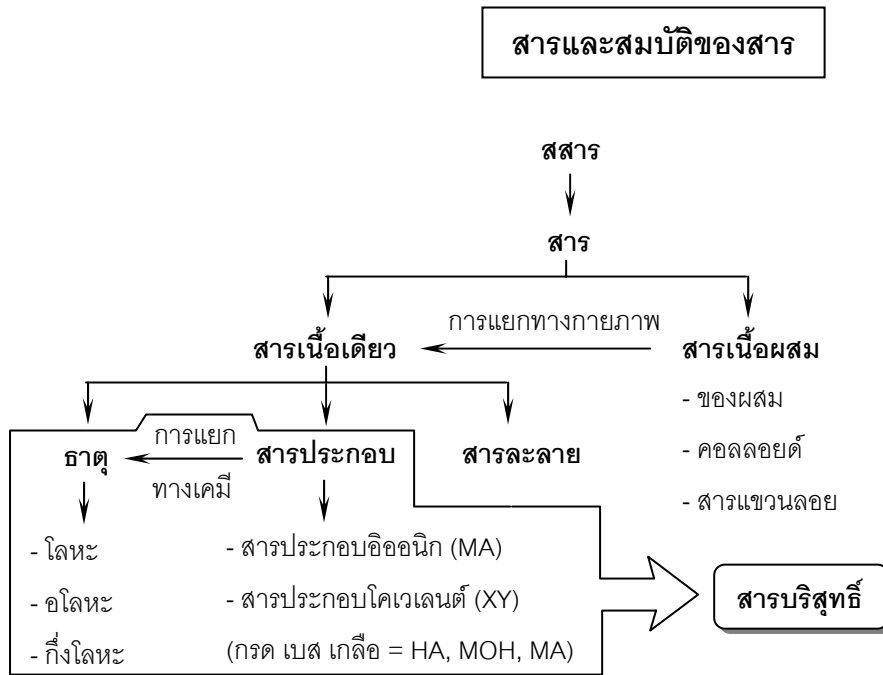




เคมีทั่วไป สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทที่ 1



การจัดสาร

การจัดสารออกเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการศึกษา โดยอาศัยเกณฑ์กำหนดต่างๆ กัน เช่น

- แบ่งตามสถานะ: ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- แบ่งตามลักษณะของเนื้อสาร: ได้แก่ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม
- แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี: ได้แก่ ธาตุ สารประกอบ ของผสม

สารเนื้อเดียว

หมายถึง สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวตลอด ซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์ก็ได้ เช่น ทองคำ เงิน น้ำ หรือเป็นสารไม่บริสุทธิ์ก็ได้ เช่น อากาศ ทองเหลือง (Cu + Zn) และสารละลายเกลือ (NaCl)

สารผสม

หมายถึง สารที่มีส่วนผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน สามารถมองเห็นความแตกต่างได้ง่าย เป็นสารที่ไม่บริสุทธิ์ที่สามารถแยกออกจากกันได้ง่ายๆ

สารบริสุทธิ์

หมายถึง สารที่มีส่วนประกอบหรือองค์ประกอบเพียงชนิดเดียว มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเฉพาะ เช่น สี จุดเดือด จุดหลอมเหลว การทำปฏิกิริยาเคมี ซึ่งได้แก่ ธาตุ (โลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ) และสารประกอบ



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 (O₂, N₂, CO₂ และอื่นๆ)

สารประกอบ

หมายถึง สารที่เกิดจากการรวมตัวทางเคมีของธาตุตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนขององค์ประกอบที่แน่นอน สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากสมบัติเดิมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ต้องแยกออกจากกันได้โดยทางเคมี มีสูตรแสดงส่วนประกอบของธาตุ เช่น น้ำ มีสูตรเป็น H₂O โดยมีอัตราส่วนระหว่าง "H" ต่อ "O" เป็น 2 : 1 กรดน้ำส้มสายชู CH₃COOH อัตราส่วนระหว่าง H : C : O เป็น 4 : 2 : 2 หรือ 2 : 1 : 1 หรือเกลือแกงมีสูตรอย่างง่ายคือ NaCl เป็นต้น

สมบัติของสาร

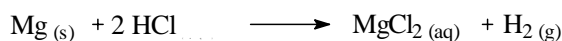
แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

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

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี หลังการเกิดปฏิกิริยาจะมีสารใหม่เกิดขึ้น ซึ่งสารบางตัวอาจจะมีสารใหม่เกิดขึ้นที่สังเกตได้ง่าย เช่น มีแก๊ส เกิดตะกอน สีของสารเปลี่ยนไป เช่น

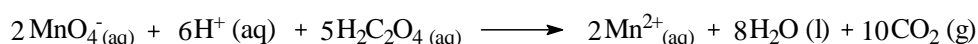
- ปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียม (Mg(s)) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ได้แก๊สเกิดขึ้น ตามสมการ



- ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมคลอไรด์กับซิลเวอร์ไนเตรต ได้ตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ตามสมการ



- ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายต่างทับทิมในกรดเจือจางซึ่งมีสีม่วง กับสารละลายกรดออกซาลิก H₂C₂O₄ 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

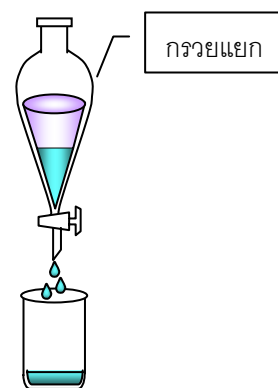
สารที่มีอยู่ในธรรมชาติและที่สังเคราะห์ขึ้นส่วนใหญ่เป็นสารที่ไม่บริสุทธิ์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสมก็ได้ เมื่อเราต้องการแยกสารใดสารหนึ่งออกจากที่ไม่บริสุทธิ์อาจทำได้หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร ดังนี้

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



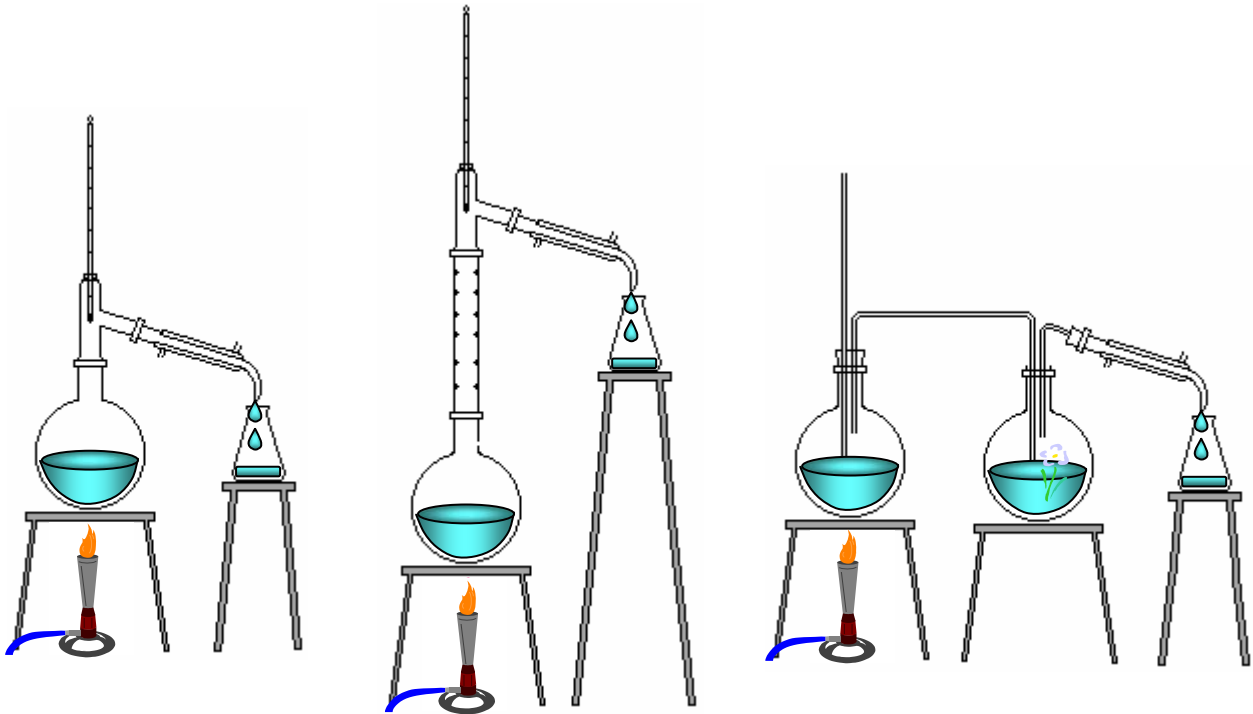
การแยกด้วยกรวยแยก

2. สารเนื้อเดียว

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



- 3.) การกลั่นไอน้ำ ใช้ในกรณีที่มีของเหลวที่มีสารใดสารหนึ่งจุดเดือดต่ำกว่าน้ำและไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ เมื่อเย็นตัวลง แต่ส่วนใหญ่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย เช่น ตะไคร้หอม เป็นต้น



เครื่องกลั่นธรรมดา

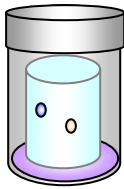
เครื่องกลั่นลำดับส่วน

เครื่องกลั่นไอน้ำ

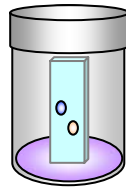
- โครมาโตกราฟี (chromatography) : ใช้แยกสารเนื้อเดียวได้ทุกชนิดที่มีความเป็นขั้วแตกต่างกัน โครมาโตกราฟีสามารถใช้เป็นทั้งเครื่องมือตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารอินทรีย์เบื้องต้นโดยเปรียบเทียบค่า R_f ซึ่งเป็นค่าเฉพาะตัวของสารหรือใช้ในการแยกสาร เพื่อให้หาสารบริสุทธิ์ หลักการทำงานของโครมาโตกราฟีคืออาศัยความสามารถในการดูดซับของสารกับตัวดูดซับที่เป็นเฟสคงที่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

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

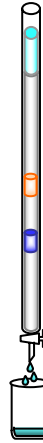
$$\text{ค่า } R_f \text{ (Retardation factor)} = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวชะเคลื่อนที่}}$$



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.

- การกรอง สำหรับสารแขวนลอยใช้กระดาษกรองและคอลลอยด์ใช้เซลโลเฟน ส่วนสารละลายไม่สามารถกรองได้
- การฉายแสงผ่านสาร ถ้าฉายแสงผ่านสารชนิดต่างๆ จะพบว่าใน

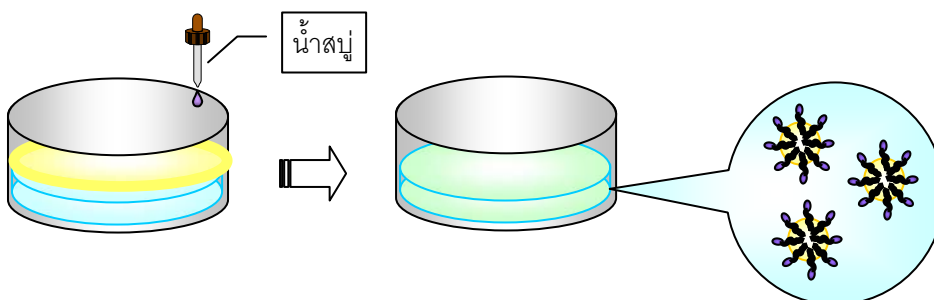
สารละลาย	คอลลอยด์	สารแขวนลอย
ไม่เห็นลำแสง	เห็นลำแสงอย่างชัดเจน	ทึบแสง

“Titridol's Effect”

คอลลอยด์ มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับสถานะของอนุภาคที่กระจายอยู่บนตัวกลางและสถานะของตัวกลาง ได้แก่

- แอโรซอล (aerosol)** เป็นการกระจายตัวของของเหลวหรือของแข็งในอากาศ เช่น หมอก เมฆ ฝุ่น
- อิมัลชัน (emulsion)** เป็นการกระจายตัวของของเหลวชนิดหนึ่งในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง เช่น น้ำในน้ำมัน

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





ตัวอย่างข้อสอบ

1. ข้อความเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารที่อุณหภูมิห้อง ข้อใดผิด

1. น้ำแข็งไม่ระเหิดเพราะโมเลกุลมีพันธะไฮโดรเจนระหว่างกัน
2. แนพทาลีนระเหิดได้เพราะมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลน้อย
3. การเปลี่ยนแปลงเป็นไอของโลหะปรอทจัดอยู่ในประเภทการระเหิด
4. คิวบ์ที่เกิดจากน้ำแข็งแห้งตั้งทิ้งไว้ประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำ

ตอบข้อ 3 ในบรรดาโลหะที่มีอยู่ ปรอทจัดเป็นโลหะตัวเดียวที่มีสถานะเป็นของเหลว ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของโลหะปรอทจากของเหลวไปเป็นไอจะเรียกว่าการระเหย

2. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ถูกต้อง

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

ตอบข้อ 4 สารเนื้อเดียวกันอาจจะเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารละลายก็ได้และจะมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวหรือแก๊สก็ได้เช่นกัน สารบริสุทธิ์จะเป็นสารเดี่ยวส่วนสารละลายจะประกอบด้วยหลายสารได้

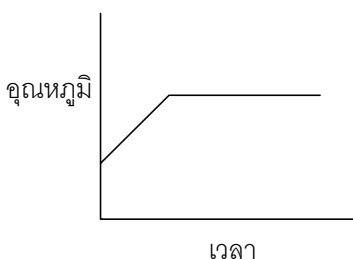
3. ข้อความใดต่อไปนี บอกความบริสุทธิ์ของของเหลวได้

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

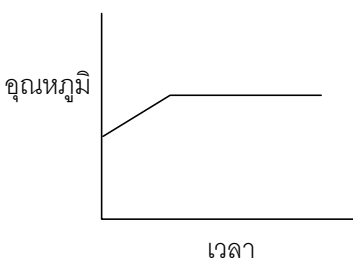
ตอบข้อ 3 การบอกความบริสุทธิ์ของสาร ถ้าเป็นของแข็งดูได้จากจุดหลอมเหลว ถ้าเป็นของเหลวจะดูได้จากจุดเดือดซึ่งจะคงที่ ในปัจจุบันอาจใช้วิธีวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

4. จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา เมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว A และ B ได้ผลดังนี้

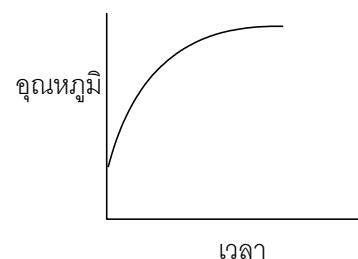
ก. ของเหลว A อย่างเดียว



ข. ของเหลว B อย่างเดียว



ค. ของเหลว A + B





ข้อสรุปใดถูก

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 (° C)	75	80

ในสารละลายที่มี A และ B ปนอยู่ วิธีใดต่อไปนี้ จะแยกสารทั้งสองออกจากกันได้ดีและเหมาะสม

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

ตอบข้อ 3 หลักในการพิจารณาในการแยกสารต้องเลือกสมบัติของสารที่จะแยกที่ตรงข้ามกัน ในที่นี้คือการละลาย ระหว่างตัวทำละลายที่เป็นน้ำกับคลอโรฟอร์ม ต้องเลือกการสกัดด้วยน้ำเพราะปลอดภัยกว่าและถูกกว่า

6. ของเหลว A, B และ C ผสมกันอยู่ โดยมีสมบัติดังแสดงในตาราง

	จุดเดือด (° 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 (° C)	จุดหลอมเหลว (° 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. (Ent' 45) เมื่อนำของเหลว A มากรองผ่านกระดาษเซลโลเฟนจะได้ของเหลว B ส่วนของเหลวที่ค้างอยู่ในเซลโลเฟนนำไปกรองด้วยกระดาษกรองจะได้ของเหลว C และไม่มีสารตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง
ข้อสรุปใดเป็นไปได้

1. A เป็นสารแขวนลอย
2. อนุภาคในของเหลว B มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10^{-7} cm.
3. ของเหลว C แสดงปรากฏการณ์ทินดอลล์
4. B เป็นสารละลาย

ตอบข้อ 1 สารที่กรองผ่านเซลโลเฟนไม่ได้แต่กรองผ่านกระดาษกรองไปได้ แสดงว่าอนุภาคนั้นต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 10^{-7} - 10^{-4} cm. ดังนั้นสารนี้จึงเป็นคอลลอยด์ ไม่ใช่สารแขวนลอย

9. (Ent' 46) ของเหลวใส 2 ชนิด ต่างก็ไม่มีสีและกลิ่น ของเหลวชนิดหนึ่งเป็นสารบริสุทธิ์และอีกชนิดหนึ่งเป็นสารละลาย การทดสอบข้อใดใช้จำแนกของเหลวทั้งสองได้

1. การระเหยแห้ง
2. วัดความหนาแน่น
3. วัดจุดเดือด
4. ทำทั้ง 3 วิธีแล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน

ตอบข้อ 3 สารบริสุทธิ์จะมีจุดเดือดคงที่แต่สารละลายมีจุดเดือดไม่คงที่

10. 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

11. 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 เป็นไปไม่ได้

	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 จึงเป็นชุดของสารที่เป็นไปไม่ได้

10. สารใดต่อไปนี้เป็นสารบริสุทธิ์ในเชิงเคมี

- | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|
| ก. โซเดียมคาร์บอเนตของแข็ง | ข. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต | ค. นมสด |
| ง. น้ำ | จ. เหล็กกล้า | ฉ. พรอท |
| 1. ก. 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

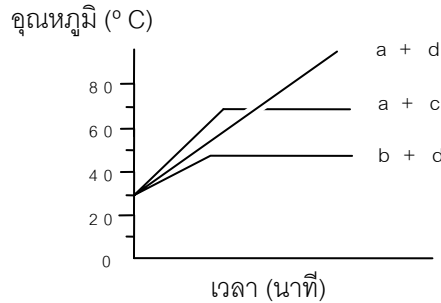
ที่ 25 °C สารใดมีความดันไอต่ำสุด

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

ตอบข้อ 1. น้ำ เพราะน้ำมีจุดเดือดสูงสุดย่อมระเหยได้ยากสุด มีไอน้อยสุด เพราะฉะนั้นความดันไอจึงน้อยที่สุด



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



ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดผิด

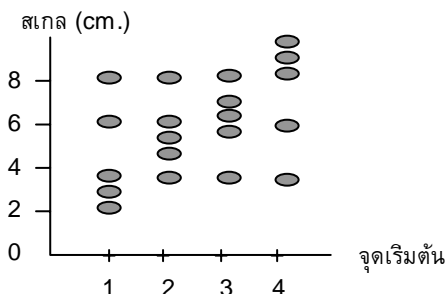
- 1. a และ c เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน
- 2. b และ d เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน
- 3. a และ d เป็นสารบริสุทธิ์ต่างชนิดกัน
- 4. b และ c เป็นสารละลายต่างชนิดกัน

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

13. กำหนดข้อมูลจากการทำโครมาโตกราฟีของสารมีสี 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

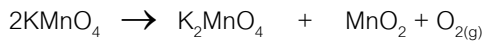
ถ้านำของผสมของสารทั้ง 5 ชนิดมาทำโครมาโตกราฟี โดยให้ตัวทำละลายเคลื่อนที่ไป 10 cm. ผลลัพธ์ควรเป็นดังรูปในข้อใด



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



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



สีม่วง สีน้ำเงิน สีน้ำตาล

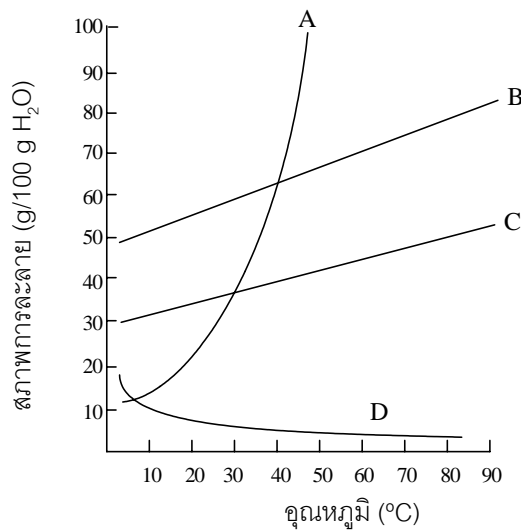
ง. ΔE การละลาย = $E_{\text{latt}} - E_{\text{ไฮเดรชัน}} = -x$

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



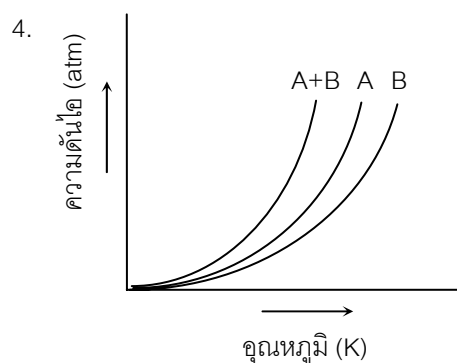
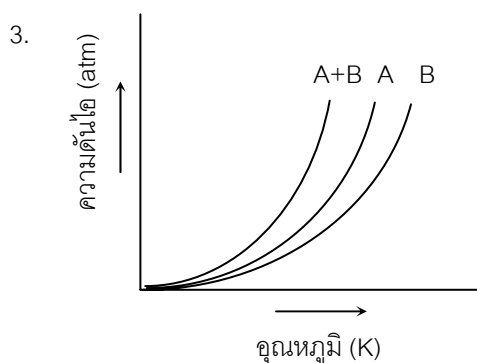
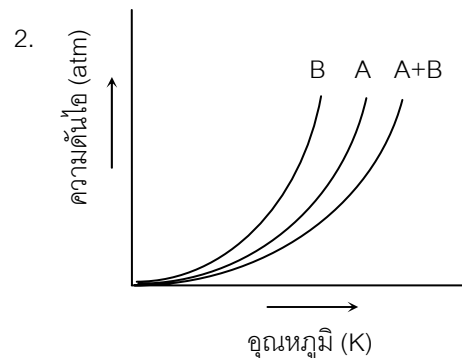
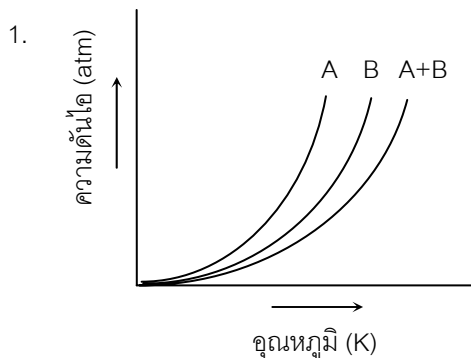
18. มีของเหลวใส ไม่มีสี กลิ่นหอมอยู่ในขวดซึ่งติดสลากว่าเป็นเอทานอล (จุดเดือด 78.3°C) แต่มีผู้สงสัยว่าจะมีเมทานอล (จุดเดือด 64.5°C) ปนอยู่ด้วย วิธีการใดต่อไปนี่ที่อาจใช้ในการทดสอบและแยกสารทั้งสองออกจากกันได้

- | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| 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 การทดสอบสารบริสุทธิ์คือการหาจุดเดือด (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 ดังนั้นจึงระเหยได้ง่ายกว่าสาร A และสาร B ดังนั้นไอของสาร A + B จึงมีค่ามากกว่าสาร A และสาร B ตามลำดับ



สาร A จุดเดือดต่ำกว่า B จึงระเหยง่ายได้ง่ายกว่า 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 ละลายในตัวทำละลายได้เท่ากัน แต่การดูดซับบนตัวดูดซับได้ต่างกัน เพราะฉะนั้นเราสามารถแยก B, C ออกจากกันได้ B ถูกดูดซับได้น้อยกว่า จะแยกออกมาก่อน ดังนั้น ถ้าเราคอลัมน์ยาวมากเกินไป ก็จะแยกสาร B, C ออกจากกันได้

จึงตอบข้อ 3

21. มีของเหลว 3 ชนิดคือ A, B และ C นักศึกษาผู้หนึ่งต้องการทำการทดลองเพื่อจำแนกว่าของเหลวใดจัดเป็นสารละลาย, 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



- ของเหลว B อาจเป็นน้ำสุญ
- ของเหลว C จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทินคอลลด์
- การจำแนกของเหลว A และ C จำเป็นต้องใช้กระดาษกรองชนิดที่ 1

หลัก จากโจทย์ แสดงว่า

A_(l) เป็นสารแขวนลอย เพราะมองเห็นอนุภาคกระจายในของเหลว กรองด้วยกระดาษกรองธรรมดาได้

B เป็นคอลลอยด์ เพราะนำไปกรองแล้วไม่ผ่านกระดาษกรองแผ่นที่ 1 (น่าจะเป็นกระดาษกรองที่เรียกว่า เซลโลเฟน)

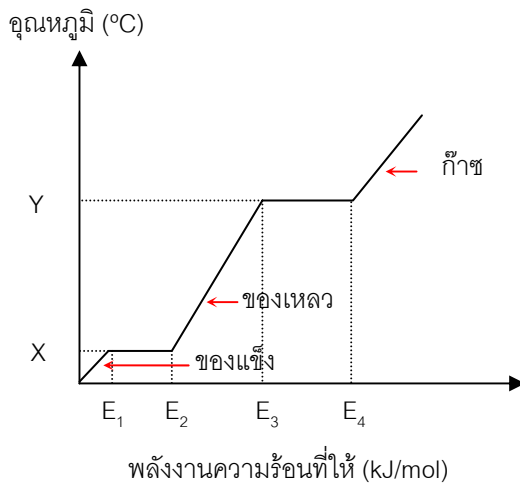
C เป็นสารละลาย

ขนาดของอนุภาคในของเหลวจะพบว่า

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

จึงตอบข้อ 1.

22. พิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานที่ให้แก่สาร A 1 โมล



ข้อสรุปได้ถูก

- ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของ A มีค่าเท่ากับ $E_1 - E_2$ kJ
- ของเหลว A ที่อุณหภูมิ $Y^\circ\text{C}$ เปลี่ยนเป็นของเหลว A ที่อุณหภูมิ $X^\circ\text{C}$ ต้องคายพลังงานออกมาเท่ากับ $E_2 - E_3$ kJ
- ของเหลว A ที่อุณหภูมิ $Y^\circ\text{C}$ ใช้พลังงาน $E_4 - E_3$ kJ เพื่อเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอที่ $Y^\circ\text{C}$
- 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

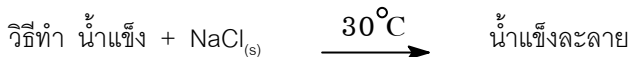


23. ใส่ น้ำแข็ง 100 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ปริมาณเล็กน้อยลงในแก้วที่ปิดสนิท และวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30°C) ปล่อยให้ น้ำแข็งละลาย เกี่ยวกับระบบนี้ ข้อความใดถูกต้อง

1. ระบบมีการเปลี่ยนแปลงค่างาน เพราะในที่สุดน้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น
2. ไม่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
3. มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของระบบเปลี่ยนแปลง
4. ระบบมีพลังงานเพิ่มขึ้น

วิเคราะห์โจทย์

โจทย์ กำหนดของผสมระหว่างน้ำแข็ง 100 กรัม กับโซเดียมคลอไรด์บรรจุในแก้วปิดสนิท ที่ 30°C ทิ้งไว้ ให้แข็งละลาย



น้ำแข็งและ NaCl คือระบบ (สิ่งที่เราศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 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 อาศัยการละลาย การมีขั้ว ความสามารถในการดูดซับจากตัวดูดซับต่างกัน ส่วนการสกัดสารอาศัยการละลายในตัวทำละลายต่างกัน

พิจารณาข้อ 1 **ดูระยะทางที่สารตัวอย่าง B เคลื่อนที่ได้มากที่สุด**

ข้อ 2 R_f ของ C = $\frac{\text{ระยะทางที่สาร C เคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$

= $\frac{9.4}{15} = 0.626 = 0.63$

ข้อ 3 R_f 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