



สารละลาย

เป็นของผสมเนื้อเดียวกันที่ประกอบด้วย **ตัวทำละลาย (solvent)** และ **ตัวละลาย (solute)** ซึ่งรวมกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป สารละลายมีทั้ง 3 สถานะ

ของแข็ง : เช่น ทองเหลือง (Cu + Zn)

ของเหลว : เช่น น้ำเชื่อม น้ำปลา

แก๊ส : เช่น อากาศ (O_2 , N_2 , CO_2 และอื่นๆ)

สารประกอบ

หมายถึง สารที่เกิดจากการรวมตัวทางเคมีของธาตุตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนขององค์ประกอบที่แน่นอน สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากสมบัติเดิมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ต้องแยกออกจากกันได้โดยทางเคมี มีสูตรแสดงส่วนประกอบของธาตุ เช่น น้ำ มีสูตรเป็น H_2O โดยมีอัตราส่วนระหว่าง "H" ต่อ "O" เป็น 2 : 1 กรดน้ำส้มสายชู CH_3COOH อัตราส่วนระหว่าง H : C : O เป็น 4 : 2 : 2 หรือ 2 : 1 : 1 หรือเกลือแกงมีสูตรอย่างง่ายคือ NaCl เป็นต้น

สมบัติของสาร

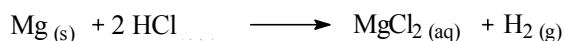
แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- สมบัติทางเคมี (chemical property) เช่น การเผาไหม้ การทำปฏิกิริยา
- สมบัติทางกายภาพ (physical property) เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลาย สี กลิ่น

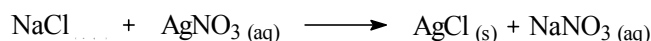
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี หลังการเกิดปฏิกิริยาจะมีสารใหม่เกิดขึ้น ซึ่งสารบางตัวอาจจะมีสารใหม่เกิดขึ้นที่สังเกตได้ง่าย เช่น มีแก๊ส เกิดตะกอน สีของสารเปลี่ยนไป เช่น

- ปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียม ($Mg(s)$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ได้แก๊สเกิดขึ้น ตามสมการ



- ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมคลอไรด์กับซิลเวอร์ไนเตรต ได้ตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ตามสมการ



- ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายต่างทับทิมในกรดเจือจางซึ่งมีสีม่วง กับสารละลายกรดออกซาลิก $H_2C_2O_4$ จะได้แมงกานีส (II) ไอออนสีชมพูกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ



การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสาร ไม่ทำให้เกิดสารใหม่และไม่ทำให้สมบัติทางเคมีของสารเปลี่ยนแปลง เช่น การละลายของน้ำแข็ง เมื่อนำไปแช่แข็งยังคงได้น้ำแข็งเช่นเดิม หรือ การละลายเกลือแกง



การทดสอบความบริสุทธิ์ของสาร

- สารที่เป็นของแข็ง → **หาจุดหลอมเหลว** (melting point (mp.)) สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวคงที่และมีช่วงแคบ ส่วนสารที่ไม่บริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวไม่คงที่ มีช่วงกว้างและมีค่าต่ำกว่าสารบริสุทธิ์
- สารที่เป็นของเหลว → **หาจุดเดือด** (boiling point (bp.)) สารบริสุทธิ์จะมีจุดเดือดคงที่และมีช่วงแคบ ส่วนสารที่ไม่บริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเดือดไม่คงที่ มีช่วงกว้างและมีค่าสูงกว่าสารบริสุทธิ์

การแยกสารและทำให้สารบริสุทธิ์

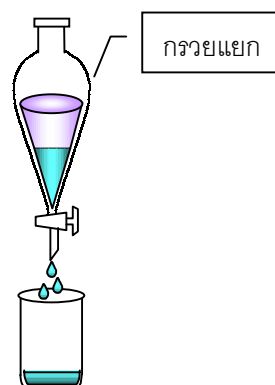
สารที่มีอยู่ในธรรมชาติและที่สังเคราะห์ขึ้นส่วนใหญ่เป็นสารที่ไม่บริสุทธิ์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสมก็ได้ เมื่อเราต้องการแยกสารใดสารหนึ่งออกจากที่ไม่บริสุทธิ์อาจทำได้หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร ดังนี้

1. สารเนื้อผสม

- **การร่อน** : ใช้แยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็ง – ของแข็งที่มีขนาดต่างกัน ต้องใช้ตระแกรงร่อน (sieve)
- **การกรอง** : ใช้แยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็ง – ของเหลว เช่น สารแขวนลอยต่างๆ ถ้าอนุภาคของของแข็งมีขนาด $> 10^{-4}$ cm. ต้องกรองด้วยกระดาษกรอง และถ้าอนุภาคของของแข็งมีขนาด $< 10^{-4}$ cm. แต่ $> 10^{-7}$ cm. ต้องกรองด้วยเซลโลเฟน
- **การแยกด้วยกรวยแยก** : ใช้แยกสารเนื้อผสมระหว่างของเหลว – ของเหลวที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำกับน้ำมัน



การกรอง



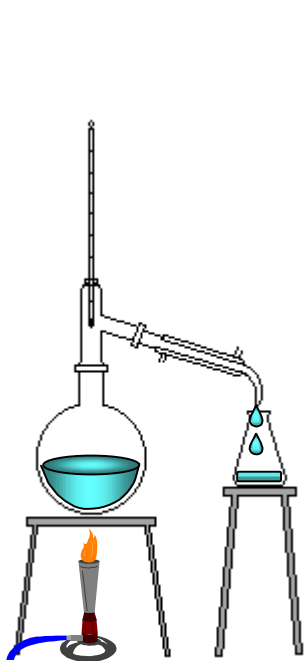
การแยกด้วยกรวยแยก

2. สารเนื้อเดียว

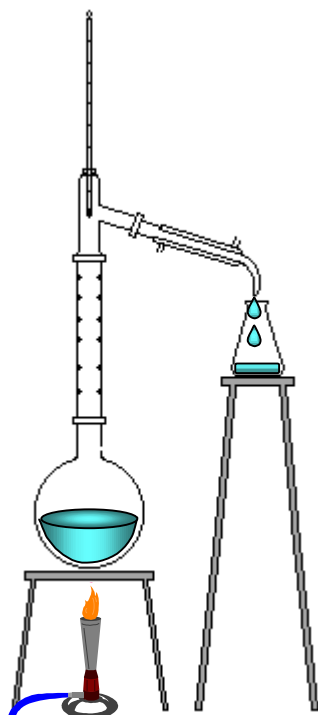
- **การตกผลึก** : ใช้แยกสารเนื้อเดียวที่เป็นของแข็ง เป็นการแยกโดยอาศัยความสามารถในการละลายต่างกัน เช่น เกลือแกงกับแอมฟาลี
- **การกลั่น** : ใช้แยกสารเนื้อเดียวที่เป็นของเหลว เป็นการแยกโดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดของสาร การกลั่นมีหลายแบบ ดังนี้
 - 1.) **การกลั่นธรรมดา** ใช้แยกสารที่ต้องการแยกมีจุดเดือดต่างกันมาก หรือเป็นของแข็งที่ละลายในของเหลว
 - 2.) **การกลั่นลำดับส่วน** ใช้แยกสารจุดเดือดต่างกันน้อย เช่น ในการกลั่นน้ำมันดิบ เป็นต้น



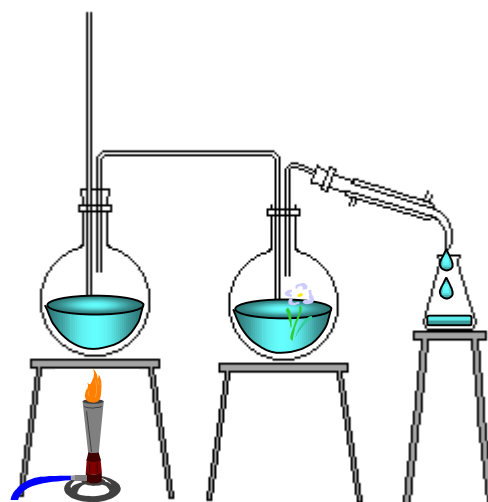
- 3.) การกลั่นไอน้ำ ใช้ในกรณีที่มีของเหลวที่มีสารใดสารหนึ่งจุดเดือดต่ำกว่าน้ำและไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำเมื่อเย็นตัวลง แต่ส่วนใหญ่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย เช่น ตะไคร้หอม เป็นต้น



เครื่องกลั่นธรรมดา



เครื่องกลั่นลำดับส่วน

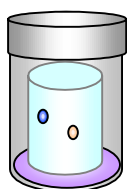


เครื่องกลั่นไอน้ำ

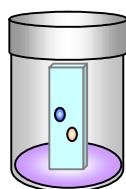
- **โครมาโตกราฟี** (chromatography) : ใช้แยกสารเนื้อเดียวได้ทุกชนิดที่มีความเป็นขั้วแตกต่างกัน โครมาโตกราฟีสามารถใช้เป็นทั้งเครื่องมือตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารอินทรีย์เบื้องต้นโดยเปรียบเทียบค่า R_f ซึ่งเป็นค่าเฉพาะตัวของสารหรือใช้ในการแยกสาร เพื่อให้สารบริสุทธิ์ หลักการทำงานของโครมาโตกราฟีคืออาศัยความสามารถในการดูดซับของสารกับตัวดูดซับที่เป็นเฟสคงที่ (stationary phase) กับความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ซึ่งเราเรียกว่า ตัวชะ (eluent) ได้ต่างกัน สารที่ โครมาโตกราฟีมีหลายชนิด เช่น

- 1.) เปเปอร์โครมาโตกราฟี (paper chromatography)
- 2.) TLC (thin layer chromatography)
- 3.) คอลัมน์โครมาโตกราฟี (column chromatography)

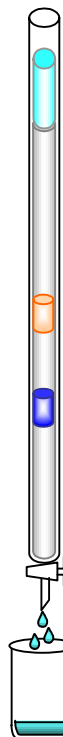
$$\text{ค่า } R_f (\text{Retardation factor}) = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวชะเคลื่อนที่}}$$



เปเปอร์โครมาโตกราฟี



TLC



คอลัมน์โครมาโตกราฟี

หลักการจำแนกสาร

ถ้าใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นการจำแนกสาร เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมนั้น ยังสามารถแยกย่อยออกได้เป็น สารแขวนลอย (suspension) คอลลอยด์ (colloid) และสารละลาย (solution) นั้น อาจใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ คือ

1. ขนาดอนุภาค

	สารละลาย	คอลลอยด์	สารแขวนลอย
ขนาด	$< 10^{-7}$ cm.	10^{-7} cm. - 10^{-4} cm.	$> 10^{-4}$ cm.

2. การกรอง สำหรับสารแขวนลอยใช้กระดาษกรองและคอลลอยด์ใช้เซลโลเฟน ส่วนสารละลายไม่สามารถกรองได้

3. การฉายแสงผ่านสาร ถ้าฉายแสงผ่านสารชนิดต่างๆ จะพบว่าใน

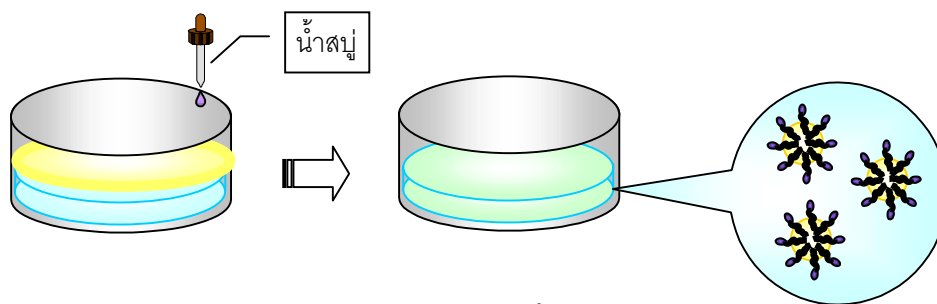
สารละลาย	คอลลอยด์	สารแขวนลอย
ไม่เห็นลำแสง	เห็นลำแสงอย่างชัดเจน	ทึบแสง

“Tyndall's Effect”

คอลลอยด์ มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับสถานะของอนุภาคที่กระจายอยู่ในตัวกลางและสถานะของตัวกลาง ได้แก่

1. **แอโรซอล (aerosol)** เป็นการกระจายตัวของของเหลวหรือของแข็งในอากาศ เช่น หมอก เมฆ ฝุ่น
2. **อิมัลชัน (emulsion)** เป็นการกระจายตัวของของเหลวชนิดหนึ่งในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง เช่น น้ำในน้ำมัน

ปกติน้ำจะไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำมัน แต่ถ้าเราใส่สบู่หรือผงซักฟอกลงไปเล็กน้อยจะทำให้ได้สารละลายที่เรียกว่า **อิมัลชัน** ซึ่งสบู่หรือผงซักฟอกที่ใส่ลงไปเพื่อทำให้น้ำรวมตัวกับน้ำมันเรียกว่า **ตัวประสาน** หรือ **อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier)**



ตัวอย่างข้อสอบ

1. ข้อความเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารที่อุณหภูมิห้อง ข้อใดผิด

1. น้ำแข็งไม่ระเหิดเพราะโมเลกุลมีพันธะไฮโดรเจนระหว่างกัน
2. แฉกตาลินระเหิดได้เพราะมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลน้อย
3. การเปลี่ยนแปลงเป็นไอของโลหะปรอทจัดอยู่ในประเภทการระเหิด
4. ควันทกเกิดจากน้ำแข็งแห้งตั้งทิ้งไว้ประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำ

ตอบข้อ 3 ในบรรดาโลหะที่มีอยู่ ปรอทจัดเป็นโลหะตัวเดียวที่มีสถานะเป็นของเหลว ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของโลหะปรอทจากของเหลวไปเป็นไอจะเรียกว่าการระเหย

2. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ถูกต้อง

1. สารเนื้อเดียวจะต้องเป็นสารชนิดเดียวกัน
2. สารละลายทุกชนิด จัดเป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน
3. สารละลายบางชนิดจัดเป็นสารบริสุทธิ์
4. สารบริสุทธิ์ทุกชนิดจัดเป็นสารเนื้อเดียวกัน แต่สารเนื้อเดียวกันไม่จำเป็นต้องเป็นสารบริสุทธิ์

ตอบข้อ 4 สารเนื้อเดียวกันอาจจะเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารละลายก็ได้และจะมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวหรือแก๊สก็ได้เช่นกัน สารบริสุทธิ์จะเป็นสารเดี่ยวส่วนสารละลายจะประกอบด้วยหลายสารได้

3. ข้อความใดต่อไปนี บอกความบริสุทธิ์ของของเหลวได้

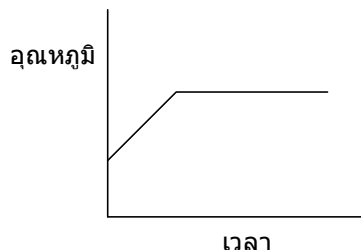
1. เมื่อระเหยให้แห้งแล้วมีสารบริสุทธิ์เหลือ
2. เมื่อสกัดด้วยอีเทอร์แล้วระเหยอีเทอร์ออก จะมีสารบริสุทธิ์เหลืออยู่
3. เมื่อกลั่นด้วยวิธีธรรมดาจุดเดือดจะคงที่
4. เมื่อกลั่นด้วยไอน้ำ จุดเดือดของของเหลวที่กลั่นได้ต่ำกว่าเมื่อกลั่นโดยวิธีธรรมดา

ตอบข้อ 3 การบอกความบริสุทธิ์ของสาร ถ้าเป็นของแข็งดูได้จากจุดหลอมเหลว ถ้าเป็นของเหลวจะดูได้จากจุดเดือดซึ่งจะคงที่ ในปัจจุบันอาจใช้วิธีวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

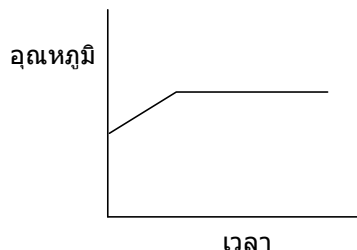


4. จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา เมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว A และ B ได้ผลดังนี้

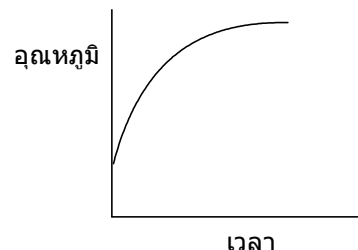
ก. ของเหลว A อย่างเดียว



ข. ของเหลว B อย่างเดียว



ค. ของเหลว A + B



ข้อสรุปได้ถูก

1. สาร A เป็นสารบริสุทธิ์ แต่สาร B เป็นสารละลาย
2. สาร A เป็นสารละลาย แต่สาร B เป็นสารบริสุทธิ์
3. สาร A และสาร B เป็นสารบริสุทธิ์
4. สาร A และสาร B เป็นสารละลายทั้งคู่

ตอบข้อ 3 เมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลวบริสุทธิ์ อุณหภูมิของสารจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงจุดเดือดจึงมีอุณหภูมิคงที่ ถ้าเป็นสารที่ไม่บริสุทธิ์จะมีจุดเดือดที่ไม่คงที่

5. พิจารณาสมบัติของสารต่อไปนี้

สาร	A	B
สถานะ	ของเหลว	ของเหลว
สี	ไม่มีสี	เหลือง
การละลายน้ำ	ละลายได้น้อย	ละลายได้ดี
การละลายใน CHCl_3	ละลายได้ดี	ละลายได้น้อย
จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	75	80

ในสารละลายที่มี A และ B ปนอยู่วิธีใดต่อไปนี้ จะแยกสารทั้งสองออกจากกันได้ดีและเหมาะสม

1. การกลั่นลำดับส่วน
2. กลั่นด้วยไอน้ำ
3. สกัดแยกด้วยน้ำ
4. สกัดแยกด้วยคลอโรฟอร์ม

ตอบข้อ 3 หลักในการพิจารณาในการแยกสารต้องเลือกสมบัติของสารที่จะแยกที่ตรงข้ามกัน ในที่นี้คือการละลาย ระหว่างตัวทำละลายที่เป็นน้ำกับคลอโรฟอร์ม ต้องเลือกการสกัดด้วยน้ำเพราะปลอดภัยกว่าและถูกกว่า

6. ของเหลว A, B และ C ผสมกันอยู่ โดยมีสมบัติดังแสดงในตาราง

	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	การละลายในน้ำ
สาร A	68	ไม่ละลาย
สาร B	78	ละลาย
สาร C	70	ละลาย



เราควรแยกสารโดยวิธีใด เพื่อให้การแยกสมบูรณ์ที่สุด

1. แยกโดยการกลั่นธรรมดา และสกัดด้วยตัวทำละลาย
2. แยกโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ และสกัดด้วยตัวทำละลาย
3. แยกโดยการกลั่นลำดับส่วน และสกัดด้วยตัวทำละลาย
4. แยกโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ และการกลั่นลำดับส่วน และสกัดด้วยตัวทำละลาย

ตอบข้อ 3 เพราะสารที่กำหนดให้มีจุดเดือดใกล้เคียงกันมาก เพราะฉะนั้นจะแยกด้วยการกลั่นธรรมดาไม่ได้ จึงต้องใช้การแยกโดยการกลั่นลำดับส่วนเพื่อเอาสาร A ออกมารวมกับสาร C แล้วจึงแยกสารทั้งสองนี้ด้วยการสกัด การกลั่นด้วยไอน้ำก็ทำเหลือสาร B กับ C ที่มีสมบัติการละลายน้ำที่เหมือนกัน

7. สมบัติทางกายภาพของสาร A, B, C และ D เป็นดังในตาราง

สาร	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	การละลายในน้ำ	การละลายในเฮกเซน
A	50	-20	ละลาย	ไม่ละลาย
B	80	-10	ไม่ละลาย	ละลาย
C	110	-5	ไม่ละลาย	ละลาย
D	230	50	ละลาย	ไม่ละลาย

จากข้อมูลในตารางข้างบน กระบวนการแยกสารทั้งสี่ข้อใดเหมาะสำหรับการแยกสารดังกล่าวออกจากของผสม

ข้อ	กระบวนการแยกสาร			
	กลั่นลำดับส่วน	สกัดด้วยตัวทำละลาย	กลั่นด้วยไอน้ำ	กรอง
1.	A	C	B	D
2.	B	D	A	B
3.	C	A	D	C
4.	D	B	C	A

ตอบข้อ 1 จากคุณสมบัติของสารดังตารางที่กำหนดให้ มีเพียงสาร D เป็นของแข็งซึ่งดูจากจุดเดือด จุดหลอมเหลว จึงสามารถแยกจากของผสมได้ด้วยการกรอง สำหรับสาร A ควรแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน ส่วนสาร B และ C ละลายในเฮกเซนจึงสามารถสกัดได้ แต่เนื่องจาก B มีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำจึงควรแยกโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

8. X เป็นสารผสมชนิดหนึ่ง เมื่อนำไปแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟี และใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย พบว่าสารที่ต้องการมีค่า $R_f = 0.2$ ถ้าเปลี่ยนตัวทำละลายเป็นเอทานอล แต่ไม่เปลี่ยนตัวดูดซับ ค่า R_f ของสารที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. ลดลง
2. เพิ่มขึ้น
3. ไม่เปลี่ยนแปลง
4. ไม่สามารถสรุปได้

ตอบข้อ 2 ในการทำโครมาโทกราฟี ถ้าไม่เปลี่ยนตัวดูดซับเมื่อเปลี่ยนตัวทำละลายที่มีขั้วเพิ่มขึ้น ค่า R_f จะสูงขึ้นเสมอ



9. A, B, C, D เป็นของเหลวบริสุทธิ์ เมื่อนำ A มาผสมกับ B และ C ผสมกับ D พบว่าต่างก็เป็นสารละลายเนื้อเดียวกัน เมื่อนำ C มาผสมกับ A ปรากฏว่าไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน สาร A, B, C, D ในข้อใด เป็นไปได้

	A	B	C	D
1.	H ₂ O	C ₂ H ₅ OH	C ₆ H ₆	CCl ₄
2.	H ₂ O	CH ₃ OH	C ₆ H ₆	C ₆ H ₁₄
3.	C ₆ H ₆	CCl ₄	H ₂ O	C ₃ H ₇ OH
4.	CCl ₄	H ₂ O	C ₂ H ₅ OH	C ₆ H ₁₄

ตอบข้อ 4 ใช้หลักการ "like dissolves like" (สารที่เป็นพวกเดียวกัน (มีความเป็นขั้วคล้ายกัน) ย่อมละลายกันได้) เนื่องจาก CCl₄ สามารถละลายได้ใน C₂H₅OH จึงเป็นชุดของสารที่เป็นไปได้

10. สารใดต่อไปนี้ เป็นสารบริสุทธิ์ในเชิงเคมี

- ก. โซเดียมคาร์บอเนตของแข็ง ข. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ค. นมสด
ง. น้ำ จ. เหล็กกล้า ฉ. พรอท
1. ค. และ ฉ. 2. ก., ง. และ ฉ. 3. ถูกทุกข้อ 4. ง. และ ฉ.

ตอบข้อ 2. สารบริสุทธิ์ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้ ซึ่งสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ประกอบด้วยน้ำและโซเดียมคาร์บอเนต จึงเป็นสารไม่บริสุทธิ์ ส่วนนมประกอบด้วยน้ำ โปรตีนหลายชนิดและไขมัน และเหล็กกล้าประกอบด้วยเหล็ก (Fe) และโลหะอื่นอีก

11. จากข้อมูลต่อไปนี้

สาร	มวลโมเลกุล	จุดเดือดปกติ (°C)
น้ำ	18.0	100.0
เอทานอล	46.0	48.5
คลอโรฟอร์ม	119.5	61.3
เอทิลอีเทอร์	74.0	34.6

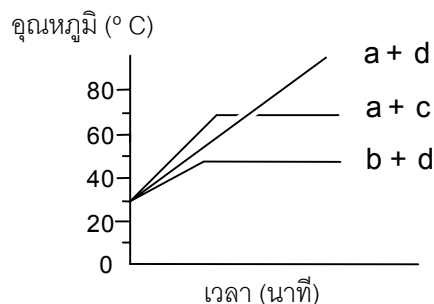
ที่ 25 °C สารใดมีความดันไอต่ำสุด

1. น้ำ 2. เอทานอล 3. คลอโรฟอร์ม 4. เอทิลอีเทอร์

ตอบข้อ 1. น้ำ เพราะน้ำมีจุดเดือดสูงสุดย่อมระเหยได้ยากสุด มีไอน้อยสุด เพราะฉะนั้นความดันไอก็จะน้อยที่สุด



12. สาร a, b, c และ d เป็นของเหลวเนื้อเดียว สี ไม่มีสี เมื่อนำของผสมในอัตราส่วน 1 : 1 ของ a กับ c, a กับ d และ b กับ d ไปกลั่น แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาได้กราฟดังรูป



ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดผิด

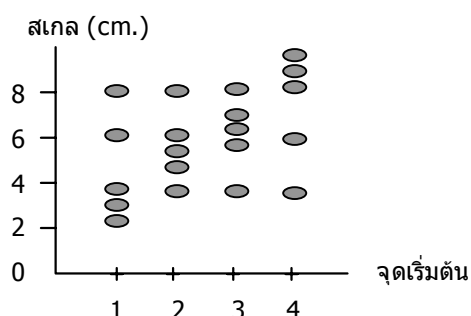
1. a และ c เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน
2. b และ d เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน
3. a และ d เป็นสารบริสุทธิ์ต่างชนิดกัน
4. b และ c เป็นสารละลายต่างชนิดกัน

ตอบข้อ 4. ทั้ง a กับ c และ b กับ d ต่างก็เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกันเพราะมีจุดเดือดคงที่ ส่วน a และ d เป็นสารละลายต่างชนิดกันเพราะจุดเดือดไม่คงที่ สำหรับ b และ c ควรเป็นสารบริสุทธิ์ไม่ใช่สารละลาย เพราะสารละลายจะมีจุดเดือดไม่คงที่

13. กำหนดข้อมูลจากการทำโครมาโตกราฟีของสารมี 5 ชนิดดังนี้

สาร	ระยะทางเคลื่อนที่ (cm.) ของ	
	สาร	ตัวทำละลาย
A	12.0	15.0
B	9.0	15.0
C	6.0	15.0
D	9.6	15.0
E	9.3	15.0

ถ้านำของผสมของสารทั้ง 5 ชนิดมาทำโครมาโตกราฟี โดยให้ตัวทำละลายเคลื่อนที่ไป 10 cm. ผลลัพธ์ควรเป็นดังรูปในข้อใด



ตอบข้อ 3 เมื่อดูจากระยะทางของการเคลื่อนที่ของสารในขณะที่ยตัวทำละลายเคลื่อนที่เท่ากัน เราจึงไม่จำเป็นต้องคำนวณค่า R_f เราก็จะเห็นว่ามีความีสาร 3 ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ใกล้กัน คือ B, D และ E โดยมีสาร C อยู่ต่ำกว่า และสาร A อยู่สูงกว่า ซึ่ง spot ของสารทั้งสามจะค่อนข้างไปด้านสาร A มากกว่า



14. นำสารตัวอย่างของเหลวมาระเหยแห้ง เหลือของแข็ง A สีเหลืองปนขาว จุดหลอมเหลว $120 - 126^{\circ}\text{C}$ นำมาแยกด้วยโครมาโตกราฟีกระดาษ เห็นแถบสีเหลือง แต่หลังจากนำกระดาษไปไว้ในขวดที่มีเกล็ดไอโอดีน ปรากฏเห็น 3 แถบ ข้อสรุปใดถูกต้อง

1. สารตัวอย่างมีสารประกอบ 3 ชนิด
2. ของแข็ง A เป็นสารประกอบ
3. ของแข็ง A เป็นของผสม
4. ของแข็ง A เป็นสารละลาย

ตอบข้อ 3 เพราะของแข็ง A ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จึงเป็นสารผสมที่ประกอบด้วยสารอย่างน้อย 3 ชนิด

15. เราควรเลือกใช้ขั้นตอนตามข้อใดต่อไปนี้ เพื่อสกัดน้ำมันจากพืชตากแห้งชนิดหนึ่ง สำหรับนำมาใช้ขนาดแก้ปวดเมื่อย เมื่อสารตัวที่ต้องการสกัดไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายไม่มีขั้ว จุดเดือด 150°C สลายตัวที่ 280°C ไม่มีสี

1. สกัดในกรวยแยกด้วยเฮกเซน ตามด้วยการแยกด้วยโครมาโตกราฟี และกลั่นลำดับส่วน
2. สกัดในกรวยแยกด้วยเฮกเซน แล้วกลั่นลำดับส่วนทำให้บริสุทธิ์ด้วยโครมาโตกราฟี
3. สกัดด้วยเฮกเซนโดยใช้ซอกซ์เลต ตามด้วยการระเหยเฮกเซนอาศัยเทคนิคลดความดันแล้วทำให้บริสุทธิ์อาศัยโครมาโตกราฟี
4. สกัดด้วยเฮกเซนโดยใช้ซอกซ์เลต ตามด้วยการระเหยเฮกเซน อาศัยเทคนิคลดความดัน

ตอบข้อ 3 การสกัดสารธรรมชาติต้องใช้การสกัดโดยใช้ซอกซ์เลต จากนั้นจึงระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นลดความดัน เพื่อป้องกันการสลายตัวของสาร แล้วจึงทำให้บริสุทธิ์ด้วยโครมาโตกราฟี

16. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

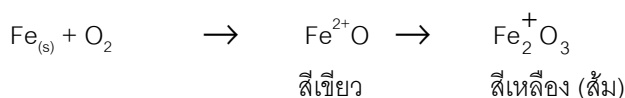
- ก. ตะปูเหล็กเกิดสนิม, การเผาต่างทับทิม การระเหยของแอลกอฮอล์ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
- ข. ทองเหลือง น้ำทะเล น้ำโซดา จัดเป็นสารเนื้อเดียวประเภทสารละลาย
- ค. สมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการตกผลึก คือ ต้องละลายสารที่จะตกผลึกได้มากที่อุณหภูมิสูงและละลายได้น้อยที่อุณหภูมิต่ำ
- ง. การละลายประเภทคายความร้อนเกิดจากพลังงานที่ใช้แยกอนุภาคของสารออกจากกันมีปริมาณมากกว่าพลังงานที่เกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารกับโมเลกุลของตัวทำละลาย

คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

1. ก และ ข
2. ค และ ง
3. ข และ ค
4. ก และ ง

หลัก ก. alcohol ระเหย เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

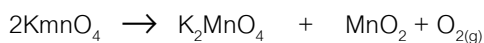
- ตะปูเหล็ก เกิดสนิม, สนิม คือ ออกไซด์ของเหล็ก



ทดสอบ Fe^{2+} โดยใช้ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$ สีน้ำเงิน



- การเผาต่างทับทิม $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_{2(g)}$



สีม่วง สีน้ำเงิน สีน้ำตาล

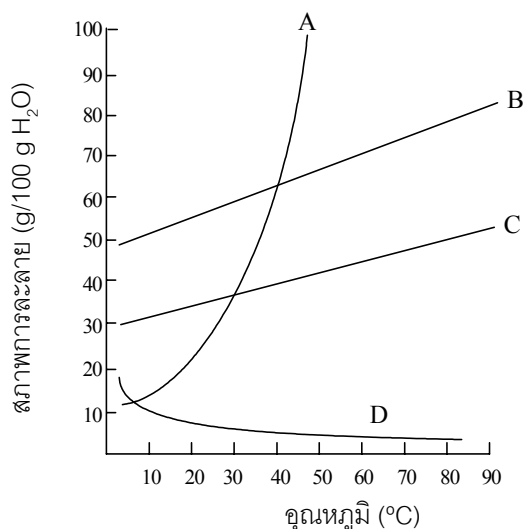
ง. ΔE การละลาย = $E_{\text{latt}} - E_{\text{ไฮเดรชัน}} = -x$

E_{latt} = พลังงานโครงร่างผลึกหรือสลายโครงร่างผลึก

$E_{\text{ไฮเดรชัน}}$ = พลังงานที่อนุภาครวมกับน้ำต้องคายออก

สารที่ละลายน้ำหรือตัวทำละลายได้ดี ค่า ΔE จะมีค่าเป็นลบคือ $E_{\text{ไฮเดรชัน}}$ ต้องมากกว่า $E_{\text{โครงร่างผลึก}}$

17. กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความสามารถในการละลายน้ำของเกลือ A, B, C และ D เป็นดังนี้



ข้อสรุปได้คือ

1. อุณหภูมิมีผลต่อการละลายของเกลือ A มากกว่าการละลายของเกลือ C
2. เกลือ B ละลายน้ำได้ดีกว่าเกลือ C ทุกอุณหภูมิ
3. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เกลือ B ละลายน้ำได้มากขึ้น
4. การละลายของเกลือ D เป็นกระบวนการดูดความร้อน

หลัก จากกราฟ แสดงว่า

เกลือ A ละลายได้ดีที่อุณหภูมิสูง

อุณหภูมิแปรตรงกับความร้อนจากสูตร

$$Q = MS\Delta T$$

∴ เกลือ A ละลายน้ำได้ดีเป็นกระบวนการดูดความร้อน

เกลือ D ละลายน้ำได้น้อยที่อุณหภูมิสูง แสดงว่าการละลายน้ำของ D เป็นกระบวนการคายความร้อน

เกลือ B, C ละลายน้ำได้ดีเมื่ออุณหภูมิเพิ่มก็เป็นกระบวนการละลายน้ำชนิดดูดความร้อน

(หรือตอบสั้นๆ ว่า) เกลือ A, B, C ละลายน้ำได้มากที่อุณหภูมิสูง จึงเป็นการละลายน้ำชนิดดูดความร้อน ส่วนเกลือ D

ละลายน้ำได้น้อยลงที่อุณหภูมิสูงจึงเป็นการละลายน้ำชนิดคายความร้อน



18. มีของเหลวใส ไม่มีสี กลิ่นหอมอยู่ในขวดซึ่งติดสลากว่าเป็นเอทานอล (จุดเดือด 78.3°C) แต่มีผู้สงสัยว่าจะมีเมทานอล (จุดเดือด 64.5°C) ปนอยู่ด้วย วิธีการใดต่อไปนี้จะอาจใช้ในการทดสอบและแยกสารทั้งสองออกจากกันได้

ก. หาจุดเดือด

ข. กลั่น

ค. กลั่นลำดับส่วน

ง. กลั่นด้วยไอน้ำ

จ. สกัดด้วยอะซีโตน

1. ก. และ จ.

2. ข. และ ค.

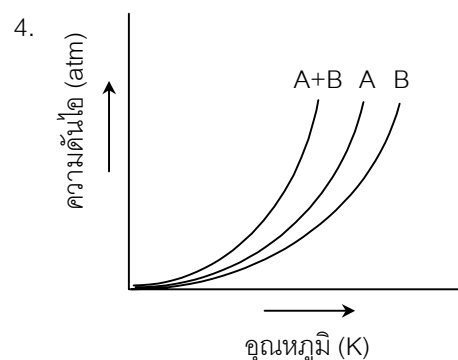
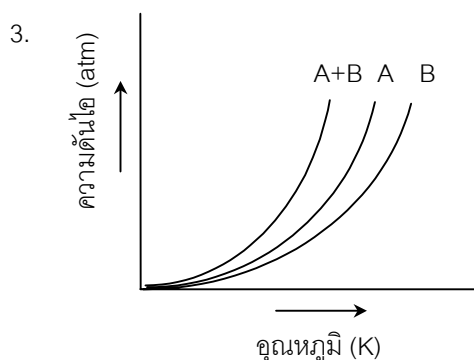
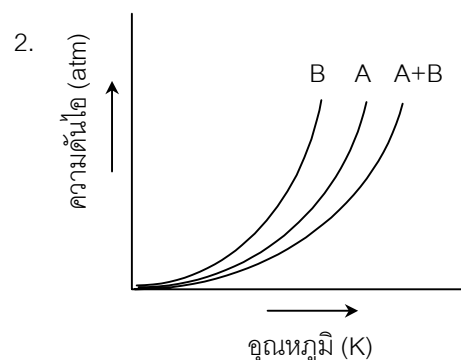
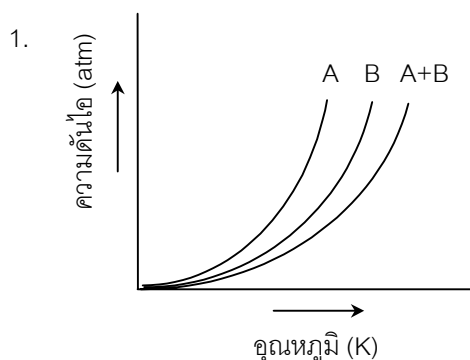
3. ก. ข. และ ง.

4. ข. ค. และ จ.

หลัก การทดสอบสารบริสุทธิ์คือ การหาจุดเดือด (สำหรับของเหลว) วิธีการ ข และ ค การกลั่น และการกลั่นลำดับส่วน จะใช้ได้ทั้งการทดสอบ และการแยกสาร

สารบริสุทธิ์มีจุดเดือดต่ำกว่าสารผสม และสารบริสุทธิ์จะมีจุดเดือดคงที่ ในที่นี้ เมื่อนำสารมากลั่น ถ้าเป็นสารผสม จะพบว่าเมทานอล จะกลั่นแยกออกมาก่อน ที่อุณหภูมิคงที่ 64.5°C

19. ของเหลวบริสุทธิ์ A มีจุดเดือดต่ำกว่าของเหลวบริสุทธิ์ B เมื่อนำของเหลวทั้งสองมาผสมกัน ในอัตราส่วนหนึ่งปรากฏว่าของเหลวผสมมีจุดเดือดคงที่ที่ต่ำกว่าทั้งของ A และ B ลักษณะกราฟความดันไอของ A, B และ A + B ในข้อใดที่เป็นไปได้



วิธีทำ หลัก โจทย์ จุดเดือด A ต่ำกว่า B และของเหลวผสม (A + B) มีจุดเดือดต่ำกว่าทั้ง A, B ด้วย ดังนั้นจึงจะเหยไได้ง่ายกว่าสาร A และสาร B ดังนั้นไอของสาร A + B จึงมีค่ามากกว่าสาร A และสาร B ตามลำดับ สาร A จุดเดือดต่ำกว่า B จึงจะเหยไได้ง่ายกว่า B

∴ ไอของสารเรียงจากน้อยไปมาก คือสาร B < สาร A < สาร (A + B)

จึงตอบข้อ 2



20. สมบัติของสาร A, B, C และ D แสดงในตาราง

สมบัติ \ สาร	การละลายในตัวทำละลาย X	การดูดซับบนตัวดูดซับ Y
A	++++	+
B	++	++
C	++	+++
D	+	++++

เครื่องหมาย + หมายถึงความสามารถในการละลายหรือดูดซับ

ถ้านำของผสมที่ประกอบด้วยสาร A, สาร B, สาร C และสาร D อย่างละเท่าๆ กันมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีคอลัมน์ที่ใช้สาร Y เป็นตัวดูดซับ และชะด้วยตัวทำละลาย X

ข้อใดผิด

1. สาร A จะถูกชะออกมาก่อน
2. สาร D จะถูกชะเป็นลำดับสุดท้าย
3. สาร B และสาร C จะแยกออกจากกันไม่ได้
4. สามารถแยกสาร A และสาร D ได้อย่างบริสุทธิ์

หลัก สาร B, C ละลายในตัวทำละลายได้เท่าๆ กัน แต่การดูดซับบนตัวดูดซับได้ต่างกัน เพราะฉะนั้นเราสามารถแยก B, C ออกจากกันได้ B ถูกดูดซับได้น้อยกว่า จะแยกออกมาก่อน ดังนั้น ถ้าเราคอลัมน์ยาวมากเกินไป ก็จะแยกสาร B, C ออกจากกันได้

จึงตอบข้อ 3

21. มีของเหลว 3 ชนิดคือ A, B และ C นักศึกษาผู้หนึ่งต้องการทำการทดลองเพื่อจำแนกของเหลวใดจัดเป็นสารละลาย, คอลลอยด์, สารแขวนลอย โดยนำมากรองผ่านกระดาษกรอง 2 ชนิด ผลการทดลองเป็นดังตาราง

ชนิดของของเหลว	ลักษณะของของเหลวก่อนทำการกรอง	ลักษณะของของเหลวเมื่อกรองผ่านกระดาษกรองชนิดที่ 1	ลักษณะของของเหลวเมื่อกรองผ่านกระดาษกรองชนิดที่ 2
A	เห็นอนุภาคเล็กๆ กระจายทั่วไปในของเหลว	ใส	ใส
B	ขุ่น	ขุ่น	ใส
C	สีฟ้าใส	สีฟ้าใส	ใส

ข้อสรุปใดผิด

1. ขนาดช่องว่างของกระดาษกรองชนิดที่ 2 ใกล้เคียงกับขนาดช่องว่างของกระดาษเซลโลเฟน
2. ของเหลว B อาจเป็นน้ำสนุ
3. ของเหลว C จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทินคอลล
4. การจำแนกของเหลว A และ C จำเป็นต้องใช้กระดาษกรองชนิดที่ 1



หลัก จากโจทย์ แสดงว่า

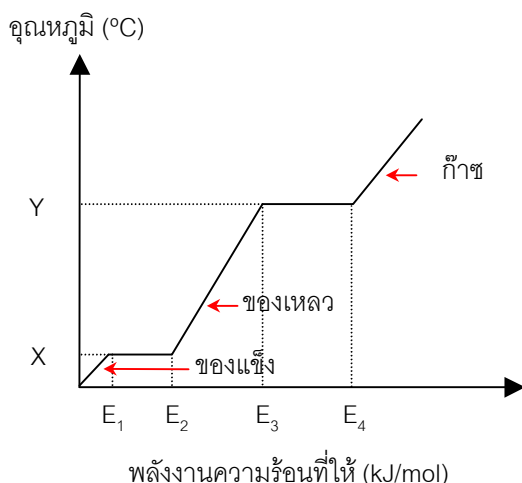
- $A_{(l)}$ เป็นสารแขวนลอย เพราะมองเห็นอนุภาคกระจายในของเหลว กรองด้วยกระดาษกรองธรรมดาได้
 B เป็นคอลลอยด์ เพราะนำไปกรองแล้วไม่ผ่านกระดาษกรองแผ่นที่ 1 (น่าจะเป็นกระดาษกรองที่เรียกว่า เซลโลเฟน)
 C เป็นสารละลาย

ขนาดของอนุภาคในของเหลวจะพบว่า

สารละลาย	คอลลอยด์	สารแขวนลอย
ขนาด 10^{-7} ซม.	$10^{-7} - 10^{-4}$ ซม.	10^{-4} ซม.

จึงตอบข้อ 1.

22. พิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานที่ให้แก่สาร A 1 โมล



ข้อสรุปได้ถูก

1. ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของ A มีค่าเท่ากับ $E_1 - E_2$ kJ
2. ของเหลว A ที่อุณหภูมิ $Y^{\circ}\text{C}$ เปลี่ยนเป็นของเหลว A ที่อุณหภูมิ $X^{\circ}\text{C}$ ต้องคายพลังงานออกมาเท่ากับ $E_2 - E_3$ kJ
3. ของเหลว A ที่อุณหภูมิ $Y^{\circ}\text{C}$ ใช้พลังงาน $E_4 - E_3$ kJ เพื่อเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอที่ $Y^{\circ}\text{C}$
4. ไอของสาร A เปลี่ยนสถานะกลายเป็นของแข็ง A ต้องคายพลังงาน $E_4 - E_2$ kJ

หลัก 1. อุณหภูมิ $X^{\circ}\text{C}$ = จุดหลอมเหลวของ $A_{(s)}$

พลังงาน $E_1 \rightarrow E_2$ สาร A ใช้เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว

$\therefore E_2 - E_1$ จึง = พลังงานหรือความร้อนแฝงของการหลอมเหลว

2. พลังงาน $E_2 - E_3$ เป็นพลังงานที่ทำให้ของเหลวมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก $(X^{\circ} \rightarrow Y^{\circ}\text{C})$

3. พลังงาน $E_4 - E_3$ ณ จุด Y คืออุณหภูมิตั้งที่ คือ พลังงานเพื่อเปลี่ยนสถานะการกลายเป็นไอนั่นเอง

23. ใส่ น้ำแข็ง 100 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ปริมาณเล็กน้อยลงในแก้วที่ปิดสนิท และวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30°C) ปล่อยให้ น้ำแข็งละลาย เกี่ยวกับระบบนี้ ข้อความใดถูกต้อง

1. ระบบมีการเปลี่ยนแปลงคายพลังงาน เพราะในที่สุดน้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น
2. ไม่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม



3. มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของระบบเปลี่ยนแปลง

4. ระบบมีพลังงานเพิ่มขึ้น

วิเคราะห์โจทย์

โจทย์ กำหนดของผสมระหว่างน้ำแข็ง 100 กรัม กับโซเดียมคลอไรด์บรรจุในแก้วปิดสนิท ที่ 30°C ทั้งไว้ ให้แข็งละลาย

วิธีทำ น้ำแข็ง + $\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{30^{\circ}\text{C}}$ น้ำแข็งละลาย

น้ำแข็งและ NaCl คือระบบ (สิ่งที่เราศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร) ทั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30°C น้ำแข็งละลาย แสดงว่า ระบบดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อม ทำให้ระบบมีพลังงานเพิ่มขึ้น

ตอบ ข้อ 4

24. (Ent ปี 44) ข้อมูลจากการทดลองแยกสารตัวอย่างด้วยวิธีโครมาโทกราฟีกระดาษโดยใช้ตัวดูดซับและตัวทำละลายชนิดเดียวกัน และระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่เท่ากับ 15 เซนติเมตร เป็นดังนี้

สารตัวอย่าง	A	B	C	D
สีของสารตัวอย่าง	เหลือง	เขียว	น้ำเงิน	แดง
ระยะทางที่สารตัวอย่างเคลื่อนที่ (cm)	5.8	13	9.4	2.7

ข้อใดผิด

1. ความสามารถในการละลายของสารตัวอย่างในตัวทำละลาย คือ $B > C > A > D$
2. สารตัวอย่างสีน้ำเงินมีค่า $R_f = 0.63$
3. สามารถแยกสาร A ออกจากสาร B ได้ดีพอๆ กับการแยกสาร C ออกจากสาร D
4. ตัวทำละลายชนิดนี้สามารถนำมาใช้สกัดแยกสาร B ออกจากสาร D ได้ดี

วิเคราะห์โจทย์ โจทย์กำหนดการทดลองแยกสารตัวอย่างด้วยวิธีโครมาโทกราฟีกระดาษ

วิธีทำ ต้องรู้ว่าการสกัดแยกสาร และวิธีแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี มีวิธีการหรือกระบวนการแยกต่างหากคือ วิธีโครมาโทกราฟี การมีขั้ว ความสามารถในการดูดซับจากตัวดูดซับต่างกัน ส่วนการสกัดสารอาศัยการละลายในตัวทำละลายต่างกัน

พิจารณาข้อ 1 ดูระยะทางที่สารตัวอย่าง B เคลื่อนที่ได้มากที่สุด

$$\begin{aligned} \text{ข้อ 2} \quad R_f \text{ ของ C} &= \frac{\text{ระยะทางที่สาร C เคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}} \\ &= \frac{9.4}{15} = 0.626 = 0.63 \end{aligned}$$

$$\text{ข้อ 3} \quad R_f \text{ ของ A} = \frac{5.8}{15} = 0.387$$

$$R_f \text{ ของ B} = \frac{13}{15} = 0.867$$



$$R_f \text{ ของ C} = \frac{2.7}{15} = 0.18$$

$$R_f \text{ ของ B} \gg R_f \text{ ของ D}$$

ตอบข้อ 4 ซึ่งเป็นข้อผิด