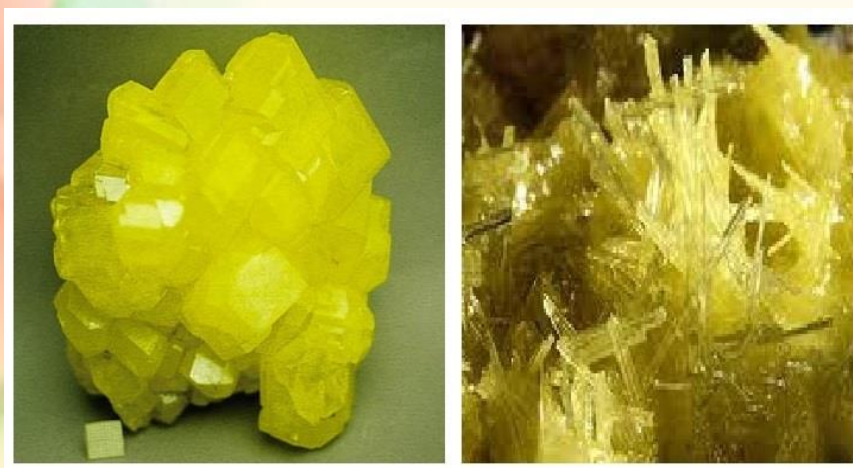


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 1 สมบัติของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง



นางเยาวภา โปตาพล
ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนโพนทองพัฒนาวิทยา
อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการประกอบการเรียนการสอน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียน สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructionism) สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับจิตวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง และครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 7 ชุด ได้แก่

- ชุดที่ 1 สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง
- ชุดที่ 2 ชนิดของผลึกและการเปลี่ยนสถานะของของแข็ง
- ชุดที่ 3 สมบัติของของเหลว ความตึงผิว
- ชุดที่ 4 การระเหยและความดันไอกับจุดเดือดของของเหลว
- ชุดที่ 5 สมบัติของแก๊สและความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส
- ชุดที่ 6 การแพร่ของแก๊ส
- ชุดที่ 7 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

ซึ่งในแต่ละชุดจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ได้เรียนรู้ทีละน้อยตามลำดับขั้น ตามศักยภาพ และความสามารถของตนเอง อีกทั้งพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ ดำรงชีวิตในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรู้เท่าทัน

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณะครูโรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยาทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้ จะเอื้อประโยชน์ให้นักเรียน และครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่วางไว้ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาชีวิตของตนเองให้ประสบความสำเร็จตามศักยภาพที่มีอยู่ และเป็นพลเมืองที่ดีของประเทศชาติต่อไป

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
สารบัญรูป	๘
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู	1
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	1
บทบาทของนักเรียน	2
แนวคิดชุดกิจกรรมการเรียนรู้	3
แบบทดสอบก่อนเรียน	5
บัตรกิจกรรมที่ 1 : คำถามนำทาง	8
บัตรเนื้อหา : เรื่อง สมบัติของของแข็ง	9
บัตรกิจกรรมที่ 2 : การทดลอง เรื่อง การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน	11
บัตรเนื้อหา : เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง	13
บัตรกิจกรรมที่ 3 : เกม Who am I เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง	16
บัตรเสริมทักษะที่ 1 : เรื่อง สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง	17
แบบทดสอบหลังเรียน	18
บรรณานุกรม	20
ภาคผนวก	21
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	23
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 : คำถามนำทาง	24
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2 : การทดลอง เรื่อง การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน	25
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3 : เกม Who am I เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง	26
เฉลยบัตรเสริมทักษะที่ 1: เรื่อง สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง	27

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	กำมะถันรอมบิกและกำมะถันมอนอกคลีนิก	13
2	โมเลกุลของกำมะถัน	14

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางด้านทักษะวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เพื่อช่วยในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นไปด้วยดี บรรลุวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาและทำความเข้าใจแผนการจัดการเรียนรู้ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ล่วงหน้า เพื่อช่วยในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในบางกิจกรรมครูผู้สอนอาจจำเป็นต้องให้นักเรียน ทำงานหรือเตรียมสิ่งของบางอย่างมาล่วงหน้า
2. เตรียมสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนพยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด
3. ชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียน ปฏิบัติตามขั้นตอน อ่านคำสั่งให้ชัดเจน ตั้งใจปฏิบัติตามเต็มความสามารถ ไม่รบกวนผู้อื่น ไม่ชักชวนเพื่อนเล่น
4. ช่วยนักเรียนสรุปประเด็นสาระที่เรียนรู้เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมสิ้นสุดลงทำการประเมินผลการเรียนรู้ ของนักเรียน พยายามสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมทุกครั้งเมื่อมีโอกาส เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้นักเรียนเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข
5. ครูเสนอแนะให้นักเรียนสามารถนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง นี้ ไปศึกษาด้วยตนเองได้ หากแต่ต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตัวเอง ไม่เปิดดูเฉลย เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง ให้นักเรียนจัดกลุ่ม กลุ่มละ 7-8 คน แต่ละกลุ่มรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และควรปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังนี้

1. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง
3. ศึกษาชุดกิจกรรมโดยปฏิบัติตามคำชี้แจงที่ได้ระบุไว้ใน บัตรกิจกรรม บัตรคำสั่งและบัตรเสริมทักษะ ตามขั้นตอนให้ครบทุกเรื่อง
4. หากนักเรียนยังไม่เข้าใจในสาระการเรียนรู้ให้นักเรียนกลับไปศึกษาอีกครั้งหรือขอคำแนะนำจากครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1 สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง
6. หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ หากแต่ต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตัวเอง ไม่เปิดดูเฉลย เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด

บทบาทของนักเรียน



ศึกษาคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้
จุดประสงค์การเรียนรู้

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
ประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด

ทำการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามวัฏจักรการ
เรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)
4. ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ตรวจคำตอบบัตรกิจกรรม

ทำแบบทดสอบหลังเรียนประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ไม่ผ่านเกณฑ์
ร้อยละ 60

แนวคิดชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง จัดทำขึ้นเพื่อให้แก่นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติบางประการของของแข็ง การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ทดลองและศึกษาความแตกต่างของผลึกกำมะถัน ซึ่งกิจกรรมชุดนี้มุ่งพัฒนาให้นักเรียน ตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การสืบเสาะหาความรู้ทั้งด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Knowledge) และด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และระดมความคิด เป็นรายกลุ่ม พร้อมทั้งทำแบบเสริมทักษะท้ายชุดกิจกรรม

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่เครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆเข้าใจ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้(K)

1. อธิบายสมบัติบางประการของของแข็งได้
2. อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของของแข็งได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการการเรียนรู้(P)

1. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - ทดลองเตรียมผลึกกำมะถันได้
2. การคิดวิเคราะห์
 - จำแนกสมบัติบางประการของของแข็งและการจัดอนุภาคของของแข็งได้
3. กระบวนการกลุ่มสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

3. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (A)

1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความมุ่งมั่น อดทน และรอบคอบในการเรียน
2. มีความซื่อสัตย์ ประหยัด และมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
3. มีเหตุผล ร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

- สมบัติของของแข็ง
- การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

สาระสำคัญ

อนุภาคของของแข็ง จะมีรูปร่างที่แน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับ ภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรคงที่ ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ไม่สามารถไหลได้ในภาชนะปกติ เนื่องจากอนุภาคของของแข็งอยู่ชิดกันมาก การจัดเรียงอนุภาคอยู่ในตำแหน่งที่แน่นอน

เวลาที่ใช้ จำนวน 3 ชั่วโมง



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติบางประการของของแข็ง
2. อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของของแข็งได้

คำชี้แจง :

นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) ใช้เวลา 10 นาที

1. ข้อใดเป็นสมบัติของของแข็ง

- ก. ของแข็งต่างชนิดกันอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือเหมือนกันก็ได้
- ข. ของแข็งทุกชนิดสามารถนำไฟฟ้าได้
- ค. ของแข็งจะมีรูปร่างที่แน่นอน และปริมาตรคงที่ ส่วนของเหลวและแก๊สมีรูปร่างไม่แน่นอนและปริมาตรไม่คงที่
- ง. โมเลกุลของของแข็งจะมีแรงยึดเหนี่ยวโมเลกุลน้อยกว่าของเหลวและแก๊ส

2. ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของของแข็งไม่ถูกต้อง

- ก. ของแข็งสามารถบีบอัดให้มีปริมาตรเล็กลงได้อีก
- ข. ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรแน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ
- ค. อนุภาคภายในของแข็งไม่มีการเคลื่อนที่ แต่มีการสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลา
- ง. ของแข็งบางชนิดมีรูปเป็นผลึก เช่น สารส้ม จุนสี เกลือแกง ของแข็งบางชนิดไม่มีรูปเป็นผลึก เช่น ยาง พลาสติก

3. ผลึกของกำมะถันมีกี่รูปแบบ

- ก. 1 รูปแบบ
- ข. 2 รูปแบบ
- ค. 3 รูปแบบ
- ง. 4 รูปแบบ

4. สารใดที่สามารถเกิดการระเหิดได้

- ก. เกลือแกง ไอโอดีน
- ข. แนฟทาลิน เกลือแกง
- ค. การบูร แนฟทาลิน
- ง. กำมะถัน แอมโมเนีย

5. ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับกำมะถันรอมบิก และกำมะถันมอนอคลินิก

- ก. การจัดเรียงโมเลกุลของกำมะถันทั้งสองชนิดเหมือนกัน
- ข. กำมะถันรอมบิกเสถียรคงตัวที่อุณหภูมิปกติ
- ค. กำมะถันทั้งสองชนิดมีสมบัติบางประการเหมือนกัน
- ง. จำนวนอะตอมใน 1 โมเลกุลของกำมะถันทั้งสองชนิดเท่ากัน

6. ข้อใด คือ สมบัติของกำมะถันมอนอคลินิก

- ก. มีสีเหลือง รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม ไม่นำไฟฟ้า

- ข. มีสีเหลือง รูปผลึกมีลักษณะเป็น
เหลี่ยมคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียก
ปูน นำไฟฟ้าได้
- ค. มีสีแดง รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่ง
คล้ายรูปเข็ม นำไฟฟ้า
- ง. รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูป
เข็ม ในธรรมชาติพบได้ง่ายกว่า
กำมะถันรอมบิก
7. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกำมะถันจะเปลี่ยน
รูปเป็นแบบใด
- ก. รอมบิก
- ข. มอนอคลินิก
- ค. รอมมิก
- ง. โนนอคลินิก
8. ข้อใดเป็นสมบัติของแข็งที่เป็นผลึก
โลหะ
- ก. แข็งปานกลาง จุดหลอมเหลวต่ำ
ไม่นำไฟฟ้า
- ข. แข็ง จุดหลอมเหลวสูง ไม่นำ
ไฟฟ้า
- ค. แข็ง จุดหลอมเหลวสูง นำไฟฟ้า
ได้ดี
- ง. แข็งเปราะ จุดหลอมเหลวสูง ไม่
นำไฟฟ้า

9. ข้อใดเป็นของแข็งอสัณฐาน
- ก. เหล็กแท่ง เครื่องแก้ว
- ข. เครื่องแก้ว พลาสติก
- ค. ขวดพลาสติก สารส้ม
- ง. ยางรถยนต์ สารส้ม
10. โครงสร้างของกำมะถันรอมบิกป
ระกอบด้วยอะตอมของกำมะถัน
ทั้งหมดกี่อะตอม
- ก. 5 อะตอม
- ข. 6 อะตอม
- ค. 7 อะตอม
- ง. 8 อะตอม



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....



ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนสอบที่ได้

10

บัตรกิจกรรมที่ 1 คำถามนำทาง
เรื่อง สมบัติของของแข็ง

ชื่อชั้น ม. 4/..... กลุ่มที่.....



ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดในกลุ่ม เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลว และจุดเดือดกับแรงยึดเหนี่ยวอนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

คำถาม

สมบัติบางประการของของแข็ง
เป็นอย่างไรบ้าง



คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บัตรเนื้อหา เรื่อง สมบัติของของแข็ง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง สมบัติของของแข็ง

ของแข็ง (Solid) หมายถึง สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก อนุภาคอยู่ใกล้ชิดกัน ดังนั้น ของแข็งจึงมีรูปร่างและปริมาตรคงที่ โดยไม่เปลี่ยนแปลงไปตามรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ เช่น ทองแดง สังกะสี ต่างทับทิม เปลือกแกง

สมบัติทั่วไปของของแข็ง

1. ของแข็งมีรูปร่างคงที่แน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ อนุภาคภายในของแข็งเคลื่อนที่ไม่ได้ แต่มีการสั่นสะเทือนตลอดเวลา
2. ของแข็งไม่สามารถบีบอัดให้มีปริมาณเล็กลงได้อีก เพราะอนุภาคภายในของแข็งอยู่ชิดกันอยู่แล้ว ถ้าเราใช้แรงงานบีบอัดมากของแข็งบางชนิดก็จะแตกหักเป็นชิ้นเล็กๆ
3. สารหนึ่งๆเมื่อเป็นของแข็งจะมีความหนาแน่นมากกว่าแก๊สและของเหลว(ยกเว้น สารบางชนิด เช่น น้ำแข็ง มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ)
4. ของแข็งที่เป็นโลหะสามารถดึงออกเป็นเส้น หรือตีแผ่เป็นแผ่นได้
5. ของแข็งบางชนิดเป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี เช่น ทองคำ ทองแดง สังกะสีและโลหะอื่นๆบางชนิดเป็นสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน บางชนิดเป็นฉนวน เช่น พลาสติก
6. ของแข็งที่บริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวคงที่ เมื่อความดันคงที่
7. ของแข็งบางชนิดสามารถระเหิดได้ เช่น แนฟทาลีน(ลูกเหม็น)
8. ปริมาตรของของแข็งค่อนข้างคงที่ การเปลี่ยนแปลงความดัน จึงเกือบจะไม่มีผล ต่อการเปลี่ยนปริมาตรของของแข็ง สำหรับอุณหภูมิมีผลต่อของแข็งน้อยเช่นเดียวกัน แต่เมื่อของแข็งได้รับความร้อนจะมีการขยาย เนื่องจากการสั่นสะเทือนของอนุภาค และจะหดตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง แต่การขยายตัวและหดตัวมีค่าน้อยมากเมื่ออุณหภูมิลดลง แต่การขยายตัวและหดตัวมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับของเหลวและแก๊ส
9. ของแข็งเมื่อได้รับพลังงานความร้อนสูงมากพอ จะหลอมเหลวกลายเป็นของเหลวได้
10. ของแข็งบางชนิดสามารถจัดเรียงตัวเป็นรูปทรงทางเรขาคณิตที่แน่นอนได้เรียกว่า ผลึก บางชนิดอาจจะมีผลึกได้หลายแบบและบางชนิดไม่สามารถมีผลึกได้ เรียกว่าของแข็งอสัณฐาน(Amorphous solid)

สรุป สมบัติบางประการของของแข็ง

ของแข็งหมายถึงอะไร จ๊ะ



ของแข็ง หมายถึง สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมานุภาค อยู่ใกล้ชิดกัน ดังนั้น ของแข็งจึงมีรูปร่างและปริมาตรคงที่โดยไม่เปลี่ยนแปลงตาม รูปร่างของภาชนะที่บรรจุ



แล้วสมบัติของของแข็งล่ะ มีอะไรบ้าง



1. มีรูปร่างที่แน่นอน
2. อนุภาคอยู่ชิดกัน
3. มีความหนาแน่นมากกว่าของเหลวและแก๊ส
4. โลหะ สามารถดึงเป็นเส้นและตีเป็นแผ่นได้
5. นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี

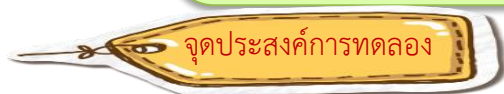


6. ของแข็งบริสุทธิ์ จะมีจุดหลอมเหลวคงที่
7. สามารถระเหิดได้
8. ปริมาตรคงที่
9. หลอมเหลวได้เมื่อได้รับ ความร้อนที่สูงพอ
10. บางชนิดมีรูปผลึก บางชนิดเป็นของแข็งอสัณฐาน

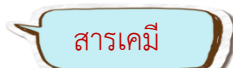


บัตรกิจกรรมที่ 2 การทดลอง เรื่อง การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน

กลุ่มที่.....	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/
สมาชิกในกลุ่ม 1.	2.
3.	4.
5.	6.
7.	8.



- 1. ทำการทดลองเพื่อเตรียมผลึกกำมะถันมอนอคลินิกและกำมะถันรอมบิกได้
- 2. บอกลักษณะของผลึกกำมะถันมอนอคลินิกและกำมะถันรอมบิกได้



1. กำมะถัน
2. โทลูอิน



- | | |
|-------------------------------------|--------|
| 1. หลอดทดลองขนาดกลาง | 1 หลอด |
| 2. จุกยางสำหรับปิดหลอดทดลองขนาดกลาง | 1 อัน |
| 3. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 อัน |
| 4. ที่จับหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 5. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³ | 1 ใบ |
| 6. กระจกนาฬิกา | 1 อัน |
| 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์ฟ้อมที่กั้นลม | 1 ชุด |
| 8. แท่งแก้วคน | 1 อัน |



1. ใส่ผงกำมะถัน 1 g ในหลอดทดลองขนาดกลาง และเติมโทลูอินลงไป 5 cm³
2. อุ่นสารในข้อ 1 ในปีกเกอร์น้ำร้อนที่อุณหภูมิ ประมาณ 75° C ใช้แท่งแก้วคนจนกำมะถันละลายหมด
3. ลดอุณหภูมิของสารละลาย ข้อ 2 อย่างช้า ๆ จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ขณะที่ลดอุณหภูมิยังคงแช่สารละลายอยู่ในปีกเกอร์น้ำร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. เทสารจากข้อ 3 ทั้งหมดลงบนกระจกนาฬิกาแล้วนำไปวางในที่อากาศถ่ายเทได้ดีโทลูอินจะระเหยอย่างรวดเร็วสังเกตลักษณะของกำมะถันที่เกิดขึ้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การสังเกต	ผลการเปลี่ยนแปลง
ระหว่างแช่อยู่ในสารละลาย	
ระเหยแห้งบนกระจกนาฬิกา	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ลักษณะที่ปรากฏของกัมมะถันก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
.....
2. จากผลการทดลองได้ผลึกกัมมะถันกี่รูป
.....
3. ถ้าในการทดลองไม่มีสารละลายโทลูอินเราสามารถนำสารชนิดใดมาใช้เป็นตัวทำละลายแทนได้บ้างจงอธิบาย
.....

บัตรเนื้อหา

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

ของแข็งที่เกิดจากการเรียงอนุภาคอย่างเป็นระเบียบ มีรูปร่างเฉพาะตัว เรียกว่าผลึก ผลึกของของแข็งแต่ละชนิดจะมีผิวหน้าที่เรียบ ซึ่งทำมุมกันด้วยค่าที่แน่นอน เป็นลักษณะเฉพาะตัว ผลึกที่มีขนาดใหญ่ ๆ เมื่อทำให้ผลึกเล็กลงเช่นโดยการบด ส่วนเล็ก ๆ จะยังคงรักษารูปผลึกเป็นแบบเดิมอยู่ โดยทั่วไปของแข็งชนิดเดียวกันจะมีการจัดเรียงอนุภาคเป็นแบบเดียวกันไม่ว่าของแข็งนั้นจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือสังเคราะห์ขึ้น ผลึกของของแข็งจะมีจุดหลอมเหลวคงที่ และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวสั้น การที่ของแข็งมีการจัดเรียงโมเลกุลต่างกัน ทำให้เกิดผลึกที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลให้สมบัติทางกายภาพ เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นแตกต่างกันในกรณีที่ของแข็งชนิดหนึ่งมีผลึกได้หลายแบบ เรียกว่า **มีรูป (Polymorphism)** ในกรณีที่ธาตุชนิดเดียวกันแต่มีการจัดเรียงโครงสร้างของโมเลกุลหรือโครงสร้างของผลึกต่างกัน ก็เรียกว่า **รูป (Allotrope)**

ซึ่งจากการทดลองเรื่อง การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน พบว่ากำมะถันที่มีลักษณะเป็นผงละลายได้ในโทลูอิน เมื่อทำให้เป็นสารละลายอิ่มตัวแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตัวทำละลายระเหยออกไป จะได้ของแข็งที่มีรูปผลึกที่มีลักษณะแตกต่างกัน มีโครงสร้างผลึก 2 แบบ คือ รอมบิก (rhombic) และ มอนอคลินิก (monoclinic) มีลักษณะดังรูป

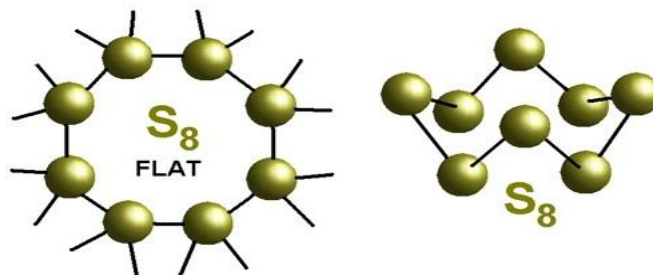


รูปที่ 1 กำมะถันรอมบิก



รูปที่ 2 กำมะถันมอนอคลินิก

ซึ่งในธรรมชาติมักจะพบกำมะถันรอมบิกเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากอยู่ตัวที่อุณหภูมิห้อง ส่วนกำมะถันมอนอคลินิกจะเสถียรที่อุณหภูมิสูงกว่า 96 องศาเซลเซียส แต่จากการทดลองสามารถเตรียมผลึกกำมะถันได้ทั้ง 2 รูป พร้อมกัน เพราะมีการควบคุมสภาวะการตกผลึกให้แตกต่างจากธรรมชาติ การตกผลึกของกำมะถันทั้ง 2 รูป มีสูตรเป็น S_8 เหมือนกัน คือใน 1 โมเลกุลจะประกอบด้วยกำมะถัน 8 อะตอม และแต่ละอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์



รูปที่ 3 โมเลกุลของกำมะถัน

ผลึกกำมะถันมีรูปร่างแตกต่างกัน เนื่องจากมีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลกำมะถันแตกต่างกัน ขณะที่อุณหภูมิต่ำกำมะถันจะอยู่ในรูปของกำมะถัน rombik มีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยม แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเปลี่ยนรูปเป็นกำมะถัน monoklinik มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็ม

กำมะถัน rombik (Rhombic sulphur) หรือเรียกอีกอย่างว่า กำมะถันแอลฟา (α -sulphur หรือ S_α) เป็นรูปที่อยู่ตัวมากที่สุด (Stable) ผลึกมีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยม

เตรียมโดยละลายกำมะถันในโทลูอินร้อนๆจนสารละลายอิ่มตัว กรอง เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงอย่างช้าๆจะได้ผลึกแยกออกมา

สมบัติของกำมะถัน rombik

1. เป็นผลึกรูปเหลี่ยมโปร่งใสสีเหลืองอ่อน
2. มีจุดหลอมเหลว 112.8°C และมีจุดเดือด 444.67°C
3. มีความหนาแน่น 2.07 g/cm^3
4. ละลายได้ใน คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2), เบนซีน (C_6H_6), โทลูอิน ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$) เป็นต้น แต่ไม่ละลายน้ำ
5. เสถียรที่สุดที่อุณหภูมิปกติ แต่ถ้าให้อุณหภูมิสูงกว่า 95.6°C จะเปลี่ยนเป็นกำมะถัน monoklinik
6. ไม่นำไฟฟ้า

กำมะถัน monoklinik (Monoclinic sulphur) หรือเรียกว่ากำมะถันปริสมติก (Prismatic sulphur) หรือกำมะถันบีตา (β -sulphur หรือ S_β) เป็นรูปที่คงตัวที่อุณหภูมิสูงกว่า 95.6°C แต่ไม่เกิน 119°C มีลักษณะผลึกรูปเข็ม เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 95.6°C จะค่อยๆเปลี่ยนเป็น และเรียกอุณหภูมินี้ว่า **Transition temperature**

กำมะถัน monoklinik เตรียมได้โดยนำเอาผงกำมะถันใส่ลงหลอดทดลอง แล้วนำไปหลอมเหลว โดยใช้ไฟอ่อนๆของเหลวที่ได้จะมีสีเหลืองอ่อนและใส เทกำมะถันเหลวลงในกรวยที่มีกระดาษกรองแล้ว ตั้งทิ้งไว้สักครู่หนึ่ง พอสังเกตเห็นผลึกเริ่มเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของของเหลวแล้วจึงเทกำมะถันที่ยังหลอมเหลวอยู่ในกรวยออก ปล่อยให้กำมะถันที่ยังติดกระดาษกรองในกรวยเย็นจนแข็งตัวหมด ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นก็จะได้ผลึกกำมะถัน monoklinik ตามต้องการ หรือเตรียมได้โดยละลายกำมะถันในโทลูอินร้อนๆจนสารละลายอิ่มตัว กรอง เมื่อปล่อยให้สารละลายเย็นตัวลงอย่างช้าๆจะได้ผลึกแยกออกมา

สมบัติของกำมะถันมอนอคลินิก

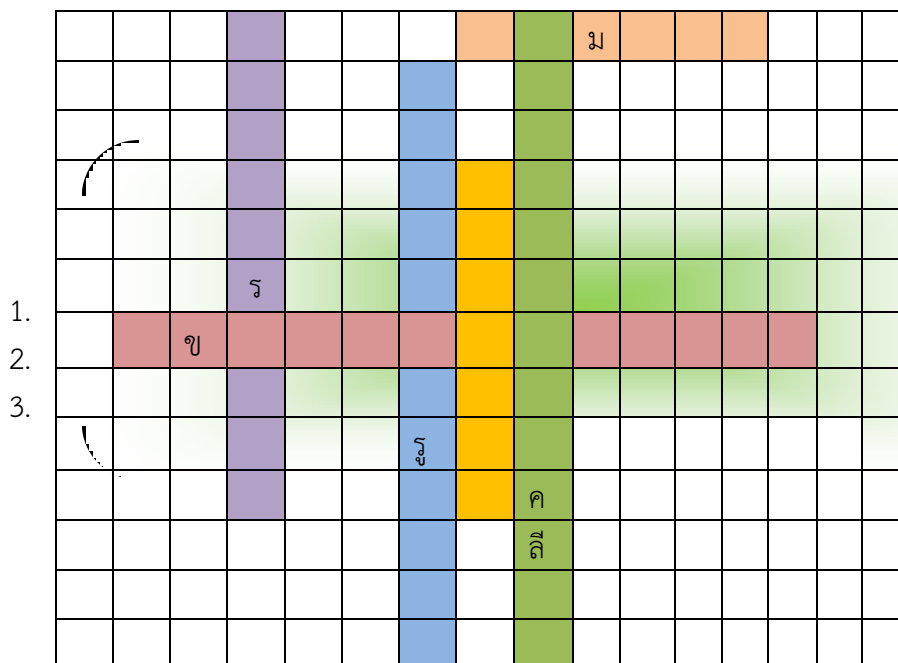
1. เป็นผลึกรูปเหลี่ยมโปร่งใสสีเหลืองเข้มกว่า
2. มีจุดหลอมเหลว 119°C และมีจุดเดือด 444.67°C
3. มีความหนาแน่น 1.96 g/cm^3
4. ละลายได้ใน คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) และโทลูอิน ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$) เป็นต้น
5. เสถียรที่อุณหภูมิสูงกว่า 95.6°C แต่ไม่เกิน 119°C
6. ไม่นำไฟฟ้า



บัตรกิจกรรมที่ 3

เกม”Who am I” เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

คำชี้แจง



แถวแนวนอน

1. มีสูตรโมเลกุล S_8 มีสถานะเป็นของแข็งเป็นอโลหะ

1. เป็นสารที่มีรูปร่างแน่นอน มีปริมาตรคงที่ อนุภาคอยู่ชิดกันมาก มีแรงยึดเหนี่ยวมาก
- 2...ผลึกกัมมะถันรูปเหลี่ยมคล้ายขนมเปียกปูน โปร่งใส
- 3 ของแข็งที่มีรูปผลึก จัดเรียงตัวได้เป็นระเบียบ

บัตรเสริมทักษะที่ 1

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

กลุ่มที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/

- สมาชิกในกลุ่ม
- | | |
|---------|---------|
| 1. | 2. |
| 3. | 4. |
| 5. | 6. |
| 7. | 8. |

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดตอบคำถามจากโจทย์คำถามต่อไปนี้

1. จงยกตัวอย่างของแข็งอณูฐานที่พบในชีวิตประจำวัน 2 ชนิด และอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นของแข็งอณูฐาน

2. จงเปรียบเทียบลักษณะระหว่างของแข็งอณูฐานและของแข็งผลึก

3. ของแข็งส่วนมากมีการจัดเรียงตัวของอนุภาค (อะตอม ไอออนหรือโมเลกุล) อย่างมีระเบียบแบบแผนได้โครงสร้างที่เป็นผลึกเราเรียกว่าอะไร พร้อมยกตัวอย่างผลึกของแข็งที่รู้จัก

แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 1 เรื่องสมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติบางประการของของแข็ง
2. อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของของแข็งได้



คำชี้แจง : นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) ใช้เวลา 10 นาที

1. ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับกำมะถันรวมบิก และกำมะถันมอนอคลินิก
ก. การจัดเรียงโมเลกุลของกำมะถันทั้งสองชนิดเหมือนกัน
ข. กำมะถันรวมบิกเสถียรคงตัวที่อุณหภูมิปกติ
ค. กำมะถันทั้งสองชนิดมีสมบัติบางประการ เหมือนกัน
ง. จำนวนอะตอมใน 1 โมเลกุลของกำมะถันทั้งสองชนิดเท่ากัน
2. สารใดที่สามารถเกิดการระเหิดได้
ก. เกลือแกง ไอโอดีน
ข. แนนพทาไลน์ เกลือแกง
ค. การบูร แนนพทาไลน์
ง. กำมะถัน แอมโมเนีย
3. ข้อใดเป็นของแข็งอสัณฐาน
ก. เกลือแกง เครื่องแก้ว
ข. เครื่องแก้ว พลาสติก
ค. ขวดพลาสติก สารส้ม
ง. ยางรถยนต์ สารส้ม
4. ข้อใดเป็นสมบัติของของแข็ง
ก. ของแข็งต่างชนิดกันอาจจะมีรูปผลึกต่างกันหรือเหมือนกันก็ได้
ข. ของแข็งทุกชนิดสามารถนำไฟฟ้าได้
ค. ของแข็งจะมีรูปร่างที่แน่นอน และปริมาตรคงที่ ส่วนของเหลวและแก๊สมีรูปร่างไม่แน่นอนและปริมาตรไม่คงที่

- ง. โมเลกุลของของแข็งจะมีแรงยึดเหนี่ยวโมเลกุลน้อยกว่าของเหลวและแก๊ส
5. ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของของแข็งไม่ถูกต้อง
ก. ของแข็งสามารถบีบอัดให้มีปริมาตรเล็กลงได้อีก
ข. ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรแน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ
ค. อนุภาคภายในของแข็งไม่มีการเคลื่อนที่ แต่มีการสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลา
ง. ของแข็งบางชนิดมีรูปเป็นผลึก เช่น สารส้ม จุนสี เกลือแกง ของแข็งบางชนิดไม่มีรูปเป็นผลึก เช่น ยาง พลาสติก
6. ผลึกของกำมะถันมีกี่รูปแบบ
ก. 1 รูปแบบ
ข. 2 รูปแบบ
ค. 3 รูปแบบ
ง. 4 รูปแบบ

ตั้งใจทำให้ผ่านนะ



7. โครงสร้างของก้ามะถันรอมบิก ประกอบด้วยอะตอมของก้ามะถันทั้งหมดกี่อะตอม

ก. 5 อะตอม
ข. 6 อะตอม
ค. 7 อะตอม
ง. 8 อะตอม

8. ข้อใดเป็นสมบัติของแข็งที่เป็นผลึก

โลหะ

ก. แข็งปานกลาง จุดหลอมเหลวต่ำ ไม่นำไฟฟ้า
ข. แข็ง จุดหลอมเหลวสูง ไม่นำไฟฟ้า
ค. แข็ง จุดหลอมเหลวสูงนำไฟฟ้าได้ดี
ง. แข็งเปราะ จุดหลอมเหลวสูง ไม่นำไฟฟ้า

9. ข้อใด คือ สมบัติของก้ามะถันมอนอกlinik

ก. มีสีเหลือง รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม ไม่นำไฟฟ้า
ข. มีสีเหลือง รูปผลึกมีลักษณะเป็นเหลี่ยมคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน นำไฟฟ้าได้
ค. มีสีแดง รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม นำไฟฟ้า
ง. รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม ในธรรมชาติพบได้ง่ายกว่าก้ามะถันรอมบิก

10. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก้ามะถันจะเปลี่ยนรูปเป็นแบบใด

ก. รอมบิก
ข. มอนอกlinik
ค. รอมมิก
ง. โนนoklinik



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนสอบที่ได้

10



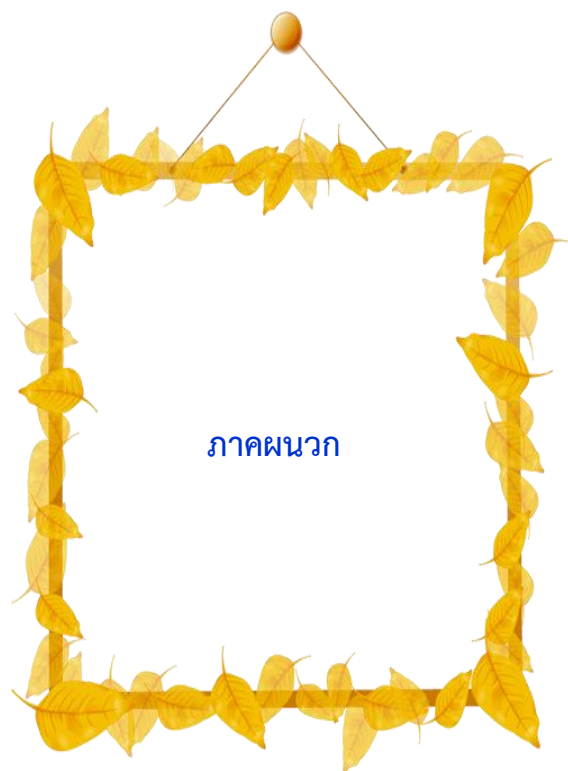
เสกสรร ศิริวัฒนวิบูลย์. คู่มือเคมี เล่ม 2 ม.4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
SCIENCE CENTER, 2553

วีระชาติ สวนไพรินทร์. คู่มือเตรียมสอบ เคมีเพิ่มเติม เล่ม 2 ม.4-6. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต.2554

สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. High School Chemistry เคมี ม. 4-6 เล่ม 2. กรุงเทพฯ :
ไฮเอนด์พับลิชชิง, 2554.

นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์. คู่มือเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4 เล่ม 2. กรุงเทพฯ : แม็ก, 2547
_____.หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

_____.คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน



ข้อที่	เฉลยก่อนเรียน	เฉลยหลังเรียน
1	ค	ก
2	ค	ค
3	ข	ข
4	ค	ค
5	ก	ค
6	ก	ข
7	ก	ง
8	ค	ค
9	ข	ก
10	ง	ก

เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 คำถามนำทาง
เรื่อง สมบัติของของแข็ง

ชื่อชั้น ม. 4/..... กลุ่มที่.....



ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดในกลุ่ม เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลว และจุดเดือดกับแรงยึดเหนี่ยวอนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

คำถาม

สมบัติบางประการของของแข็ง
เป็นอย่างไรบ้าง



คำตอบ

1. มีรูปร่างที่แน่นอน
2. อนุภาคอยู่ชิดกัน
3. มีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว
4. โลหะ สามารถดึงเป็นเส้นและตีเป็น
5. นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี
6. มีรูปร่างที่แน่นอน
7. สามารถระเหิดได้
8. ปริมาตรคงที่
9. หลอมเหลวได้เมื่อได้รับ ความร้อนที่เพียงพอ
10. บางชนิดมีรูปผลึกบางชนิดเป็นของแข็งอสัณฐาน



เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2 การทดลอง เรื่อง การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน

กลุ่มที่.....	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/
สมาชิกในกลุ่ม 1.	2.
3.	4.
5.	6.
7.	8.

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อเตรียมผลึกกำมะถันมอนอคลินิกและกำมะถันรอมบิกได้
2. บอกลักษณะของผลึกกำมะถันมอนอคลินิกและกำมะถันรอมบิกได้

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี

3. กำมะถัน
4. โทลูอิน

อุปกรณ์

- | | |
|--------------------------------------|--------|
| 9. หลอดทดลองขนาดกลาง | 1 หลอด |
| 10. จุกยางสำหรับปิดหลอดทดลองขนาดกลาง | 1 อัน |
| 11. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 อัน |
| 12. ที่จับหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 13. บีกเกอร์ขนาด 250 cm ³ | 1 ใบ |
| 14. กระจกนาฬิกา | 1 อัน |
| 15. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม | 1 ชุด |
| 16. แท่งแก้วคน | 1 อัน |

วิธีการทดลอง

1. ใส่ผงกำมะถัน 1 g ในหลอดทดลองขนาดกลาง และเติมโทลูอินลงไป 5 cm³
2. อุ่นสารในข้อ 1 ในบีกเกอร์น้ำร้อนที่อุณหภูมิ ประมาณ 75° C ใช้แท่งแก้วคนจนกำมะถันละลายหมด
3. ลดอุณหภูมิของสารละลาย ข้อ 2 อย่างช้า ๆ จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ขณะที่ลดอุณหภูมิยังคงแช่สารละลายอยู่ในบีกเกอร์น้ำร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. เทสารจากข้อ 3 ทั้งหมดลงบนกระจกนาฬิกาแล้วนำไปวางในที่อากาศถ่ายเทได้ดีโทลูอินจะระเหยอย่างรวดเร็วสังเกตลักษณะของกำมะถันที่เกิดขึ้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การสังเกต	ผลการเปลี่ยนแปลง
ระหว่างแช่อยู่ในสารละลาย	ได้ผลึกที่มีลักษณะคล้ายรูปเข็ม
ระเหยแห้งบนกระจกนาฬิกา	ได้ผลึกที่มีลักษณะคล้ายรูปเข็มและผลึกที่มีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

สรุปผลการทดลอง

.....จากการทดลองการศึกษารูปผลึกกำมะถันจะเห็นได้ว่าในระหว่างผสมผงกำมะถันกับโหลูอินให้เป็นสารละลายแล้วนำไปแช่ในอุณหภูมิประมาณ 75°C และค่อยๆลดอุณหภูมิลงจนเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วเทลงในกระจกนาฬิกา จะทำให้เกิดผลึกขึ้นทั้ง 2 รูป รูปที่มีลักษณะคล้ายรูปเข็มเรียกว่ากำมะถันมอนอคลินิก รูปที่มีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เรียกว่ากำมะถันรอมบิก ซึ่งจากการทดลองสามารถเตรียมผลึกกำมะถันได้ทั้ง 2 รูป พร้อมกัน เพราะว่าการควบคุมสภาวะการตกผลึกให้แตกต่างจากธรรมชาติ ผลึกกำมะถันที่ได้ทั้ง 2 รูป มีสูตรเป็น S_8 เหมือนกัน คือใน 1 โมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของกำมะถัน 8 อะตอม แต่มีรูปร่างแตกต่างกัน เนื่องจากการจัดเรียงตัวของโมเลกุลกำมะถันแตกต่างกัน และจากผลการทดลองสังเกตได้ว่ากำมะถันรอมบิกมีการจัดเรียงตัวชิดและอัดแน่นกว่ากำมะถันมอนอคลินิก ทำให้กำมะถันรอมบิกมีความหนาแน่นมากกว่ากำมะถันมอนอคลินิกเล็กน้อย.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ลักษณะที่ปรากฏของกำมะถันก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แตกต่างกัน.....
2. จากผลการทดลองได้ผลึกกำมะถันกี่รูป
2 รูป.....
3. ถ้าในการทดลองไม่มีสารละลายโหลูอินเราสามารถนำสารชนิดใดมาใช้เป็นตัวทำละลายแทนได้บ้างจงอธิบาย
คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2), เบนซีน (C_6H_6).....

เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3
เกม”Who am I” เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร



คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านคำอธิบายด้านล่าง แล้วหาคำมาเติมให้ถูกต้อง (ใช้เวลา 10 นาที)

			กำ					กำ	ม	ะ	ถึ	น			
			ม					ม							
			ะ					ะ							
			ถึ			อ		ถึ							
			น			ง		น							
4.			ร			แ		ม							
5.		ข	อ	ง	แ	ชี	ง	อ	สั	ณ	ฐ	า	น		
6.			ม			ง		น							
			ปิ			ริ		อ							
			ก					ค							
								ฉิ							
								นิ							
								ก							

แถวแนวนอน

1. มีสูตรโมเลกุล S_8 มีสถานะเป็นของแข็ง เป็นอโลหะ
2. ของแข็งที่ไม่มีรูปผลึก จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ
- 3.

แถวแนวตั้ง

1. เป็นสารที่มีรูปร่างแน่นอน มีปริมาตรคงที่ อนุภาคอยู่ชิดกันมาก มีแรงยึดเหนี่ยวมาก
2. ...ผลึกกำมะถันรูปเหลี่ยมคล้ายขนมเปียกปูน โปร่งใส
3. ของแข็งที่มีรูปผลึก จัดเรียงตัวได้เป็นระเบียบ
4. ผลึกกำมะถันรูปแท่งคล้ายเข็ม โปร่งใส สีเหลือง



เฉลยบัตรเสริมทักษะที่ 1

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

กลุ่มที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/

สมาชิกในกลุ่ม 1. 2.
3. 4.
5. 6.
7. 8.

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดตอบคำถามจากโจทย์คำถามต่อไปนี้

1. จงยกตัวอย่างของแข็งออสันฐานที่พบในชีวิตประจำวัน 2 ชนิด และอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นของแข็งออสันฐาน
อย่าง แก้ว เป็นของแข็งออสันฐาน เพราะการจัดเรียงอนุภาคภายในไม่เป็นระเบียบไม่มีรูปร่างผลึก เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวกลายเป็นของเหลวและไหลได้

2. จงเปรียบเทียบลักษณะระหว่างของแข็งออสันฐานและของแข็งผลึก

ของแข็งออสันฐาน	ของแข็งผลึก
1. การจัดเรียงอนุภาคภายในของแข็งไม่เป็นระเบียบ	1.)การจัดเรียงอนุภาคภายในของแข็งเป็น
2. ไม่มีรูปร่างผลึกเป็นรูปทรงเรขาคณิต	2.)มีรูปร่างผลึกเป็นรูปทรงเรขาคณิต
3. จุดหลอมเหลวไม่คงที่	3.)จุดหลอมเหลวคงที่
4. เมื่อแตกออกเป็นชิ้นเล็กๆได้ชิ้นส่วนไม่มีรูปทรงเรขาคณิต	4.)เมื่อแตกออกเป็นชิ้น

4. ของแข็งส่วนมากมีการจัดเรียงตัวของอนุภาค (อะตอม ไอออนหรือโมเลกุล) อย่างมีระเบียบแบบแผนได้โครงสร้างที่เป็นผลึกเราเรียกว่าอะไร พร้อมยกตัวอย่างผลึกของแข็งที่รู้จัก

ของแข็งรูปผลึก ได้แก่ กำมะถัน คาร์บอน ฟอสฟอรัส