอย่าง



ทั้งนี้การแสดงผลสัญลักษณ์บนลูกศรใช้บ่งบอกเงื่อนไขของการเกิดปฏิกิริยา แต่ไม่ได้ระบุว่าเป็นปฏิกิริยาเคมีดูดหรือคายพลังงาน

สำหรับปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ ที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี (สารเคมีที่ช่วยเร่งในการเกิดปฏิกิริยา แต่ไม่ได้เข้าร่วมทำปฏิกิริยา) หรือใช้แสง สามารถแสดงผลสัญลักษณ์ไว้บนลูกศรได้ในทำนองเดียวกัน ดังตัวอย่างปฏิกิริยาที่มีโลหะแพลทินัม (Pt) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



ปฏิกิริยาที่มีการใช้แสง



ใบความรู้ที่ 2 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

เชื้อเพลิงเป็นสารตั้งต้นที่ใช้ในปฏิกิริยาเผาไหม้ ซึ่งเชื้อเพลิงที่มีการใช้มากที่สุดในปัจจุบัน คือ **เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Fuel)** เช่น แก๊สธรรมชาติ น้ำมัน ถ่านหิน หินน้ำมัน ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

พลังงานความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้เชื้อเพลิงสามารถนำไปใช้ในการหุงต้มอาหารในครัวเรือน กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม การขับเคลื่อนยานพาหนะ และการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้แก๊สธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานหลัก

ตัวอย่างการเผาไหม้แก๊สธรรมชาติหรือถ่านหินที่ให้พลังงานความร้อนเพื่อผลิตไอน้ำที่ใช้ในการหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ศึกษาเพิ่มเติมจากคลิปวิดีโอ “โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม” (shorturl.at/doF29) (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย : 2560)

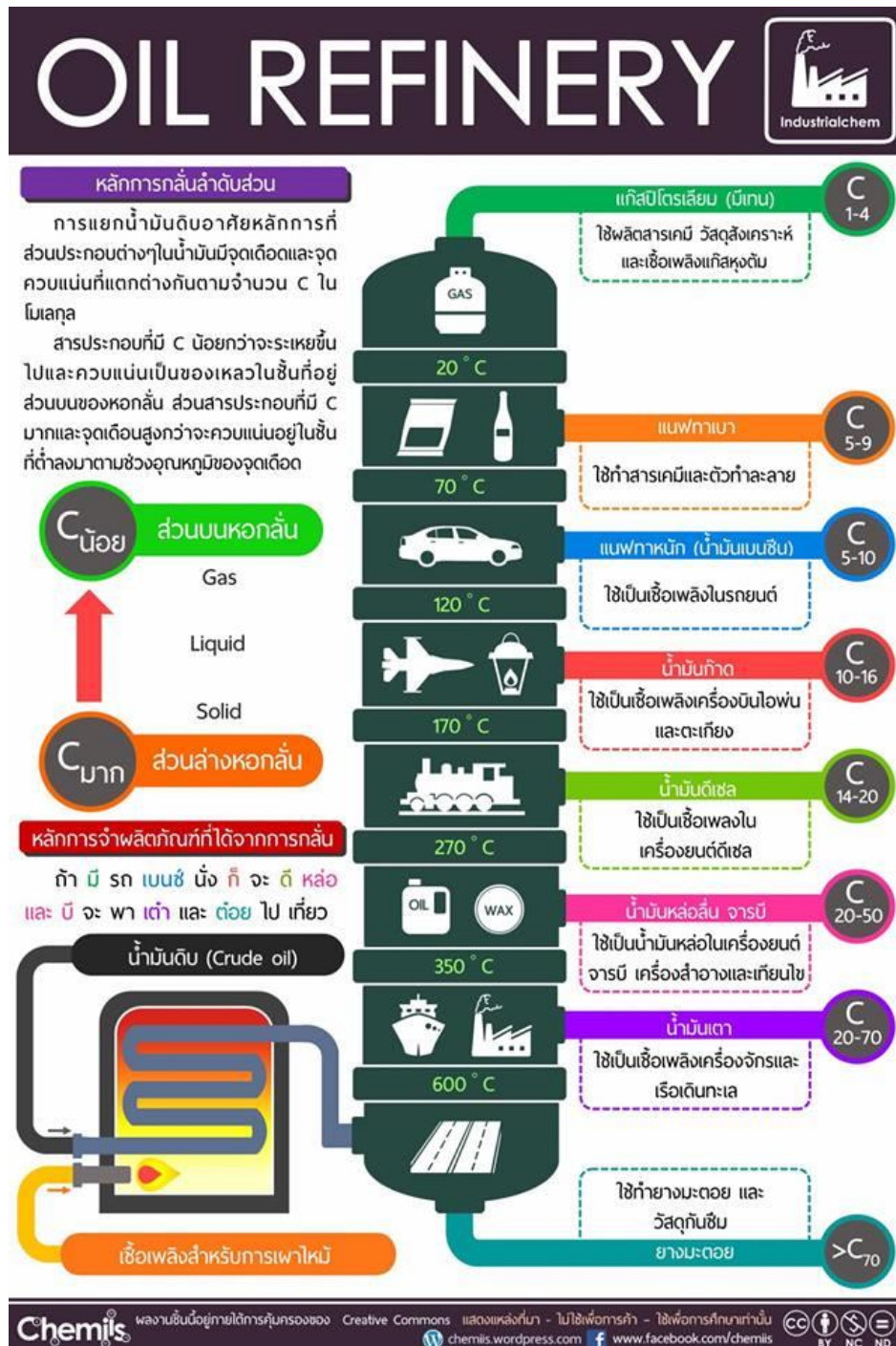


รูปที่ 1 ตัวอย่างการใช้พลังงานความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Fuel)

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Fuel) เป็นแหล่งพลังงานสิ้นเปลืองหรือพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Nonrenewable energy) ที่เกิดขึ้นจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ ประกอบกับความร้อนและความดันใต้ผิวโลก โดยใช้เวลานานนับล้าน ๆ ปี มันมีบทบาทอย่างมากในการเป็นแหล่งพลังงานสำคัญของโลก และช่วยขับเคลื่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ ให้เปลี่ยนแปลงไปในทางบวก ขณะเดียวกันก็มีผลกระทบในทางลบด้วย เนื่องจากการเผาไหม้หรือนำเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มาใช้นั้นก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ตลอดจนก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ไปสู่ชั้นบรรยากาศ สำหรับเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่มีการนำมาใช้มากที่สุด ได้แก่ ถ่านหิน และปิโตรเลียม

การขุดเจาะปิโตรเลียมจะได้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จำพวกแก๊สธรรมชาติ และน้ำมันดิบ เมื่อนำมาผ่านกระบวนการแยกจะได้แก๊สธรรมชาติที่มีองค์ประกอบหลักเป็นมีเทน (CH_4) ออกมาก่อน เนื่องจากมีเทนมีจุดเดือดต่ำเพียง -161.5 องศาเซลเซียส ส่วนองค์ประกอบที่เหลือจะเข้าสู่กระบวนการกลั่นลำดับส่วน เพื่อแยกองค์ประกอบออกจากกันตามลำดับจุดเดือด เช่น แก๊สหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล ยางมะตอย



รูปที่ 2 แสดงการกลั่นลำดับส่วน

ที่มาของภาพ : <https://chemiis.wordpress.com>

นอกจากเชื้อเพลิงที่มาจากปิโตรเลียมแล้ว ยังมีเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการทับถมของซากพืช นิยมนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าและอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั่นก็คือ **ถ่านหิน (Coal)**

ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ สารประกอบคาร์บอน เช่นเดียวกับปิโตรเลียม แต่ถ่านหินเกิดจากการทับถมของซากพืชที่จมลงในแหล่งน้ำตื้นต่าง ๆ เช่น แอ่งน้ำ หนอง บึง ริมทะเล ริมแม่น้ำ เป็นต้น โดยปกติแล้วซากพืชจะถูกย่อยสลายไปตามธรรมชาติแต่เมื่อถูกทับถมโดยตะกอนหินดินทรายในแหล่งน้ำ กระบวนการย่อยสลายจะหยุดลง และเมื่อมีตะกอนมาปิดทับมากเรื่อย ๆ ซากพืชเหล่านี้จะถูกบีบอัดและจมลงสู่ใต้พื้นโลก โดนความร้อนและความดันที่เพิ่มมากขึ้น จนซากพืชเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกลายเป็นถ่านหินชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 3 ถ่านหิน

ที่มาของภาพ : <https://th.wikipedia.org/wiki/ถ่านหิน>

ถ่านหินสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภทตามลักษณะขององค์ประกอบและคุณสมบัติของถ่านหิน รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทับถม ดังนี้

1. พีต (Peat) พีตเป็นเพียงถ่านหินชั้นเริ่มต้นของการกำเนิดถ่านหิน เพราะฉะนั้นเราอาจจะเห็นซากพืชบางส่วน เช่น กิ่งไม้ ลำต้น หรือใบ ที่ยังสลายตัวไม่หมดอยู่ในเนื้อของถ่านหินชนิดนี้ และด้วยเหตุนี้จึงทำให้พีตมีลักษณะร่วน และมีสีน้ำตาลไปจนถึงสีดำ นอกจากนี้พีตยังเป็นถ่านหินที่มีความชื้นสูง ดังนั้น หากนำไปใช้จะต้องผ่านกระบวนการไล่ความชื้นเสียก่อน แล้วจึงสามารถนำไปใช้ให้ความร้อนได้ ซึ่งพีตจะให้ความร้อนมากกว่าการเผาไหม้ของฟืนที่ทำจากไม้ทั่วไป เมื่อพีตถูกทับถมนานวัน และได้รับแรงกดดันบวกกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการกดทับของตะกอนที่ซ้อนกันลงมา ก็จะทำให้ค่อย ๆ กลายเป็นลิกไนต์ ซึ่งเป็นถ่านหินในขั้นต่อไปในที่สุด

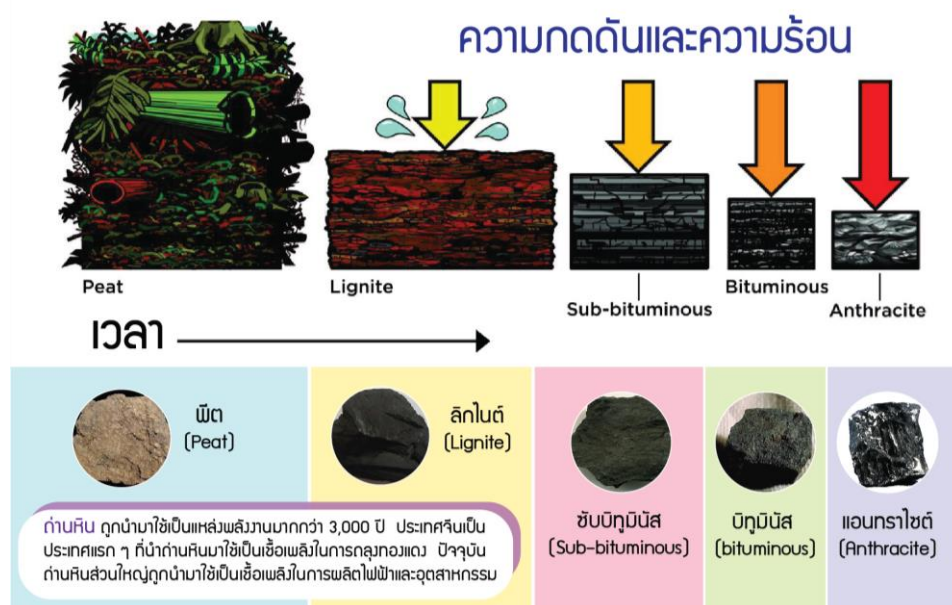


รูปที่ 4 กองพีตที่ขุดขึ้นมาจากสกอตแลนด์

ที่มาของภาพ : <https://th.wikipedia.org/wiki/พีต>

2. ลิกไนต์ (Lignite) ลิกไนต์เป็นถ่านหินที่ซากพืชสลายตัวจนเกือบหมด มีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อเหนียวและมีผิวด้าน มีสารประกอบคาร์บอนมากกว่าพีต แต่ยังมี ความชื้นสูงอยู่ ทำให้เวลาเผาไหม้จะมีควันและเถ้าถ่านมาก ลิกไนต์เป็นถ่านหินคุณภาพต่ำที่ให้ค่าความร้อนต่ำ สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งผลิตความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

3. ซับบิทูมินัส (Subbituminous) ซับบิทูมินัสเป็นถ่านหินที่มีทั้งเนื้ออ่อน และเนื้อแข็ง ทั้งผิวด้านและผิวมัน มีสีน้ำตาลไปจนถึงสีดำ ใช้ระยะเวลาในการทับถม นานกว่าลิกไนต์ แต่ก็ยังถือว่าเป็นถ่านหินที่มีอายุน้อยทางธรณีวิทยา โดยมีอายุประมาณ 251 ล้านปี มีสารประกอบคาร์บอนมากกว่าและมีความชื้นต่ำกว่าลิกไนต์ ดังนั้น จึงมี คุณภาพสูง เหมาะสำหรับนำไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม ต่าง ๆ



รูปที่ 5 ประเภทของถ่านหิน

ที่มาของภาพ : <https://www.ucsusa.org/resources/how-coal-works>

4. บิทูมินัส (Bituminous) บิทูมินัสเป็นถ่านหินที่มีเนื้อแข็ง สีนํ้าตาลเข้ม จนถึงสีดำนํ้าว มีความชื้นต่ำ แต่มีสารประกอบคาร์บอนสูงกว่าซับบิทูมินัส ใช้ระยะเวลาในการทับถมนานกว่าซับบิทูมินัสคือ ประมาณ 300 ล้านปี ดังนั้น เมื่อนำไปเผาไหม้จะให้ปริมาณความร้อนสูง ด้วยสมบัติทั้งหมดนี้ จึงทำให้บิทูมินัสเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพสูงเป็นอันดับ 2 รองจากแอนทราไซต์ และเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กกล้าและซีเมนต์ รวมถึงการผลิตกระแสไฟฟ้า

5. แอนทราไซต์ (Anthracite) แอนทราไซต์เป็นถ่านหินที่ใช้ระยะเวลาในการทับถมนานที่สุดประมาณ 350 ล้านปี จึงมีลักษณะเนื้อแน่น แข็ง มีสีดำนํ้าว มีความชื้นที่ต่ำมากเนื่องจากน้ำระเหยไปจนเกือบหมดจากกระบวนการทับถมใต้พื้นโลก มีปริมาณสารประกอบคาร์บอนสูงที่สุด แต่ติดไฟได้ยาก เมื่อนำไปเผาไหม้จะใช้เวลาในการเผาไหม้นาน โดยได้เปลวไฟสีนํ้าเงินที่มีความร้อนสูง แต่ให้ควันและเถ้าถ่านน้อยที่สุด จึงนับเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพสูงที่สุดในบรรดาถ่านหินทั้งหมด



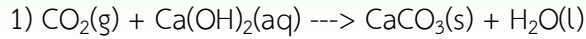
ศึกษาใบความรู้แล้วให้นักเรียน
นำความรู้เพิ่มเติม
ไปทำใบกิจกรรมที่ 5 กันค่ะ

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 5 สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

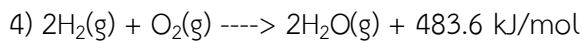
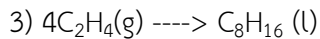
1. เติมข้อมูลลงในตารางให้สมบูรณ์

สมการเคมี	สารตั้ง ต้น/ สถานะ	ผลิตภัณฑ์/ สถานะ	ข้อมูลอื่นที่ เกี่ยวข้องกับ ปฏิกิริยาเคมี
$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $+ 890 \text{ kJ/mol}$	CH_4 / แก๊ส O_2 / แก๊ส	CO_2 / แก๊ส H_2O / แก๊ส	- มีการให้ ความร้อน เพื่อเริ่ม ปฏิกิริยา - คาย พลังงาน 890 kJ/mol
$2\text{Na}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ $+ \text{พลังงาน}$			
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$			
H_2SO_4 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$			
$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 165 \text{ kJ/mol} \longrightarrow$ $4\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$			

2. พิจารณาสมการเคมีและตอบคำถาม



Pt, Re



2.1 ปฏิกริยาเคมีใดที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดอยู่ในสถานะแก๊ส

ตอบ.....

2.2 ปฏิกริยาเคมีใดที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

ตอบ.....

2.3 ปฏิกริยาเคมีใดที่มีการคายพลังงาน

ตอบ.....

2.4 ปฏิกริยาเคมีใดที่ให้ผลิตภัณฑ์เป็นของแข็ง

ตอบ.....

3. เขียนสมการเคมีจากปฏิกิริยาจากข้อความ

3.1 การสังเคราะห์แก๊สแอมโมเนียทำได้โดยใช้แก๊สไนโตรเจน (N_2) 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจน (H_2) 3 โมเลกุล ซึ่งจะได้แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 2 โมเลกุล โดยใช้เหล็ก (Fe) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ตอบ.....

3.2 การเผาผลิกลูกตาลทราย ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ในอากาศ ทำให้ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไอน้ำ (H_2O) และความร้อนออกมา โดยปฏิกิริยาต้องใช้แก๊สออกซิเจน 12 โมเลกุลต่อลูกตาลทราย 1 โมเลกุล ซึ่งจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 12 โมเลกุล และไอน้ำ 11 โมเลกุล

ตอบ.....



ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)

กิจกรรมที่ 6 สะท้อนความคิด

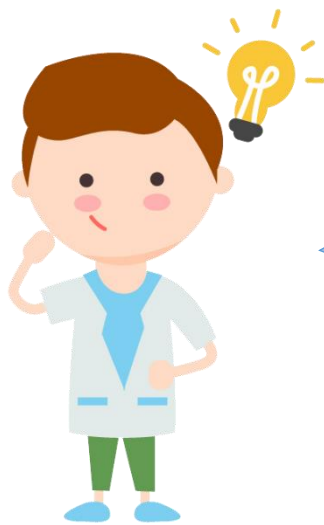
คำชี้แจง

1. นักเรียนนำไปกิจกรรมที่ 2 ที่นักเรียนได้เขียน “สิ่งที่ฉันรู้แล้ว” What I already Knew? และ “สิ่งที่ฉันอยากรู้” What I Want to know? ไปแล้วนั้น
2. นักเรียนเขียนบรรยายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ครั้งนี้ สะท้อนความคิด “สิ่งที่ฉันได้เรียนรู้” “What I have Learned?”
3. นักเรียนประเมินสิ่งที่ตนเองได้เขียนในกิจกรรมที่ 2 “สิ่งที่ฉันอยากรู้” “What I Want to Know” สามารถบรรลุได้ตามที่ตนเองอยากรู้หรือไม่
4. นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนประทับใจและสิ่งที่ตนเองต้องการปรับปรุงในการเรียนรู้ครั้งนี้
5. บันทึกการสะท้อนความคิดในข้อ 1 -4 ข้างต้นลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 6

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 6 สะท้อนความคิด

“สิ่งที่ฉันรู้แล้ว” What I already Knew? (จากกิจกรรมที่ 2)	“สิ่งที่ฉันอยากรู้” What I <u>W</u> ant to know? (จากกิจกรรมที่ 2)
“สิ่งที่ฉันได้เรียนรู้” “What I have Learned?”	

สิ่งที่นักเรียนประทับใจ ในการเรียนรู้ครั้งนี้	สิ่งที่ต้องการปรับปรุง ในการเรียนรู้ครั้งนี้



การสะท้อนความคิด
เมื่อมีการเรียนรู้ครั้งต่อไป
นักเรียนจะควรนำสิ่งที่ได้
สะท้อนคิดนี้ไปปรับปรุงการ
เรียนรู้ของนักเรียนนะครับ

แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการสะท้อนคิด
ชุดที่ 1 เชื้อเพลิงกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 10 นาที

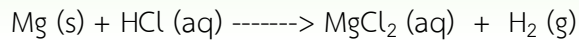
1. ปฏิกิริยาใดใช้แก๊สออกซิเจนเป็นสารตั้งต้น

- ก. การเกิดสนิมเหล็ก
- ข. การเผาไหม้
- ค. การย่อยสลายซากพืชซากสัตว์
- ง. การสุกของผลไม้

2. Δ สัญลักษณ์นี้ ถ้าอยู่ในสมการเคมี หมายถึงปัจจัยใด

- ก. อุณหภูมิ
- ข. ความดัน
- ค. ความร้อน
- ง. ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี

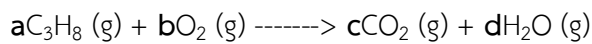
3. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ดังนี้



จงพิจารณาว่าข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ยังไม่ได้ดุลสมการเคมี
- ข. สารตั้งต้นคือ Mg (s) และ HCl (aq)
- ค. ปฏิกิริยาเคมีสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ยาก
- ง. HCl (aq) แสดงว่าอยู่ในรูปของสารละลาย ส่วน Mg (s) อยู่ในสถานะของแข็ง

4. แก๊สโพรเพนเป็นแก๊สที่ติดไฟ จะทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ดังสมการ



เมื่อดุลสมการแล้ว b และ d มีค่าเท่าใด

- ก. b = 5 และ d = 4
- ข. b = 3 และ d = 2
- ค. b = 3 และ d = 4
- ง. b = 5 และ d = 3

5. ข้อใดไม่ใช่ปฏิกิริยาเคมี

- ก. จุดธูปไหว้พระ
- ข. บ่มมะม่วงให้สุก
- ค. การเกิดฝนกรด
- ง. เติมน้ำตาลลงในกาแฟร้อน

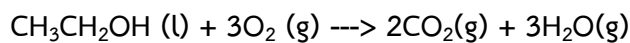
6. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้

- 1) การทำหิงเจอร์ไอโอดีน โดยผสมไอโอดีนกับเอทานอล
- 2) การหม็นหืนของน้ำมัน เมื่อทิ้งไว้นาน ๆ
- 3) บ่มมะม่วงดิบจนเป็นมะม่วงสุก

ข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. ข้อ 2) เท่านั้น
- ข. ข้อ 1) และ 2)
- ค. ข้อ 1) และ 3)
- ง. ข้อ 1) 2) และ 3)

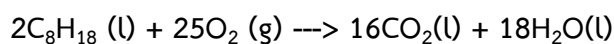
7. พิจารณาสสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ข้อความในข้อใดถูกต้อง

- ก. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ เป็นของเหลว ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O_2 6 โมเลกุล
- ข. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O_2 ได้แก๊ส CO_2 และไอน้ำ
- ค. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O_2 ได้ CO_2 เกลวและไอน้ำ
- ง. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O_2 3 โมเลกุล เกิด C 2 อะตอม O 4 อะตอม และ H 3 อะตอม

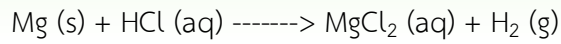
8. พิจารณาสสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีเผาไหม้แอลกอฮอล์ (C_8H_{18})ต่อไปนี้



ในการเผาไหม้แอลกอฮอล์ 2 โมเลกุล จะต้องใช้แก๊สออกซิเจนกี่โมเลกุล และได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่โมเลกุล

- ก. ใช้แก๊สออกซิเจน 50 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 16 โมเลกุล
- ข. ใช้แก๊สออกซิเจน 50 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 32 โมเลกุล
- ค. ใช้แก๊สออกซิเจน 25 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 16 โมเลกุล
- ง. ใช้แก๊สออกซิเจน 25 โมเลกุล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 32 โมเลกุล

คำชี้แจง จงใช้ข้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 9 – 10



9. หากต้องการดุลสมการนี้ ต้องเพิ่มสารใด

- ก. เติม Mg เป็น 2Mg
- ข. เติม HCl เป็น 2HCl
- ค. เปลี่ยน H_2 เป็น 2H
- ง. เปลี่ยน MgCl_2 เป็น MgCl

10. ตัวย่อ (aq) ในสมการเคมี หมายถึง อะไร

- ก. มีสถานะแก๊ส
- ข. มีสถานะเป็นของแข็ง
- ค. เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ
- ง. เป็นสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย

บรรณานุกรม

- พงศธร นันทนาศ และเปรมวดี จิตอารีย์. (2560). **คู่มือประกอบการสอนกับหนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ กายภาพ 1 (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. กรุงเทพมหานคร : อักษรเจริญทัศน์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.(2562). **คู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1**. สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2562, จาก <https://www.scimath.org/>
- Youtube. (2020, October 22). **Combustion Reaction**. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=pzx1dCZM-6Y>
- Youtube. (2019, March 28). **โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม**. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2560, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=RrZJDQxDR08>
- การกลั่นลำดับส่วน**. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2560, จาก <https://chemiis.wordpress.com>
- ถ่านหิน**. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2560, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/ถ่านหิน>
- ฟีด**. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2560, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/ฟีด>
- ประเภทของถ่านหิน**. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2560, จาก <https://www.ucsusa.org/resources/how-coal-works>

ກາດພູນວກ

แนวการตอบคำถาม

กิจกรรมที่ 1 สังเกตการเผาไหม้ของเทียนไข

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 สังเกตการเผาไหม้ของเทียนไข

- บันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากการเผาไหม้ของเทียนไข อย่างน้อย 3 ข้อ

(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)

- ตั้งคำถามเกี่ยวกับการเผาไหม้ของเทียนไข 1 คำถาม (ควรใช้คำถามที่มีข้อความว่า “อย่างไร”)

(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)

กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน “ปฏิกิริยาเคมี”

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน “ปฏิกิริยาเคมี”

ข้อความ	
✓	1.ปฏิกิริยาเคมี คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นไปเป็นสารใหม่
✗	2. น้ำระเหยกลายเป็นไอ เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
✓	3. การย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
✓	4. ปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่พบมากในชีวิตประจำวัน
✓	5. ในร่างกายของมนุษย์เรามีการเผาผลาญพลังงานที่เรียกว่าปฏิกิริยาสันดาป
✓	6. สารที่เข้าทำปฏิกิริยา เรียกว่า สารตั้งต้น และสารใหม่ที่เกิดขึ้น เรียกว่า สารผลิตภัณฑ์
“สิ่งที่ฉันรู้แล้ว”	
What I already Knew?	
(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)	
“สิ่งที่ฉันอยากรู้”	
What I <u>Want</u> to know?	
(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)	

กิจกรรมที่ 3 ปฏิบัติการทดลอง “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3

■ ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการเปลี่ยนแปลง
สารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + สารละลาย KI	- เกิดตะกอนสีเหลือง
สารละลาย NaHCO_3 + กรดของกรด $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	- เกิดฟองแก๊ส
สารละลาย HCl + แผ่น Mg	- เกิดฟองแก๊ส
สารละลาย KMnO_4 + สารละลาย HCl	- เกิดฟองแก๊ส
ทดสอบสารละลาย HCl ด้วยกระดาษลิตมัส	- เปลี่ยนสีจากน้ำเงิน --> แดง
ทดสอบสารละลาย NaOH ด้วยกระดาษลิตมัส	- เปลี่ยนสีจากแดง --> น้ำเงิน
สารละลาย HCl + สารละลาย NaOH	- ได้สารละลายใสไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

■ คำถามท้ายการทดลอง

>> การทดลองใดทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้น และทราบได้อย่างไร

- การทดลองที่มีสารใหม่ ได้แก่

1. สารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + สารละลาย KI
2. สารละลาย NaHCO_3 + กรดของกรด $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$
3. สารละลาย HCl + แผ่น Mg
4. สารละลาย KMnO_4 + สารละลาย HCl

- สังเกตได้จากการเกิดสารที่มีสีใหม่ เกิดตะกอน เกิดฟองแก๊ส และการเปลี่ยนไปของสีกระดาษลิตมัส

กิจกรรมที่ 4 อภิปรายและนำเสนอ “การเกิดปฏิกิริยาเคมี”

- สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)
(ใช้แบบประเมินการนำเสนอหน้าชั้นเรียน)

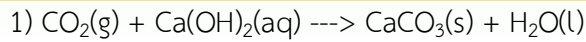
กิจกรรมที่ 5 สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 5 สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

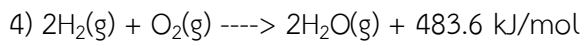
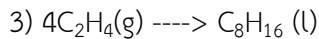
1. เติมข้อมูลลงในตารางให้สมบูรณ์

สมการเคมี	สารตั้งต้น/ สถานะ	ผลิตภัณฑ์/ สถานะ	ข้อมูลอื่นที่ เกี่ยวข้องกับ ปฏิกิริยาเคมี
$2\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{NaOH (aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ + พลังงาน	Na/ของแข็ง H ₂ O/ ของเหลว	NaOH/ สารละลาย ในน้ำ H ₂ /แก๊ส	คายพลังงาน
$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3\text{CO(g)} \rightarrow 2\text{Fe(s)} + 3\text{CO}_2\text{(g)}$	Fe ₂ O ₃ / ของแข็ง CO/แก๊ส	Fe/ ของแข็ง CO ₂ /แก๊ส	-
H ₂ SO ₄ 2H ₂ O (l) $\rightarrow$ 2H ₂ (g) + O ₂ (g)	H ₂ O/ ของเหลว	H ₂ /แก๊ส O ₂ /แก๊ส	ใช้ H ₂ SO ₄ เป็นตัวเร่ง ปฏิกิริยา
CH ₄ (g) + 2H ₂ O(g) + 165 kJ/mol $\rightarrow$ 4H ₂ (g) + CO ₂ (g)	CH ₄ /แก๊ส H ₂ O/แก๊ส	H ₂ /แก๊ส CO ₂ /แก๊ส	ดูด พลังงาน 165 kJ/mol

2. พิจารณาสมการเคมีและตอบคำถาม



Pt, Re



2.1 ปฏิกริยาเคมีใดที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดอยู่ในสถานะแก๊ส

ตอบ ปฏิกริยาเคมีที่ 2) และ 4)

2.2 ปฏิกริยาเคมีใดที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

ตอบ ปฏิกริยาเคมีที่ 3)

2.3 ปฏิกริยาเคมีใดที่มีการคายพลังงาน

ตอบ ปฏิกริยาเคมีที่ 4)

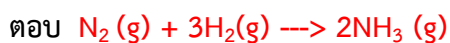
2.4 ปฏิกริยาเคมีใดที่ให้ผลิตภัณฑ์เป็นของแข็ง

ตอบ ปฏิกริยาเคมีที่ 1)

3. เขียนสมการเคมีจากปฏิกิริยาจากข้อความ

3.1 การสังเคราะห์แก๊สแอมโมเนียทำได้โดยใช้แก๊สไนโตรเจน (N_2) 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจน (H_2) 3 โมเลกุล ซึ่งจะได้แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 2 โมเลกุล โดยใช้เหล็ก (Fe) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

Fe



3.2 การเผาผลิกลูกน้ำตาลทราย ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ในอากาศ ทำให้ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไอน้ำ (H_2O) และความร้อนออกมา โดยปฏิกิริยาต้องใช้แก๊สออกซิเจน 12 โมเลกุลต่อน้ำตาลทราย 1 โมเลกุล ซึ่งจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 12 โมเลกุล และไอน้ำ 11 โมเลกุล

 Δ 

กิจกรรมที่ 6 สะท้อนความคิด

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 6 สะท้อนความคิด

“สิ่งที่ฉันรู้แล้ว” What I already Knew? (จากกิจกรรมที่ 2)	“สิ่งที่ฉันอยากรู้” What I <u>Want</u> to know? (จากกิจกรรมที่ 2)
(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)	(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)
“สิ่งที่ฉันได้เรียนรู้” “What I have Learned?”	
(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)	
สิ่งที่นักเรียนประทับใจ ในการเรียนรู้ครั้งนี้	สิ่งที่ต้องการปรับปรุง ในการเรียนรู้ครั้งนี้
(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)	(อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)

แบบบันทึกการเรียนรู้

ชื่อ-สกุล	
ชั้น	เลขที่
กิจกรรม	ผลการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 1	
กิจกรรมที่ 2	
กิจกรรมที่ 3	
กิจกรรมที่ 4	
กิจกรรมที่ 5	
กิจกรรมที่ 6	

(นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้ของตนเอง ในแต่ละกิจกรรม ว่าสามารถเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด)

