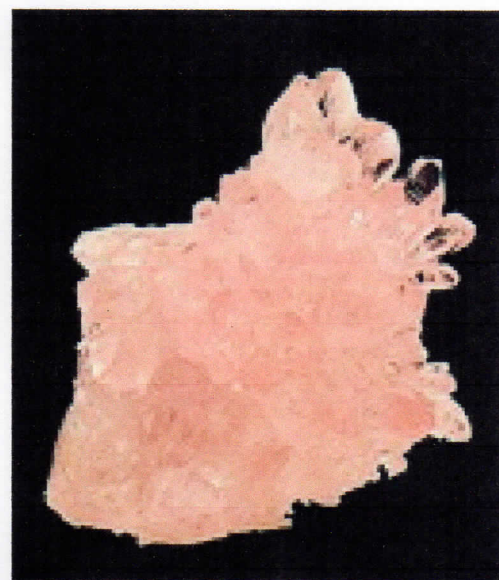


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

วิชาเคมี 2 ว32222 รายวิชาเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก



นายรัชชัย งามศิริ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนหนองแวงวิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส วิชาเคมี 2 ว32222 รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก จัดทำขึ้น เพื่อให้การใช้หลักสูตรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ จึงต้องมีการจัดทำ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเสมือนเข็มทิศชี้ทางการจัดการเรียนรู้ให้ตรงเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นการที่จะจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้น คู่มือการใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นเครื่องมือสำคัญ

การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส วิชาเคมี 2 ว32222 รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก ชุดนี้ ผู้จัดทำได้จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหนังสือเรียนรายวิชาเคมี 2 ว32222 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส วิชาเคมี 2 ว32222 รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก ชุดนี้ จะอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอน ส่งผลยังผู้เรียนให้ได้รับการเรียนรู้ จากเนื้อหาที่ตรงกับหลักสูตร ซึ่งเป็นการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศ ตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการและพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครูโรงเรียนหนองแวงวิทยาคม ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส วิชาเคมี 2 ว32222 รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก ชุดนี้ จนสำเร็จได้ด้วยดี

ธวัชชัย งามศิริ



เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับครู.....	1
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน.....	2
มาตรฐานและผลการเรียนรู้.....	3
แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	5
บัตรคำสั่ง.....	6
ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก	
แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก.....	7
บัตรเนื้อหาที่ 3.1 เรื่อง ชนิดของผลึก.....	10
บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง ชนิดของผลึก.....	13
บัตรเนื้อหาที่ 3.2 เรื่อง ของแข็งอัญฐาน.....	15
บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง ของแข็งอัญฐาน.....	18
แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก.....	20
ภาคผนวก.....	23
บรรณานุกรม.....	24



คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับครู

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส วิชาเคมี 2 ว32222 รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีทั้งหมด 12 ชุด ดังนี้

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 สมบัติของของแข็ง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 4 การเปลี่ยนแปลงสถานะของของแข็ง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 5 สมบัติของของเหลว
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 ความตึงผิวของของเหลว
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 7 การระเหยของของเหลว
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 8 ความดันไอกับจุดเดือดของของเหลว
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 9 สมบัติของแก๊ส
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 10 ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ

จำนวนโมเลกุลหรือมวล

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 11 การแพร่ของแก๊ส
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 12 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง

ของเหลว และแก๊ส

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุดนี้ คือ ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้

3. ครูควรศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้เข้าใจก่อนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

4. ครูต้องชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเข้าใจ ก่อนดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ

5. ถ้านักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แล้วไม่เข้าใจ ครูควรแนะนำเพิ่มเติม อาจให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทั้งในและนอกเวลาเรียน จะทำให้นักเรียนมีทักษะและมีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น



คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน

นักเรียนอ่านคำชี้แจงต่อไปนี้ให้เข้าใจ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง ส่วนประกอบในชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
2. บัตรคำสั่ง
3. แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ
4. บัตรเนื้อหา
5. บัตรกิจกรรม
6. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
7. บัตรเฉลยกิจกรรม
8. บัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
9. บัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

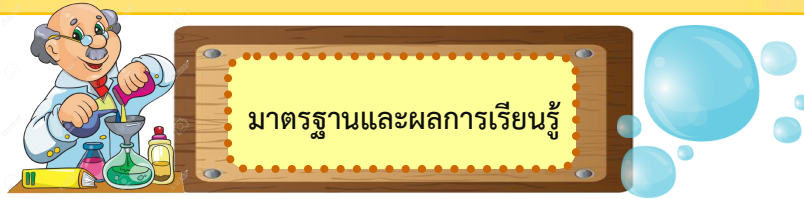
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมและเป็นข้อมูลในการพัฒนา ส่งเสริม หรือแก้ไขการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา กิจกรรม จากบัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรม

4. ปฏิบัติตามกิจกรรม ควรทำให้เสร็จตามกำหนด

5. ทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ เพื่อประเมินตนเองว่าสามารถบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

6. เก็บวัสดุอุปกรณ์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งคืนครูเมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้ว



สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



อธิบายเหตุผลที่ทำให้ธาตุบางชนิดปรากฏเป็นรูปต่างๆ



ของแข็งที่อยู่ในรูปผลึก จะมีการจัดเรียงอนุภาคอย่างเป็นระเบียบ มีจุดหลอมเหลวที่ชัดเจน และคงที่ เมื่อพิจารณาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคภายในผลึกของของแข็ง สามารถแบ่งของแข็งออกเป็น 4 ชนิดคือ ผลึกโมเลกุล ผลึกโคเวเลนต์ ผลึกโลหะ และผลึกไอออนิก

ของแข็งบางชนิดไม่มีรูปผลึก เนื่องจากการจัดเรียงตัวของอนุภาคภายในไม่เป็นระเบียบของแข็งประเภทนี้เรียกว่า “ของแข็งอสัณฐาน”



ด้านความรู้

1. จำแนกประเภทของผลึกของของแข็งโดยใช้ชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเป็นเกณฑ์ได้
2. อธิบายสมบัติที่สำคัญของผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
3. บอกชนิดของพันธะระหว่างอนุภาคภายในผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
4. ระบุชนิดของผลึกของของแข็งจากสารที่เป็นตัวอย่างที่กำหนดให้ได้
5. บอกความแตกต่างระหว่างของแข็งที่เป็นรูปผลึกกับของแข็งอสัณฐานได้

ด้านทักษะกระบวนการ

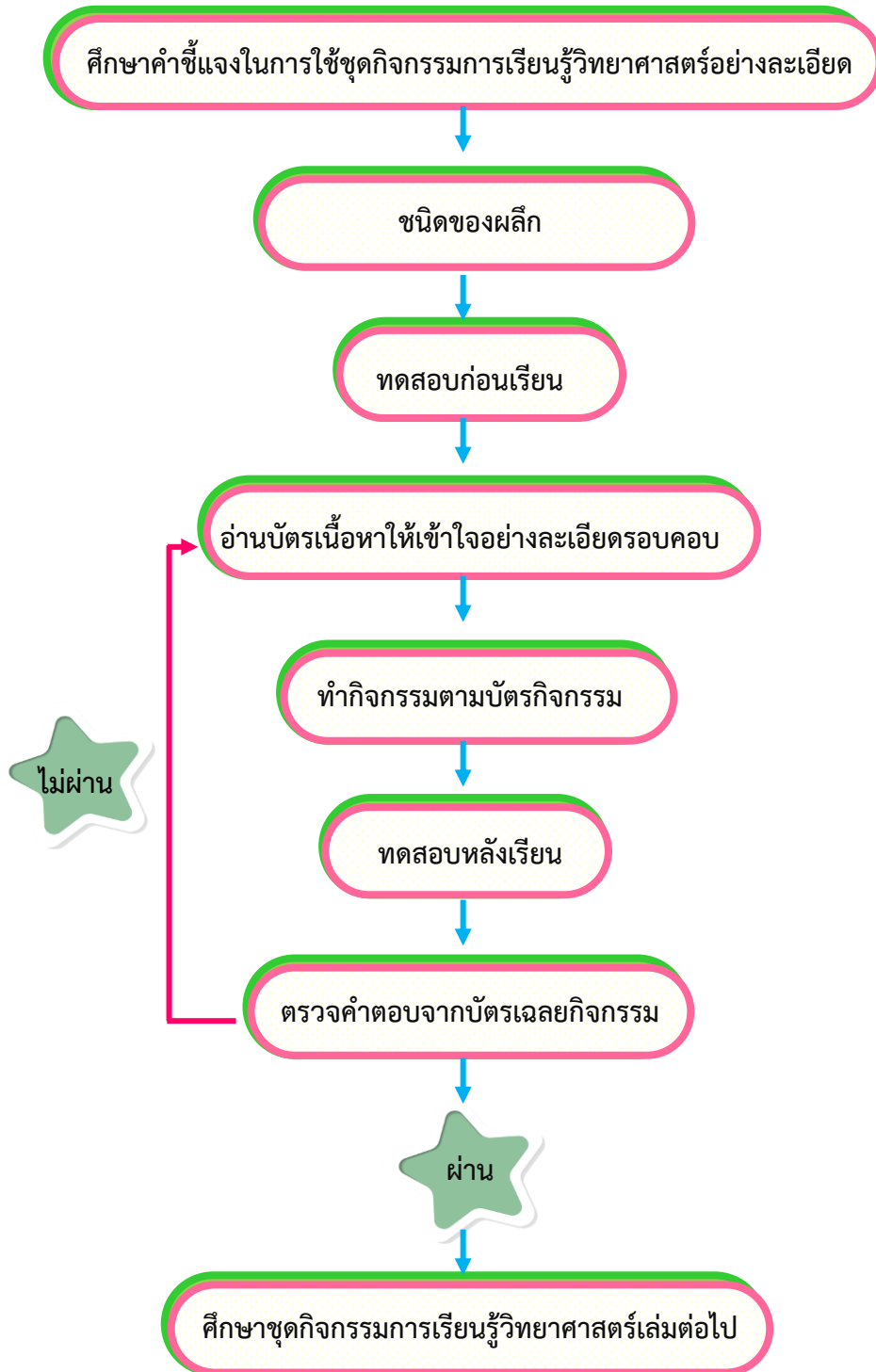
1. ทักษะกระบวนการกลุ่ม
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาได้
3. นักเรียนมีเจตคติวิทยาศาสตร์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน
3. ซื่อสัตย์
4. มีวินัย



แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์





บัตรคำสั่ง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส วิชาเคมี 2 ว32222 รายวิชาเพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก



สำหรับประธานกลุ่ม

1. แต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

หน้าที่ของประธานกลุ่ม

- รับบัตรต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปแจกสมาชิกกลุ่ม
- ควบคุมการทำกิจกรรมให้เป็นไปตามคำชี้แจง กระตุ้นให้สมาชิกร่วมกิจกรรม

หน้าที่ของเลขานุการกลุ่ม

- รวบรวมคะแนนและจัดบันทึกคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรม แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน ลงในแบบบันทึกคะแนนของสมาชิกกลุ่ม

หน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม

- ร่วมกันปฏิบัติและอภิปรายกิจกรรมกลุ่ม
- จัดบันทึกความรู้ที่ได้จากเนื้อหาและปฏิบัติกิจกรรมภายในชุดการเรียนรู้

2. ให้ประธานกลุ่มมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิกในกลุ่ม ดังนี้

- ผู้อ่าน ทำหน้าที่ อ่านข้อความในบัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา
- ผู้จัดบันทึก ทำหน้าที่ จัดบันทึกการอภิปรายของกลุ่มลงในแบบบันทึกกิจกรรม
- ผู้นำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำหน้าที่ เป็นตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายที่ได้

จากการปฏิบัติกิจกรรม

3. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ

4. ประธานกลุ่มรับบัตรกิจกรรมและแบบบันทึกคะแนนจากครู มอบให้ผู้อ่าน อ่านข้อความในกิจกรรม สมาชิกกลุ่มช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมในประเด็นที่สำคัญ ๆ ลงในแบบบันทึกไว้เพื่อการอภิปราย

5. ประธานกลุ่มรับบัตรเนื้อหาจากครูมอบให้ผู้อ่าน อ่านรายละเอียดจากบัตรเนื้อหาให้สมาชิกทุกคนฟังและร่วมกันอภิปราย

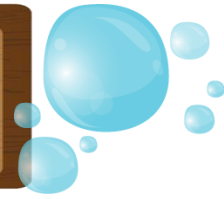
6. ประธานกลุ่มตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่บันทึกในแบบบันทึกกิจกรรม ถ้ายังไม่ถูกต้องให้ย้อนกลับไปดูบัตรเนื้อหาจะทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

7. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

8. เมื่อหมดเวลาเก็บอุปกรณ์ส่งคืนครูให้ถูกต้องเรียบร้อย



แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก



คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 5 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

1. ของแข็งที่มีสมบัติแข็งเหนียว จุดหลอมเหลวสูง นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี จะมีชนิดของผลึกประเภทใด

- ก. ผลึกโลหะ
- ข. ผลึกโมเลกุล
- ค. ผลึกไอออนิก
- ง. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย

2. ของแข็งชนิดหนึ่งมีอนุภาคเป็นโมเลกุลและชนิดของพันธะเป็นพันธะไฮโดรเจนจะมีชนิดของผลึกประเภทใด

- ก. ผลึกโลหะ
- ข. ผลึกโมเลกุล
- ค. ผลึกไอออนิก
- ง. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย

3. แคลเซียมฟลูออไรด์มีชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคชนิดใด

- ก. แรงดึงระหว่างขั้ว
- ข. พันธะโคเวเลนต์
- ค. พันธะไอออนิก
- ง. พันธะโลหะ

4. ผลึกชนิดใดต่อไปนี้ไม่มีสมบัติ เช่น แข็ง เปราะ จุดหลอมเหลวสูง

- ก. เพชร แกรไฟต์
- ข. เหล็ก ทองแดง
- ค. น้ำแข็ง แนนพทาลีน
- ง. แคลเซียมฟลูออไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์





5. ของแข็งชนิดใดต่อไปนี้เป็นของแข็งอัญฐาน
- ก. แก้ว พลาสติก
 - ข. เหล็ก ทองแดง
 - ค. น้ำแข็ง แนพทาลีน
 - ง. แคลเซียมฟลูออไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์
6. ของแข็งชนิดใดที่มีชนิดของผลึกเป็นโคเวเลนต์ร่างตาข่าย
- ก. กำมะถัน
 - ข. แกรไฟต์
 - ค. ทองแดง
 - ง. แคลเซียมฟลูออไรด์
7. ของแข็งอัญฐานมีสมบัติแตกต่างจากของแข็งที่มีรูปผลึกอย่างไร
- ก. มีจุดหลอมเหลวคงที่
 - ข. เมื่อหลอมเหลวจะไหลได้
 - ค. มีการจัดเรียงอนุภาคเป็นระเบียบ
 - ง. ไม่สามารถหาจุดหลอมเหลวที่แน่นอนได้
8. สมบัติในข้อใดไม่ใช่สมบัติของแข็งที่อยู่ในรูปผลึก
- ก. เมื่อแตกหรือหักจะได้ชิ้นส่วนที่มีลักษณะไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต
 - ข. เมื่ออุณหภูมิถึงจุดหลอมเหลวจะเปลี่ยนเป็นของเหลวทันที
 - ค. มีโครงสร้างทางเรขาคณิตที่แน่นอน
 - ง. มีจุดหลอมเหลวที่ชัดเจนและคงที่
9. ผลึกชนิดใดต่อไปนี้เป็นผลึกโมเลกุล
- ก. เพชร แกรไฟต์
 - ข. เหล็ก ทองแดง
 - ค. น้ำแข็ง แนพทาลีน
 - ง. แคลเซียมฟลูออไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์
10. ผลึกชนิดใดนำไฟฟ้าได้ดี
- ก. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย
 - ข. ผลึกไอออนิก
 - ค. ผลึกโมเลกุล
 - ง. ผลึกโลหะ

ขอให้โชคดีในการทำข้อสอบ
นะครับ





กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

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

คะแนนเต็ม	10 คะแนน
คะแนนที่ได้	



บัตรเนื้อหาที่ 3.1 เรื่อง ชนิดของผลึก

ผลึก หมายถึงอะไร

ผลึก เป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยม มีมุม และมีหน้าเรียบ ของแข็งที่เป็นผลึกมีหลายชนิดดังนี้

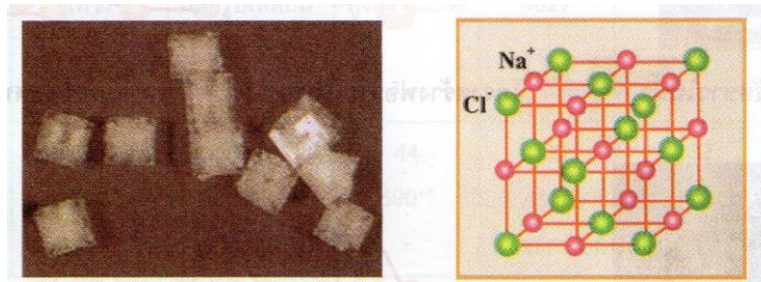
1. ผลึกโมเลกุล ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ (แรงลอนดอนหรือแรงดึงดูดระหว่างขั้ว) หรือพันธะไฮโดรเจน ถ้าเป็นผลึกของโมเลกุลไม่มีขั้ว แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลคือแรงแวนเดอร์วาลส์ชนิดแรงลอนดอน เช่น ผลึก แนฟทาลีน น้ำแข็งแห้ง (คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง) กำมะถัน ไอโอดีน ถ้าเป็นผลึกของโมเลกุลมีขั้วแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล คือ แรงดึงดูดระหว่างขั้วหรือพันธะไฮโดรเจน เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์แข็ง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลคือแรงดึงดูดระหว่างขั้ว (แรงไดโพล-ไดโพล) น้ำแข็ง แอมโมเนียแข็ง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล คือ พันธะไฮโดรเจน เนื่องจากหน่วยย่อยในผลึกประเภทนี้เป็นโมเลกุล และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลไม่แข็งแรง ทำให้ผลึกประเภทนี้มีจุดหลอมเหลวต่ำ เพราะ ไม่นำไฟฟ้าหรืออาจนำได้น้อยมากในบางชนิด บางชนิดระเหิดได้ เช่น ไอโอดีน แนฟทาลีน

2. ผลึกไอออนิก ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก (แรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้า) ซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงมาก ทำให้ผลึกประเภทนี้มีจุดหลอมเหลวสูง แข็งแต่เปราะ ถ้าอยู่ในสถานะของแข็งจะไม่นำไฟฟ้า ต้องหลอมเหลวหรือละลายน้ำ จึงจะนำไฟฟ้าได้ ตัวอย่างผลึกประเภทนี้ เช่น ผลึกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ผลึกจุนส์ ผลึกสารส้ม

3. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์แบบต่อเนื่อง ตัวอย่างผลึกประเภทนี้ เช่น เพชร แกรไฟต์ ซิลิคอน ฟอสฟอรัสดำ ควอตซ์ (SiO_2) คาร์บอนดำ (SiC) เป็นต้น

เนื่องจากพันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมในผลึกชนิดนี้เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงมาก จึงทำให้ผลึกชนิดนี้มีจุดหลอมเหลวสูง มีความแข็งแรง (ยกเว้นแกรไฟต์) เพราะ ไม่ละลายน้ำ บางชนิดนำไฟฟ้าได้คือแกรไฟต์ บางชนิดไม่นำไฟฟ้า เช่น เพชร บางชนิดนำไฟฟ้าได้เล็กน้อย เช่น ซิลิคอน

4. ผลึกโลหะ ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโลหะซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรงมากอีกชนิดหนึ่ง ผลึกชนิดนี้ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวสูง นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี เหนียวสามารถตีแผ่ออกเป็นแผ่นหรือดึงออกเป็นเส้นได้ ผิวหน้าเป็นมันวาว โลหะบางชนิดค่อนข้างอ่อนมีจุดหลอมเหลวต่ำ ได้แก่ โลหะแอลคาไล (โลหะหมู่ IA) เช่น โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) เป็นต้น

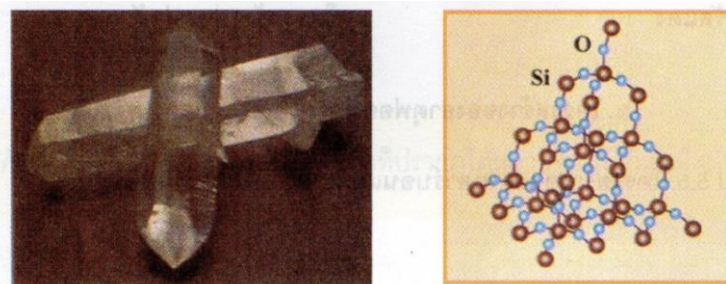


ผลึกโซเดียมคลอไรด์

โครงสร้างโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

ภาพที่ 3.1 แสดงผลึกและโครงสร้างผลึกของโซเดียมคลอไรด์

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2555, น.108)



ผลึกควอตซ์

โครงสร้างควอตซ์ (SiO₂)

ภาพที่ 3.2 แสดงผลึกและโครงสร้างผลึกควอตซ์หรือซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO₂)

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2555, น.108)



สมบัติชนิดและลักษณะเฉพาะของของแข็งที่อยู่ในรูปผลึก

สมบัติชนิดของผลึก	ลักษณะเฉพาะ			
	ชนิดของอนุภาคภายในผลึก	ชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค	สมบัติทั่วไป	ตัวอย่างของของแข็ง
ผลึกโมเลกุล Δ	โมเลกุลหรืออะตอม	โมเลกุลมีขั้ว - แรงดึงดูดระหว่างขั้ว - พันธะไฮโดรเจน โมเลกุลไม่มีขั้วหรืออะตอม - แรงลอนดอน	- อ่อนหรือแข็งปานกลางเปราะไม่มาก - จุดหลอมเหลวต่ำ - ไม่นำความร้อนและไฟฟ้า	โมเลกุลมีขั้ว - น้ำแข็ง - แอมโมเนีย โมเลกุลไม่มีขั้ว - น้ำแข็งแห้ง $\Delta\Delta$ - แนฟทาลีน $\Delta\Delta$ - กำมะถัน - ไอโอดีน $\Delta\Delta$
ผลึกโคเวเลนต์ ร่างตาข่าย	อะตอม	พันธะโคเวเลนต์	- แข็ง - จุดหลอมเหลวสูง - ส่วนใหญ่ไม่นำความร้อนและไฟฟ้า	- เพชร* - แกรไฟต์** - ควอตซ์
ผลึกโลหะ	อะตอม	พันธะโลหะ	- แข็ง - จุดหลอมเหลวสูง - นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี	- แมกนีเซียม - เหล็ก - ทองแดง - โซเดียม
ผลึกไอออนิก	ไอออน	พันธะไอออนิก	- แข็ง เปราะ - จุดหลอมเหลวสูง - ไม่นำความร้อนและไฟฟ้า•	- ซิลเวอร์คลอไรด์ - แมกนีเซียมออกไซด์ - แคลเซียมฟลูออไรด์

Δ รวมทั้งผลึกที่ประกอบด้วยอะตอมเดี่ยวด้วย เช่น นีออน

$\Delta\Delta$ สามารถเกิดการระเหิดได้ที่อุณหภูมิต่ำ

* นำความร้อนได้ดี

** นำไฟฟ้าได้ดี

• ไม่นำไฟฟ้าขณะที่มีสถานะเป็นของแข็ง แต่จะนำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวหรือละลายน้ำ

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (2554, น.109)



บัตรกิจกรรมที่ 3.1
เรื่อง ชนิดของผลึก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกประเภทของผลึกของของแข็งโดยใช้ชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเป็นเกณฑ์ได้
2. อธิบายสมบัติที่สำคัญของผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
3. บอกชนิดของพันธะระหว่างอนุภาคภายในผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
4. ระบุชนิดของผลึกของของแข็งจากสารที่เป็นตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. จงระบุว่าของแข็งที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นผลึกประเภทใด (2 คะแนน)
 - ก. ไทเทเนียม เป็นผลึกประเภท.....
 - ข. ลิเทียมฟลูออไรด์ เป็นผลึกประเภท.....

2. จงบอกประเภทของผลึก ชนิดของอนุภาคภายในผลึก พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว สมบัติทั่วไปของของแข็งต่อไปนี้ (8 คะแนน)
 - ก. น้ำตาล
 - ข. ซิลิคอนคาร์ไบด์

สารตัวอย่าง	ประเภทของผลึก	ชนิดของอนุภาคภายในผลึก	พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว	สมบัติทั่วไป
ก. น้ำตาล

สารตัวอย่าง	ประเภทของผลึก	ชนิดของอนุภาคภายในผลึก	พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว	สมบัติทั่วไป
ข. ซิลิคอน-คาร์ไบด์

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ได้คะแนน.....คะแนน ผ่าน ไม่ผ่าน

ข้อที่ 1 (2 คะแนน)

คะแนน 2 ระบุประเภทของผลึกของของแข็งได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ

คะแนน 1 ระบุประเภทของผลึกของของแข็งได้ถูกต้อง 1 ข้อ

คะแนน 0 ระบุประเภทของผลึกของของแข็งไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ

ข้อที่ 1 (ข้อละ 4 คะแนน คะแนนเต็ม 8 คะแนน)

คะแนน 4 บอกประเภทของผลึก ชนิดของอนุภาคภายในผลึก พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว และสมบัติทั่วไปของของแข็งได้ถูกต้องทั้ง 4 ประเด็น

คะแนน 3 บอกประเภทของผลึก ชนิดของอนุภาคภายในผลึก พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว หรือสมบัติทั่วไปของของแข็งได้ถูกต้อง 3 ประเด็น

คะแนน 2 บอกประเภทของผลึก ชนิดของอนุภาคภายในผลึก พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว หรือสมบัติทั่วไปของของแข็งได้ถูกต้อง 2 ประเด็น

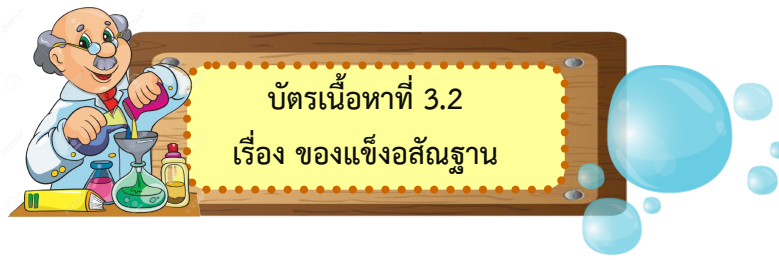
คะแนน 1 บอกประเภทของผลึก ชนิดของอนุภาคภายในผลึก พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว หรือสมบัติทั่วไปของของแข็งได้ถูกต้อง 1 ประเด็น

คะแนน 0 บอกประเภทของผลึก ชนิดของอนุภาคภายในผลึก พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว และสมบัติทั่วไปของของแข็งไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ

เกณฑ์การประเมิน : 8 – 10 คะแนน ระดับ ดี = ผ่าน

5 – 7 คะแนน ระดับ พอใช้ = ไม่ผ่าน

0 – 4 คะแนน ระดับ ปรับปรุง = ไม่ผ่าน

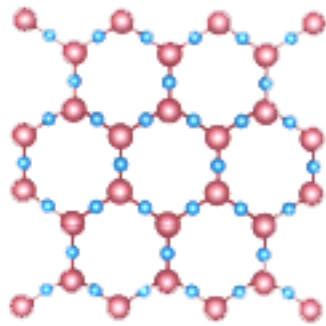


ของแข็งอสัณฐาน

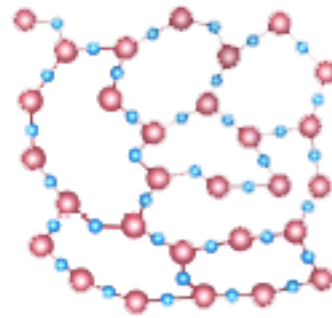
ของแข็งบางชนิดไม่มีรูปผลึกเช่น ยาง พลาสติก แก้ว ซีเมนต์ กำมะถันในรูปกำมะถันพลาสติก ของแข็งประเภทนี้เรียกว่า **ของแข็งอสัณฐาน (Amorphous solid)** อนุภาคภายในของแข็งประเภทนี้ มีการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เมื่อแตกหักจะได้ชิ้นส่วนที่ไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ส่วนใหญ่ไม่สามารถ หลอมเหลวที่แน่นอนได้ สำหรับควอตซ์ (SiO_2) เป็นของแข็งผลึก แต่เมื่อนำไปผลิตเป็นแก้ว แก้วควอตซ์ที่ได้เป็นของแข็งอสัณฐาน

ของแข็งแบ่งตามโครงสร้างได้ 2 ชนิด ดังตาราง

ของแข็งอสัณฐาน (amorphous solid)	ของแข็งรูปผลึก (crystalline solid)
<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีรูปผลึกทรงเรขาคณิต (การจัดเรียงตัวของอนุภาคไม่เป็นระเบียบ) - มีจุดหลอมเหลวไม่แน่นอน (ไม่หลอมเหลวที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งโดยเฉพาะ) - ค่อย ๆ อ่อนตัวลงเมื่อได้รับความร้อนและเปลี่ยนเป็นของเหลวที่ไหลได้ เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะค่อย ๆ แข็งและแข็งตัวในที่สุด - มีสมบัติเหมือนกันทุกทิศทาง (isotropic) เช่น ดัชนีหักเหจะเท่ากันทุกทิศทาง - ตัวอย่าง เช่น แก้ว ยาง พลาสติก ซีเมนต์ ยางมะตอย ดินน้ำมัน 	<ul style="list-style-type: none"> - มีรูปผลึกทรงเรขาคณิต (การจัดเรียงตัวกันของอนุภาคเป็นระเบียบ) มีผิวมันเรียบ มีมุมแน่นอน - มีจุดหลอมเหลวแน่นอน - มีสมบัติไม่เหมือนกันทุกทิศทาง (anisotropic) - ตัวอย่าง เช่น ผลึกโมเลกุล ผลึกไอออนิก ผลึกโลหะ และผลึกโควาเลนต์ร่างตาข่าย - อาศัยชนิดของอนุภาคภายในผลึก และชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ในการจำแนกชนิด ของของแข็งรูปผลึก



ก. ผลึกควอตซ์



ข. แก้วควอตซ์

ภาพที่ 3.3 โครงสร้าง 2 มิติของผลึกควอตซ์และแก้วควอตซ์
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2555, น.111)

สรุปชนิดของผลึก

ผลึก หมายถึงอะไร

ผลึก คือ ของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยม มีมุม และผิวหน้าเรียบ



ชนิดของผลึกมีอะไรบ้าง....

ผลึกโมเลกุล ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ (แรงลอนดอนหรือแรงดึงดูดระหว่างขั้ว) หรือพันธะไฮโดรเจน

ผลึกไอออนิก ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก (แรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้า)

ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์แบบต่อเนื่อง

ผลึกโลหะ ผลึกชนิดนี้ประกอบด้วยอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโลหะซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรงมากอีกชนิดหนึ่ง ผลึกชนิดนี้ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวสูง นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี

ของแข็งที่ไม่มีรูปผลึก

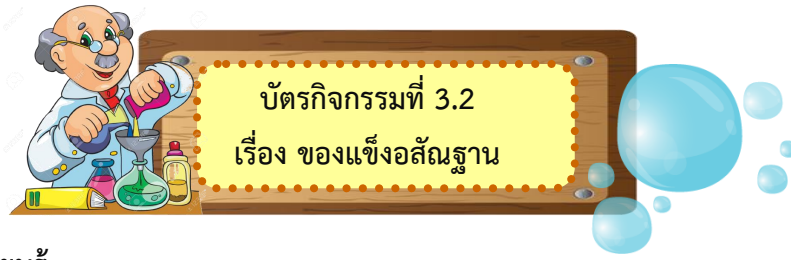
ของแข็งบางชนิดไม่มีรูปผลึก เนื่องจากการจัดเรียงตัวของอนุภาคภายในไม่เป็นระเบียบ ของแข็งประเภทนี้เรียกว่า ของแข็งอสัณฐาน

พอจะเข้าใจบ้างหรือยังครับ

ถ้าเข้าใจแล้วลองมือทำ

ใบกิจกรรมกันเลยครับ





จุดประสงค์การเรียนรู้

บอกความแตกต่างระหว่างของแข็งที่เป็นรูปผลึกกับของแข็งอสัณฐานได้

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. จงบอกความแตกต่างระหว่างของแข็งที่มีรูปผลึกกับของแข็งอสัณฐานได้ (6 คะแนน)

ของแข็งอสัณฐาน (amorphous solid)	ของแข็งรูปผลึก (crystalline solid)
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จงยกตัวอย่างของแข็งอสัณฐานที่พบในชีวิตประจำวัน 2 ชนิด และอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นของแข็งอสัณฐาน (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....



แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

1. สมบัติในข้อใดไม่ใช่สมบัติของแข็งที่อยู่ในรูปผลึก
 - ก. เมื่อแตกหรือหักจะได้ชิ้นส่วนที่มีลักษณะไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต
 - ข. เมื่ออุณหภูมิถึงจุดหลอมเหลวจะเปลี่ยนเป็นของเหลวทันที
 - ค. มีโครงสร้างทางเรขาคณิตที่แน่นอน
 - ง. มีจุดหลอมเหลวที่ชัดเจนและคงที่
2. ผลึกชนิดใดต่อไปนี้เป็นผลึกโมเลกุล
 - ก. เพชร แกรไฟต์
 - ข. เหล็ก ทองแดง
 - ค. น้ำแข็ง แนฟทาลีน
 - ง. แคลเซียมฟลูออไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์
3. ของแข็งชนิดหนึ่งมีอนุภาคเป็นโมเลกุลและชนิดของพันธะเป็นพันธะไฮโดรเจนจะมีชนิดของผลึกประเภทใด
 - ก. ผลึกโลหะ
 - ข. ผลึกโมเลกุล
 - ค. ผลึกไอออนิก
 - ง. ผลึกโควาเลนต์ร่างตาข่าย
4. ของแข็งชนิดใดต่อไปนี้เป็นของแข็งอสัณฐาน
 - ก. แก้ว พลาสติก
 - ข. เหล็ก ทองแดง
 - ค. น้ำแข็ง แนฟทาลีน
 - ง. แคลเซียมฟลูออไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์



5. ของแข็งที่มีสมบัติแข็งเหนียว จุดหลอมเหลวสูง นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี จะมีชนิดของผลึกประเภทใด

- ก. ผลึกโลหะ
- ข. ผลึกโมเลกุล
- ค. ผลึกไอออนิก
- ง. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย

6. แคลเซียมฟลูออไรด์มีชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคชนิดใด

- ก. แรงดึงดูดระหว่างขั้ว
- ข. พันธะโคเวเลนต์
- ค. พันธะไอออนิก
- ง. พันธะโลหะ

7. ผลึกชนิดใดต่อไปนี้ไม่มีสมบัติ เช่น แข็ง เปราะ จุดหลอมเหลวสูง

- ก. เพชร แกรไฟต์
- ข. เหล็ก ทองแดง
- ค. น้ำแข็ง แนพทาซีน
- ง. แคลเซียมฟลูออไรด์ โปแทสเซียมคลอไรด์

8. ผลึกชนิดใดนำไฟฟ้าได้ดี

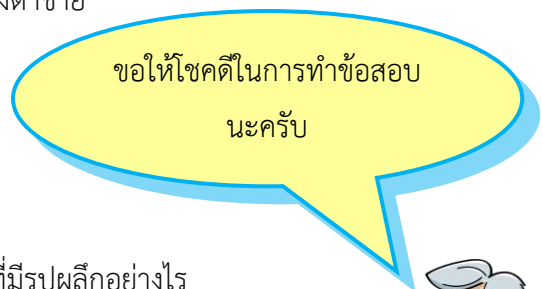
- ก. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย
- ข. ผลึกไอออนิก
- ค. ผลึกโมเลกุล
- ง. ผลึกโลหะ

9. ของแข็งชนิดใดที่มีชนิดของผลึกเป็นโคเวเลนต์ร่างตาข่าย

- ก. กำมะถัน
- ข. แกรไฟต์
- ค. ทองแดง
- ง. แคลเซียมฟลูออไรด์

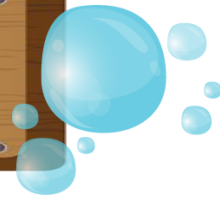
10. ของแข็งอสังฐานมีสมบัติแตกต่างจากของแข็งที่มีรูปผลึกอย่างไร

- ก. มีจุดหลอมเหลวคงที่
- ข. เมื่อหลอมเหลวจะไหลได้
- ค. มีการจัดเรียงอนุภาคเป็นระเบียบ
- ง. ไม่สามารถหาจุดหลอมเหลวที่แน่นอนได้





กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก



ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

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

คะแนนเต็ม	10 คะแนน
คะแนนที่ได้	

- ผ่าน ✓ หมายถึง ได้คะแนน 8 คะแนน ขึ้นไป
- ไม่ผ่าน ✗ หมายถึง ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนน

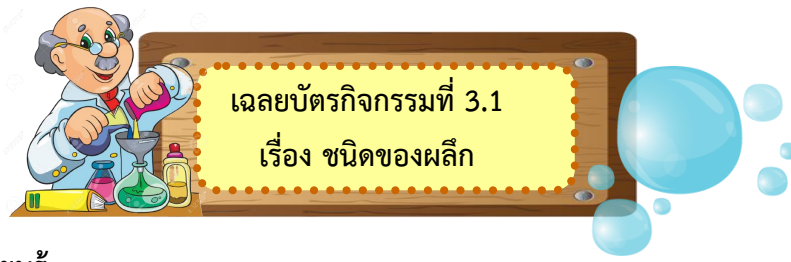
ภาคผนวก



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก



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



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกประเภทของผลึกของของแข็งโดยใช้ชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเป็นเกณฑ์ได้
2. อธิบายสมบัติที่สำคัญของผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
3. บอกชนิดของพันธะระหว่างอนุภาคภายในผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
4. ระบุชนิดของผลึกของของแข็งจากสารที่เป็นตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

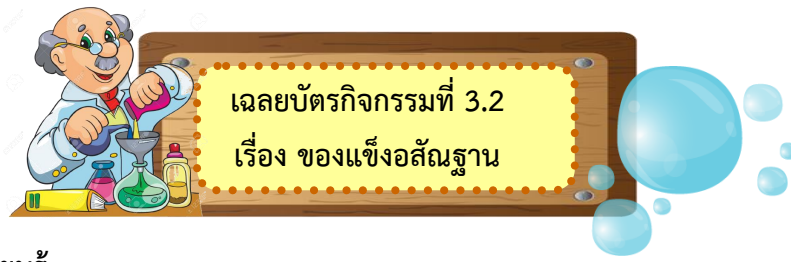


คำชี้แจง: จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. จงระบุว่าของแข็งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นผลึกประเภทใด (2 คะแนน)
 - ก. โทเทเนียม เป็นผลึกประเภทโลหะ
 - ข. ลิเทียมฟลูออไรด์ เป็นผลึกประเภทไอออนิก

2. จงบอกประเภทของผลึก ชนิดของอนุภาคภายในผลึก พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว สมบัติทั่วไปของของแข็งต่อไปนี้ (8 คะแนน)
 - ก. น้ำตาล
 - ข. ซิลิคอนคาร์ไบด์

สารตัวอย่าง	ประเภทของผลึก	ชนิดของอนุภาคภายในผลึก	พันธะหรือแรงยึดเหนี่ยว	สมบัติทั่วไป
ก. น้ำตาล	ผลึกโมเลกุล	โมเลกุล	แรงลอนดอน	- เปราะ - จุดหลอมเหลวต่ำ - ไม่นำความร้อนและไฟฟ้า
ข. ซิลิคอนคาร์ไบด์	ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย	อะตอม	พันธะโคเวเลนต์	- มีความแข็ง - จุดหลอมเหลวสูง - ไม่นำความร้อนและไฟฟ้า



จุดประสงค์การเรียนรู้

บอกความแตกต่างระหว่างของแข็งที่เป็นรูปผลึกกับของแข็งอสัณฐานได้



คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. จงบอกความแตกต่างระหว่างของแข็งที่มีรูปผลึกกับของแข็งอสัณฐานได้ (6 คะแนน)

ของแข็งอสัณฐาน (amorphous solid)	ของแข็งรูปผลึก (crystalline solid)
<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีรูปผลึกทรงเรขาคณิต (การจัดเรียงตัวของอนุภาคไม่เป็นระเบียบ) - มีจุดหลอมเหลวไม่แน่นอน (ไม่หลอมเหลวที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งโดยเฉพาะ) - ค่อย ๆ อ่อนตัวลงเมื่อได้รับความร้อนและเปลี่ยนเป็นของเหลวที่ไหลได้ เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะค่อย ๆ ชันและแข็งตัวในที่สุด - มีสมบัติเหมือนกันทุกทิศทาง (isotropic) เช่น ดัชนีหักเหจะเท่ากันทุกทิศทาง - ตัวอย่าง เช่น แก้ว ยาง พลาสติก ซีเมนต์ ยางมะตอย ดินน้ำมัน 	<ul style="list-style-type: none"> - มีรูปผลึกทรงเรขาคณิต (การจัดเรียงตัวกันของอนุภาคเป็นระเบียบ) - มีผิวมันเรียบ มีมุมแน่นอน - มีจุดหลอมเหลวแน่นอน - มีสมบัติไม่เหมือนกันทุกทิศทาง (anisotropic) - ตัวอย่าง เช่น ผลึกโมเลกุล ผลึกไอออนิก ผลึกโลหะ และผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย - อาศัยชนิดของอนุภาคภายในผลึก และชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ในการจำแนกชนิด ของของแข็งรูปผลึก

2. จงยกตัวอย่างของแข็งอสัณฐานที่พบในชีวิตประจำวัน 2 ชนิด และอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นของแข็งอสัณฐาน (4 คะแนน)

แก้ว ยาง เป็นของแข็งอสัณฐาน เพราะการจัดเรียงอนุภาคภายในไม่เป็นระเบียบ ไม่มีรูปผลึก เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวกลายเป็นของเหลวและไหลได้ ไม่ทราบจุดหลอมเหลวที่แน่นอน



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 3 ชนิดของผลึก



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

บรรณานุกรม

- นิพนธ์ ตั้งคณานุกรักษ์ และคณะ. Compact เคมี ม.4 เล่ม 2. กรุงเทพฯ : แม็ค, 2554.
_____. Core รับตรง เคมี เล่ม 1. กรุงเทพฯ : แม็ค, 2556.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. **คู่มือครู**
รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
พิมพ์ครั้งที่ 2 ; กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2556.
- _____.หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4 ; กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว,2555.
- สมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี. High School Chemistry เคมี ม. 4-6 เล่ม 2 รายวิชาเพิ่มเติม.
กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง, 2554.
- เสกสรร ศิริวัฒน์วิบูลย์. สารการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์อมรรณการพิมพ์, ม.ป.ป.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระ**
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- สำราญ พฤกษ์สุนทร. **คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมี ม.4-6**
เล่ม 2. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา, ม.ป.ป.
- สุทธิพร พงษ์รัตนกุล. เคมี เล่ม 2 มัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง,
ม.ป.ป.