

การเปลี่ยนแปลง ของสารสถานะของเหลว

ตุ่มและครอบแก้วไปแช่ออนเซ็น พอไปถึงบ่อน้ำ ตุ่ม
สังเกตเห็นไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำ (การกลายเป็นไอ)
ตุ่มตื่นเต้นและแปลกใจจึงถามแม่ว่ามีไอน้ำขึ้นมาจาก
บ่อน้ำได้อย่างไร
นักเรียนมาช่วยตุ่มวิเคราะห์ว่า ทำไม ไอน้ำลอยขึ้นมาจาก
บ่อน้ำโดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์
พร้อมระบุเหตุผล

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า ทำไม ไอน้ำลอยขึ้นมาจาก
บ่อน้ำ โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล

ทำไม ไอน้ำลอยขึ้น
มาจากบ่อน้ำ

ไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำ
ได้อย่างไร

การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร
เมื่อสารได้รับความร้อน สารเกิด
การเปลี่ยนแปลงจากสถานะ
ของเหลวไปเป็นแก๊ส เรียกว่า
กระบวนการระเหย

น้ำในบ่อออนเซ็นที่เป็นของเหลว
มีอุณหภูมิสูง (ประมาณ 40-
60°C) เมื่อได้รับพลังงานความ
ร้อนจึงเกิดการระเหยกลายเป็นไอน้ำ
ที่เป็นแก๊ส เรียกว่าการระเหย

วิเคราะห์ปัญหา

อธิบายด้วยหลักการ
ทางวิทยาศาสตร์

ระบุเหตุผล

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียน ตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบ “ทำไม ไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำ โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล

ตั้งคำถาม

ความรู้เดิมที่นำมาใช้

ความรู้จากแหล่งอื่นๆ

เพราะอะไร ไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำ

เคยเห็นไอร้อนลอยขึ้นจากอาหารร้อนๆ แก้วน้ำร้อน

การทดลองการทดลองต้มน้ำจนเดือดจะเห็นไอน้ำ

การสังเกตไอน้ำจากกาต้มน้ำร้อน

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หลักฐานที่สอดคล้องกับทฤษฎี การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของแข็ง และอธิบายว่า “ไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำ” เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนของสารสถานะของเหลวอย่างไร

หลักฐาน

อธิบายทฤษฎี

ตัวอย่างอื่นๆ

ไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำร้อนออนเซ็น

น้ำในบ่อมีสถานะเป็นของเหลว มีอุณหภูมิสูง (40-60°C) ได้รับพลังงานความร้อน ทำให้โมเลกุลน้ำเคลื่อนไหวเร็วขึ้น มีพลังงานเพียงพอหลุดจากผิวน้ำ กลายเป็นไอน้ำ (แก๊ส)

เมื่อสสารที่มีสถานะเป็นของเหลวได้รับพลังงานความร้อน จะส่งผลต่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง อนุภาคจึงสามารถเคลื่อนที่ได้อิสระมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส (การระเหย)

หม้อหุงข้าว มีไอน้ำออกมา

เสื้อผ้าเปียกแห้งเพราะน้ำระเหย

น้ำในแก้ว วางไว้ในแดดจะระเหยหมด

น้ำต้มเดือดเกิดไอน้ำลอยขึ้น

กาแฟร้อน มีไอร้อนลอยขึ้น

ทฤษฎี

ภาพอธิบาย



สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนตอบคำถาม ยอมรับข้อสรุปพร้อมระบุเหตุผล การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล และการสรุปที่มีเหตุผล มี การวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล

1. การยอมรับข้อสรุปที่ไม่แน่ชัด

“ความร้อนทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะ”

ยอมรับ ข้อสรุป

ความร้อนทำให้น้ำในบ่อ เปลี่ยนสถานะ

เหตุผล

ความร้อนทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอเกิดการระเหย

ปฏิเสธ ข้อสรุป

ไอน้ำเกิดจากการเดือดของน้ำในบ่อ

เหตุผล

น้ำในบ่ออุณหภูมิมีอุณหภูมิ 40-60°C ไม่ถึงจุดเดือด (100°C)

2. การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล

“อากาศทำให้น้ำ ละลายกลายเป็นไอน้ำ”

ยอมรับ ข้อสรุป

.....

เหตุผล

.....

ปฏิเสธ ข้อสรุป ...

“อากาศทำให้น้ำในบ่อลอยขึ้น”

เหตุผล

สารได้รับความร้อน ร้อนขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ(ที่มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ)

3. การสรุปที่มีเหตุผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล

ไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำร้อนออนเซ็น

ยอมรับ ข้อสรุป ...

ไอน้ำลอยขึ้นเนื่องจากน้ำในบ่อเป็นสารสถานะของเหลวที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อได้รับพลังงานความร้อนอย่างต่อเนื่อง โมเลกุลน้ำจึงระเหยกลายเป็นไอน้ำ (สถานะแก๊ส) ที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าอากาศรอบข้าง จึงลอยขึ้นสู่บรรยากาศ

เหตุผล

การระเหยของน้ำเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากของเหลวเป็นแก๊ส เมื่อโมเลกุลน้ำได้รับพลังงานความร้อนเพียงพอ จะเคลื่อนที่เร็วขึ้นและหลุดออกจากผิวน้ำ เปลี่ยนเป็นไอน้ำ

ปฏิเสธ ข้อสรุป

.....

เหตุผล

.....

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนให้เหตุผล และกล่าวอ้างเหตุผลจากทฤษฎี หลักฐาน และระบุได้ว่าข้อสรุปใดไม่สมเหตุผล นักเรียนจะเห็นด้วยกับข้อสรุปใด ท่อธิบายถึง ไอน้ำลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำได้อย่างไร

ข้อสรุป	การให้เหตุผล	หลักฐาน	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	สรุปที่ไม่สมเหตุผล / อธิพล
ข้อสรุปที่ 1 ความร้อนมีผลต่อการระเหยของน้ำ	เมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำ และลอยขึ้นไปในอากาศ	การสังเกตจากไอน้ำลอยขึ้นมาจากน้ำร้อน	การระเหย (Evaporation) สารสถานะของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นแก๊ส	เห็นด้วย
ข้อสรุปที่ 2 อากาศทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ	ต้องเจาะจงว่า “ความร้อนในอากาศ” เป็นตัวทำให้ไอระเหยละลาย	การเปรียบเทียบไอระเหยที่เข้มข้นกับไอระเหยที่จางไว้ในอากาศร้อน	ไม่มี	ไม่เห็นด้วย ไม่สอดคล้องกัน เพราะ.... ไม่เป็นไปตามทฤษฎีที่ว่า “อากาศ” กว้างเกินไป ไม่ชัดเจนว่าเกิดจากความร้อนหรือปัจจัยใด

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

ระหว่างที่ตุ้มกำลังแช่ออนเซ็นอยู่นั้นก็เกิดฝนตก (การควบแน่น) ตุ้มจึงมองที่หน้าต่างและคุยกับแม่ว่าเมื่อวานเป็นหิมะ วันนี้เป็นหยดน้ำฝนเหมือนที่ประเทศไทยใช้ไหมคะ

นักเรียนมาช่วยตุ้มวิเคราะห์ว่า ทำไม ฝนตก โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล



สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า **ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร** โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล



ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร

น้ำในมหาสมุทรและแม่น้ำมีอยู่มากมาย แล้วทำไมน้ำถึงลอยขึ้นไปในท้องฟ้าและตกลงมาเป็นฝน

น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลว เป็น ไอน้ำ (แก๊ส) หรือน้ำเปลี่ยนกลับเป็น หยดน้ำเล็ก ๆ เรียกว่า การควบแน่น

เมฆลอยอยู่ในท้องฟ้าฝนตกจากเมฆลงมา

วิเคราะห์ปัญหา

อธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

ระบุเหตุผล

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียน ตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบ “ทำไม ไอน้ำ ลอยขึ้นมาจากบ่อน้ำโดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อม ระบุเหตุผล (การกลายเป็นไอ: การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ)” โดย อธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล

ตั้งคำถาม

ความรู้เดิมที่นำมาใช้

ความรู้จากแหล่งอื่นๆ

เพราะอะไร ว่าทำไมฝน ตก ฝนตกอย่างไร

เคยเห็นน้ำในแก้วหายไป เมื่อตากแดด เห็นไอน้ำ ออกจากหม้อต้มน้ำร้อน

การเปลี่ยนสถานะของ สาร วงจรน้ำในธรรมชาติ (Water Cycle)

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หลักฐานที่ สอดคล้องกับทฤษฎี การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของ ของเหลว และอธิบายว่า “ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร” เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนของสารสถานะของเหลวอย่างไร

หลักฐาน

อธิบายทฤษฎี

ตัวอย่างอื่นๆ

ฝนตกจากเมฆ

แสงแดดทำให้น้ำในทะเล แม่น้ำ ร้อนขึ้นน้ำเปลี่ยน เป็น ไอน้ำ ลอยขึ้นฟ้าไอน้ำ ลอยขึ้นสูง พบอากาศเย็น เปลี่ยนกลับเป็นหยดน้ำ เล็กๆ รวมกันเป็นเมฆหยด น้ำในเมฆรวมตัวใหญ่ขึ้น หนักเกินไป จึงตกลงมาเป็น ฝน

น้ำบนผาเครื่องปรับ อากาศ

น้ำหยดจากการกลั่นตัว ของไอน้ำ



แก๊ส → ของเหลว (การกลั่น ตัว)

ของเหลว → แก๊ส (การ ระเหย)

ทฤษฎี

ภาพอธิบาย

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ ให้นักเรียนตอบคำถาม ยอมรับข้อสรุปพร้อมระบุเหตุผล การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล และการสรุปที่มีเหตุผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล ว่า “ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร”

1. การยอมรับข้อสรุปที่ไม่แน่ชัด

“ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร”

ยอมรับ

ข้อสรุป

ฝนตกเป็นผลจากระบบการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำในวัฏจักรน้ำตามธรรมชาติ

เหตุผล

หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนสนับสนุนทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

ปฏิเสธ

ข้อสรุป

ฝนตกเป็นเพียงปรากฏการณ์สุ่มที่ไม่สามารถอธิบายด้วยกฎทางวิทยาศาสตร์ได้

เหตุผล

ขัดแย้งกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

2. การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล

“ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร”

ยอมรับ

ข้อสรุป

.....

เหตุผล

.....

ปฏิเสธ ข้อสรุป ...

ฝนตกเป็นผลมาจากการกระทำของสิ่งเหนือธรรมชาติ

เหตุผล

ไม่สามารถทำนายหรือควบคุมการเกิดฝนได้

3. การสรุปที่มีเหตุผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล

“ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร”

ยอมรับ

ข้อสรุป ...

ฝนตกเพราะน้ำเปลี่ยนรูปแบบไปเรื่อยๆ ในธรรมชาติ เริ่มจากน้ำในแม่น้ำ ทะเล กลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นฟ้า แล้วเปลี่ยนกลับเป็นหยดน้ำเล็กๆ บนฟ้า เมื่อหยดน้ำเหล่านี้น้ำรวมตัวกันจนหนักมากพอ ก็จะตกลงมาเป็นฝน

เหตุผล

เราเห็นน้ำระเหยจากถ้วยใส่น้ำร้อนได้ เหมือนกับน้ำในธรรมชาติที่ระเหยขึ้นฟ้า เราเห็นไอน้ำเปลี่ยนเป็นหยดน้ำบนฝากระป๋องเย็นๆ ได้ เหมือนกับไอน้ำบนฟ้าที่เปลี่ยนเป็นเมฆ นักวิทยาศาสตร์สามารถวัดและคำนวณทุกขั้นตอนได้ จึงทำให้เราพยากรณ์อากาศได้ถูกต้อง

ปฏิเสธ

ข้อสรุป

ฝนตกเพราะเทพเจ้าหรือสิ่งเหนือธรรมชาติทำให้เกิดขึ้น หรือฝนตกแบบไม่มีเหตุผลอะไรเลย เป็นเรื่องบังเอิญที่เราไม่สามารถรู้ได้ว่าเกิดขึ้นเมื่อไหร่

เหตุผล

ถ้าฝนตกเพราะสิ่งเหนือธรรมชาติ เราจะพยากรณ์อากาศไม่ได้ ถ้าฝนตกแบบบังเอิญ เราจะไม่สามารถเห็นรูปแบบการเกิดฝนที่เหมือนกันซ้ำๆ ได้ แต่ความจริงคือ เราสามารถคาดเดาว่าฝนจะตกเมื่อไหร่ได้ค่อนข้างแม่นยำ และเราเห็นว่าการเกิดฝนมีรูปแบบที่เหมือนกันเสมอ

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ ให้นักเรียนให้เหตุผล และกล่าวอ้างเหตุผลจากทฤษฎี หลักฐาน และระบุได้ว่าข้อสรุปใดไม่สมเหตุผล นักเรียนจะเห็นด้วยกับข้อสรุปใดที่สามารถตอบคำถามของนักเรียนได้ จากการศึกษาว่า “ทำไมฝนตก ฝนตกได้อย่างไร” ความร้อนทำให้เกิดฝนตกได้จริงไหม

ข้อสรุป

การให้เหตุผล

หลักฐาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สรุปที่ไม่สมเหตุผล / อธิพจน์

ข้อสรุปที่ 1
ฝนตกเพราะน้ำเปลี่ยนตัวเป็นไอน้ำแล้วกลับมาเป็นน้ำอีกครั้ง

เราเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ไอน้ำจากน้ำร้อน)

ทำการทดลองได้ (ใส่น้ำแข็งใส่ถุงแล้วถือไว้เหนือไอน้ำ)

การระเหย (Evaporation) สารสถานะของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นแก๊ส

เห็นด้วย

ข้อสรุปที่ 2
ฝนตกเพราะเมฆเกิดการละลายกลายเป็นน้ำ

การละลายเป็นกระบวนการเปลี่ยนจากของแข็งเป็นของเหลว

เมฆไม่ใช่ของแข็ง

ไม่มี

ไม่เห็นด้วย
ไม่สอดคล้องกัน

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

แม่พาตุ้มไปที่ร้านอาหาร และสั่งน้ำอัญชันมะนาว โดยทางร้านอาหารจะแยกน้ำมะนาวออกใส่แก้วใบเล็กให้ลูกค้าเติมเอง พอแม่เติมน้ำมะนาวลงในน้ำอัญชันตุ้มเลยสังเกตเห็นว่าทำไมน้ำอัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อยๆเปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง ตุ้มจึงถามแม่ว่า ทำไมน้ำอัญชันของแม่จึงเปลี่ยนสี

นักเรียนมาช่วยตุ้มวิเคราะห์ว่า มะนาวที่ผสมอัญชันและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า อัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อยๆเปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล



อัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อยๆเปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีมีการเปลี่ยนสีแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีเมื่อสารสองชนิดมาผสมกัน อาจเกิดสิ่งใหม่ขึ้น การเปลี่ยนสีเป็นสัญญาณที่บอกว่าเกิดการเปลี่ยนแปลง

มะนาวมีสารที่ทำให้เกิดสเบรียว (กรด) อัญชันมีสารพิเศษที่ตอบสนองต่อกรด เมื่อสารทั้งสองพบกัน จะเกิดปฏิกิริยาทำให้เปลี่ยนสีเปลี่ยนจากฟ้าเป็นม่วง แสดงว่าเกิดสิ่งใหม่ขึ้น

วิเคราะห์ปัญหา

อธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

ระบุเหตุผล

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียน ตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบ “น้ำ
อัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง”
โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล

ตั้งคำถาม

ความรู้เดิมที่นำมาใช้

ความรู้จากแหล่งอื่นๆ

“น้ำอัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง” โดยเข้าถึงข้อมูล คือความรู้เดิมที่นำมาใช้และความรู้จากแหล่งอื่นๆ และเติมรายละเอียดในตารางข้างล่าง

เมื่อผสมของสองอย่างอาจเกิดสิ่งใหม่ ซึ่งเกิดการเปลี่ยนสีในสภาวะต่างๆ น้ำอัญชันเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงชัดเจน

การเปลี่ยนสีของอัญชันเป็นตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เราสามารถสังเกตเห็นได้ในชีวิตประจำวัน แสดงให้เห็นว่าเมื่อสารต่างชนิดกันมาผสมกัน อาจเกิดสิ่งใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างจากเดิม

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หลักฐานที่สอดคล้องกับทฤษฎี การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของของเหลว และอธิบายว่า “น้ำอัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง” เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนของสารสถานะของเหลวอย่างไร

หลักฐาน

อธิบายทฤษฎี

ตัวอย่างอื่นๆ

ทฤษฎี

ภาพอธิบาย

น้ำอัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง

กะหล่ำปลี + น้ำส้มสายชู = เปลี่ยนสีเป็นแดง

กุหลาบแดง + น้ำด่าง = เปลี่ยนสีเป็นน้ำเงิน

เมื่อสารสองชนิดมาผสมกัน อาจเกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างจากเดิม

การเปลี่ยนสีเป็นสัญญาณ ที่บ่งชี้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

อัญชัน + มะนาว = สารใหม่สีม่วง แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี

ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี อัญชันมีสารพิเศษ ที่สามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อพบกับสารต่างๆ เหมือนเป็น “เครื่องตรวจสอบ” ธรรมชาติ น้ำมะนาวมีสารเปรี้ยว (เรียกว่ากรด) ที่ทำให้สเปริออน (เรียกว่าสเปริออน) เปลี่ยนสีในอัญชัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสารในอัญชันเปลี่ยนรูปแบบ เหมือนกับการเปลี่ยนทางเคมีใหม่ ทำให้มองเห็นสีแตกต่างไปจากเดิมหรือเราเห็นสีใหม่ จากสีฟ้าเปลี่ยนเป็นสีม่วง เพราะสารใหม่ที่เกิดขึ้นทำให้เราเห็นสีที่แตกต่างจากเดิม



สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนตอบคำถาม ยอมรับข้อสรุป พร้อมระบุเหตุผล การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล และการสรุปที่มีเหตุผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล ว่า “น้ำ อัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง”

1. การยอมรับข้อสรุปที่ไม่แน่ชัด

น้ำอัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง

ยอมรับ

ข้อสรุป

การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสาร แต่ไม่ใช่การเปลี่ยนสถานะของแข็ง

เหตุผล

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารในอัญชันกับกรดในมะนาว ทั้งสองสารอยู่ในสถานะของเหลว ไม่มี การเปลี่ยนจากของแข็งเป็นของเหลวหรือก๊าซ

ปฏิเสธ

ข้อสรุป

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารในอัญชันกับกรดในมะนาว ทั้งสองสารอยู่ในสถานะของเหลว ไม่มีการเปลี่ยนจากของแข็งเป็นของเหลวหรือก๊าซ

เหตุผล

การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเกี่ยวข้องไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะของแข็ง

2. การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล

น้ำอัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง

ยอมรับ

ข้อสรุป

การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตเห็นได้ และเกิดจากการผสมสารสองชนิดเข้าด้วยกัน

เหตุผล

การเปลี่ยนสีเกิดขึ้นจริงเมื่อน้ำอัญชันผสมกับน้ำมะนาว แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีหลักฐานชัดเจน สามารถหาค่าได้และอธิบายด้วยทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ปฏิเสธ

ข้อสรุป ...

การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเป็นการเปลี่ยนสถานะของเหลว

เหตุผล

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ไม่ใช่การเปลี่ยนสถานะทางกายภาพ ทั้งน้ำอัญชันและน้ำมะนาวอยู่ในสถานะของเหลว

3. การสรุปที่มีเหตุผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล

“น้ำอัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง” เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารอย่างไร

ยอมรับ

ข้อสรุป ...

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารในอัญชันกับกรดในมะนาว ทั้งสองสารอยู่ในสถานะของเหลว ไม่มีการเปลี่ยนจากของแข็งเป็นของเหลวหรือก๊าซ

เหตุผล

การเปลี่ยนสีเกิดขึ้นจริงเมื่อน้ำอัญชันผสมกับน้ำมะนาว แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีหลักฐานชัดเจน สามารถหาค่าได้และอธิบายด้วยทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ปฏิเสธ

ข้อสรุป

“การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเป็นการเปลี่ยนสถานะของเหลว

เหตุผล

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ไม่ใช่การเปลี่ยนสถานะทางกายภาพ ทั้งน้ำอัญชันและน้ำมะนาวอยู่ในสถานะของเหลว

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนให้เหตุผล และกล่าวอ้างเหตุผลจากทฤษฎี หลักฐาน และระบุได้ว่าข้อสรุปใดไม่สมเหตุผล นักเรียนจะเห็นด้วยกับข้อสรุปใด ที่สามารถตอบคำถามของนักเรียนได้ จากการศึกษาว่า “น้ำ อัญชันสีฟ้าที่ผสมกับน้ำมะนาวถึงค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นน้ำสีม่วง”

ข้อสรุป

การให้เหตุผล

หลักฐาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สรุปที่ไม่สมเหตุผล / อคติพล

ข้อสรุปที่ 1
การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารในอัญชันกับกรดในมะนาว ทั้งสองสารอยู่ในสถานะของเหลว

การเปลี่ยนสีเกิดขึ้นจริงเมื่อน้ำอัญชันผสมกับน้ำมะนาว แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีหลักฐานชัดเจน สามารถหาค่าได้และอธิบายด้วยทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

- เมื่อสารสองชนิดมาผสมกัน อาจเกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างจากเดิม
- การเปลี่ยนสีเป็นสัญญาณที่บอกว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีแล้ว
- อัญชัน + มะนาว = สารใหม่สีม่วง แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี

เมื่อสารสองชนิดมาผสมกัน อาจเกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างจากเดิมแสดงว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี

เห็นด้วย

ข้อสรุปที่ 2
“การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเป็นการเปลี่ยนสถานะของเหลว

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ไม่ใช่การเปลี่ยนสถานะทางกายภาพ ทั้งน้ำอัญชันและน้ำมะนาวอยู่ในสถานะของเหลว

ไม่มี

ไม่มี

ไม่เห็นด้วย ไม่สอดคล้องกัน เพราะ... ไม่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับ

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

ตุ้มจึงถามแม่ว่า ทำไมน้ำอุณหภูมิของแม่จึงเปลี่ยนสี และถ้าหนูอยากให้เป็นสีเหมือนเดิม สามารถทำได้ไหมคะแม่ (การเปลี่ยนแปลงทางเคมี)

ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า อุณหภูมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมาไม่มีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่โดยอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล



สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว



น้ำมะนาวที่ผสม
อุณหภูมิกลับมาไม่มีสี
เหมือนเดิมได้หรือไม่

น้ำอุณหภูมิที่ผสมกับน้ำมะนาวและ
เปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว ไม่สามารถกลับ
มาไม่มีสีเหมือนเดิมได้ ด้วยการ
เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว

การเปลี่ยนสีของอุณหภูมิเป็นการ
เปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ไม่สามารถ
ย้อนกลับได้ด้วยการเปลี่ยนอุณหภูมิ
ต้องใช้การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (เช่น
การเพิ่มสารเบส) เท่านั้น

การเปลี่ยนสีของน้ำอุณหภูมิเป็นการ
เปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดสารใหม่
ขึ้น ไม่ใช่การเปลี่ยนสถานะทาง
กายภาพที่สามารถย้อนกลับได้
ด้วยการเปลี่ยนอุณหภูมิ

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า น้ำมะนาวที่ผสม
อุณหภูมิและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุณหภูมิ ความร้อน ความ
เย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมาไม่มีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่ โดย
อธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์พร้อมระบุเหตุผล

วิเคราะห์ปัญหา	อธิบายด้วยหลักการ ทางวิทยาศาสตร์	ระบุเหตุผล

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียน ตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบ “น้ำมะนาวที่ผสมอุณหภูมิเย็นและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุณหภูมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมาไม่มีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่” โดยเข้าถึงข้อมูล คือ ความรู้เดิมที่นำมาใช้และความรู้จากแหล่งอื่นๆ

ตั้งคำถาม

ความรู้เดิมที่นำมาใช้

ความรู้จากแหล่งอื่นๆ

จากสถานการณ์ให้นักเรียน ตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบ “น้ำมะนาวที่ผสมอุณหภูมิเย็นและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุณหภูมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมาไม่มีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่” โดยเข้าถึงข้อมูล คือ ความรู้เดิมที่นำมาใช้และความรู้จากแหล่งอื่นๆ และเติมรายละเอียดในตารางข้างล่าง

อุณหภูมิเปลี่ยนสีเมื่อผสมกับมะนาว ความร้อนทำให้บางสิ่งเปลี่ยนแปลงบางสิ่งย้อนกลับได้ บางสิ่งไม่ได้อุณหภูมิส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารด้านกายภาพ สถานะ

การเปลี่ยนสีต้องการสารเคมี ไม่ใช่แค่อุณหภูมิ

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หลักฐานที่สอดคล้องกับทฤษฎี “น้ำมะนาวที่ผสมอุณหภูมิเย็นและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุณหภูมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมาไม่มีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่” เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนของสารอย่างไร

หลักฐาน

อธิบายทฤษฎี

ตัวอย่างอื่นๆ

ทฤษฎี

“น้ำมะนาวที่ผสมอุณหภูมิเย็นและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุณหภูมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมาไม่มีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่”

การเปลี่ยนสีของอุณหภูมิ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ไม่ใช่ทางกายภาพ

น้ำแข็งละลาย - ความร้อน ทำให้เปลี่ยนสถานะ สามารถกลับเป็นน้ำแข็งได้ (เปลี่ยนแปลงกายภาพ)

ชาเย็นกลับมาร้อน - อุณหภูมิ เปลี่ยน แต่รสชาติไม่เปลี่ยน (เปลี่ยนแปลงกายภาพ)

การเผาไหม้กระดาษ - ความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเคมี ไม่สามารถกลับเป็นกระดาษได้

เหล็กเป็นสนิม - ออกซิเจน ทำให้เหล็กเปลี่ยนเป็นสนิม ไม่กลับเป็นเหล็กด้วยอุณหภูมิ

ไข่ต้ม - ความร้อนทำให้โปรตีนแข็งตัว ไม่สามารถกลับเป็นไข่ดิบได้

1. ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงของสาร:

- เปลี่ยนแปลงกายภาพ: เปลี่ยนสถานะ รูปร่าง ขนาด - ย้อนกลับได้
- เปลี่ยนแปลงเคมี: เกิดสารใหม่ เปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุล - ส่วนใหญ่ย้อนกลับยาก
- เปลี่ยนแปลงกายภาพ: เปลี่ยนสถานะ รูปร่าง ขนาด - ย้อนกลับได้
- เปลี่ยนแปลงเคมี: เกิดสารใหม่ เปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุล - ส่วนใหญ่ย้อนกลับยาก

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ ให้นักเรียนตอบคำถาม ยอมรับข้อสรุปพร้อมระบุเหตุผล การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล และการสรุปที่มีเหตุผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล “น้ำมะนาวที่ผสมอัญชันและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุดหนุมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมามีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่” เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารอย่างไร

1. การยอมรับข้อสรุปที่ไม่มีแน่ชัด

“น้ำมะนาวที่ผสมอัญชันและเปลี่ยน เป็นสีม่วงแล้ว อุดหนุมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมามีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่”

ยอมรับ

ข้อสรุป

ความร้อน ความเย็น ไม่ส่งผลต่อสีของน้ำอัญชัน

เหตุผล

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี อาจจะต้องใช้วิธีอื่น

ปฏิเสธ

ข้อสรุป

อุณหภูมิสูงมากขึ้นอาจทำให้สีของน้ำอัญชันจางลงได้ แต่ไม่ใช่การกลับสู่สีเดิม

เหตุผล

การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเกี่ยวไม่เกี่ยวข้องกับการอุดหนุมิ

2. การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผล

“น้ำมะนาวที่ผสมอัญชันและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุดหนุมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมามีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่”

ยอมรับ

ข้อสรุป

การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีหลักฐานชัดเจน และสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

เหตุผล

การเปลี่ยนสีเกิดขึ้นทันทีเมื่อผสมกรดกับอัญชัน แสดงให้เห็นถึงปฏิกิริยาเคมีที่แท้จริง สามารถทำซ้ำได้และอธิบายด้วยทฤษฎีกรด-เบสและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุล

ปฏิเสธ

ข้อสรุป ...

อุดหนุมิสามารถทำให้น้ำอัญชันกลับสู่สีเดิมได้ หรือการเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนสถานะของแข็ง หรือการผสมกันเป็นเพียงการผสมสีธรรมดา

เหตุผล

อุดหนุมิสามารถทำให้น้ำอัญชันกลับสู่สีเดิมได้ หรือการเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนสถานะของแข็ง หรือการผสมกันเป็นเพียงการผสมสีธรรมดาจะอยู่นานอยู่ในสถานะของเหลว

3. การสรุปที่มีเหตุผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล

“น้ำมะนาวที่ผสมอัญชันและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุดหนุมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมามีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่”

ยอมรับ

ข้อสรุป ...

การศึกษาน้ำอัญชันและอุดหนุมิแสดงให้เห็นหลักการสำคัญของการเปลี่ยนแปลงของสาร คือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีต้องใช้วิธีการทางเคมีในการย้อนกลับ ไม่สามารถใช้วิธีทางกายภาพแทนได้

เหตุผล

การวิเคราะห์หลักฐานจากหลายแหล่ง (การทดลอง ทฤษฎี และตัวอย่างอื่น) แสดงให้เห็นอย่างสอดคล้องกันว่า การเปลี่ยนสี Anthocyanin เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ขึ้นกับ pH การสังเคราะห์ข้อมูลนี้ช่วยให้เข้าใจหลักการทั่วไปของการเปลี่ยนแปลงของสารและวิธีการย้อนกลับที่เหมาะสม

ปฏิเสธ

ข้อสรุป

“การเปลี่ยนแปลงทุกประเภทสามารถย้อนกลับได้ด้วยอุดหนุมิ หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพมีลักษณะเหมือนกัน หรือไม่ก็กฎเกณฑ์ในการทำรายการย้อนกลับ

เหตุผล

การวิเคราะห์หลักฐานจากหลายแหล่ง (การทดลอง ทฤษฎี และตัวอย่างอื่น) แสดงให้เห็นอย่างสอดคล้องกันว่า การเปลี่ยนสี Anthocyanin เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ขึ้นกับ pH การสังเคราะห์ข้อมูลนี้ช่วยให้เข้าใจหลักการทั่วไปของการเปลี่ยนแปลงของสารและวิธีการย้อนกลับที่เหมาะสม

สถานการณ์ที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของสารสถานะของเหลว

จากสถานการณ์ ให้นักเรียนให้เหตุผล และกล่าวอ้างเหตุผลจากทฤษฎี หลักฐาน และระบุได้ว่าข้อสรุปใดไม่สมเหตุผล นักเรียนจะเห็นด้วยกับข้อสรุปใดที่สามารถตอบคำถามของนักเรียนได้ จากการศึกษาว่า “น้ำมะนาวที่ผสมอัญชันและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้ว อุดหนุมิ ความร้อน ความเย็น จะช่วยทำให้น้ำกลับมามีสีเหมือนเดิมได้หรือไม่” เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารอย่างไร

ข้อสรุป

การให้เหตุผล

หลักฐาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สรุปที่ไม่สมเหตุผล / อคติ

ข้อสรุปที่ 1
อุดหนุมิ ความร้อน ความเย็น ไม่สามารถทำให้น้ำอัญชันกลับมามีสีเหมือนเดิมได้ เพราะการเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ต้องการการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพื่อย้อนกลับ

การเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันเกิดจากการที่สาร Anthocyanin ทำปฏิกิริยากับกรดในมะนาว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลและกลายเป็นสารใหม่ที่มีสีม่วง การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นปฏิกิริยาเคมีที่ขึ้นกับค่า pH ไม่ใช่อุดหนุมิ ดังนั้นการเปลี่ยนอุดหนุมิจึงไม่สามารถทำให้สีกลับเป็นสีเดิมได้ แต่ต้องใช้การเปลี่ยนค่า pH ด้วยสารเบส

การทดลองที่อุดหนุมิต่างๆ: น้ำอัญชันสีม่วงกับโซดาเย็น (4°C) นาน 24 ชั่วโมง ยังคงเป็นสีม่วง
การแช่แข็ง: น้ำอัญชันสีม่วงแช่แข็ง (-18°C) ละลายแล้วยังเป็นสีม่วง
การเปรียบเทียบ: น้ำอัญชันสีม่วง + เบกกิ้งโซดา = กลับเป็นสีฟ้าทันที

การเปรียบเทียบ: น้ำอัญชันสีม่วง + เบกกิ้งโซดา = กลับเป็นสีฟ้าทันที

เห็นด้วย

ข้อสรุปที่ 2
“อุดหนุมิสามารถทำให้สีกลับได้”

“การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนสถานะ” - ขัดกับทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงของสาร

ไม่มี

ไม่มี

ไม่เห็นด้วย ไม่สอดคล้องกัน เพราะ.... ไม่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับ