สารละลาย

เต็มสุข แตงหอม

สารละลาย (Solution)

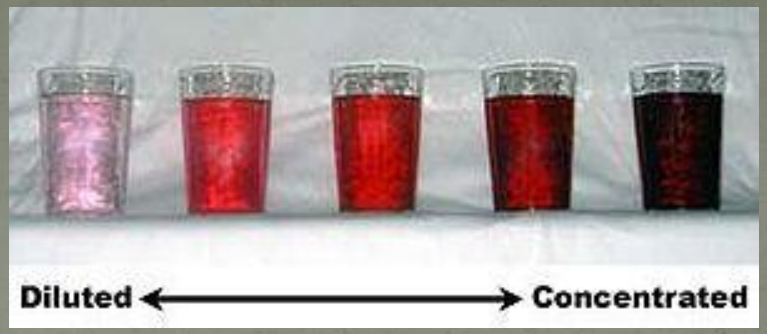
คือ ของผสมเนื้อเดียวที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไป รวมกันทางกายภาพในปริมาณที่ไม่แน่นอน

ตัวที่มีปริมาณมากกว่าเป็น ตัวทำละลาย (Solvent)

ตัวที่มีปริมาณน้อยกว่าเป็น ตัวถูกละลาย (Solute)

สมบัติก้ำกึ่งระหว่างสารที่มาผสมกัน อนุภาคตัวถูกละลายขนาดเล็กกว่า 10^{-7} cm สามารถผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้

ความเข้มข้น



- ร้อยละ
- ppt, ppm, ppb
- โดยโมล
  - โมลาริตี
  - โมแลลิตี้
  - เศษส่วนโมล

- ✓โดยมวลต่อมวล
- ✓โดยปริมาตรต่อปริมาตร
- ✓โดยมวลต่อปริมาตร

ร้อยละ

- บอกปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วย

เช่น น้ำเชื่อมเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร (20 %w/v)
หมายความว่า น้ำเชื่อม100 mL มีน้ำตาลละลายอยู่ 20 กรัมในน้ำ

เช่น แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตรต่อปริมาตร (10%v/v)
หมายความว่า สารละลาย 100 mL มีแอลกอฮอล์ละลายอยู่ 10 mL

ทำไมต้องมีทั้งโดยมวลและโดยปริมาตร

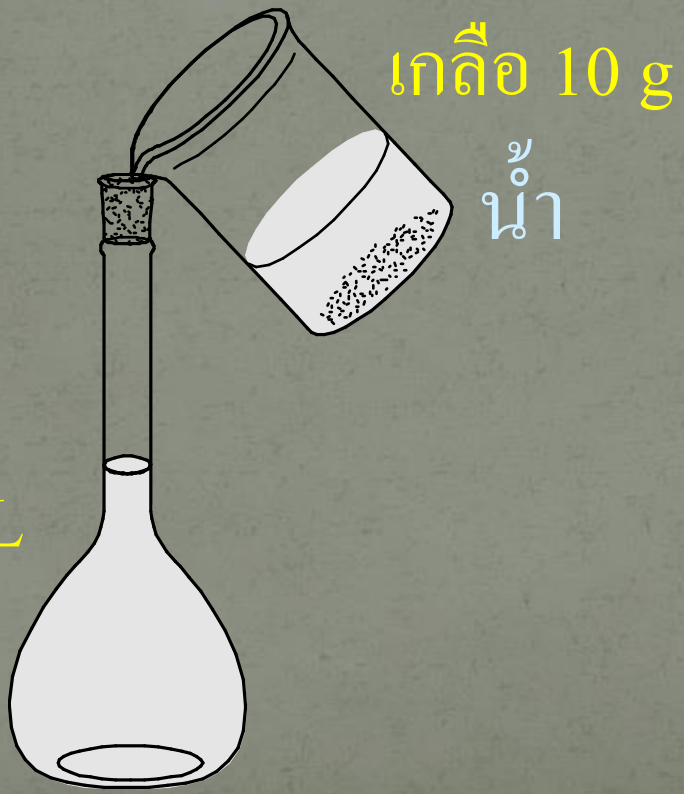
เพราะ น้ำหนักของของเหลวและของแข็งไม่เท่ากัน

$$\text{ความหนาแน่น } (g/cm^3) = \frac{\text{น้ำหนัก } (g)}{\text{ปริมาตร } (cm^3)}$$

น้ำมีความหนาแน่นเท่ากัน 1 g/cm^3

แสดงว่าน้ำ 5 cm^3 มีน้ำหนักเท่าไหร่ ?

ถ้าอยากเตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร จะต้องเตรียมอย่างไร ?



แบบฝึกหัด %

- มีกรดแอซิก 50 กรัม นำมาละลายน้ำ จนได้สารละลาย 500 กรัม จงหาความเข้มข้นของสารละลายนี้
- ชั่งคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต มาจำนวน 40 กรัม ละลายน้ำ 360 กรัม จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายนี้
- สารละลายทองเหลือง 250 กรัม มีสังกะสีอยู่ 50 กรัม จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายนี้

- สารละลายซึ่งประกอบด้วยกูลโคส $(C_2H_{12}O_6)$ จำนวน 100 กรัม ในน้ำ 200 กรัม มีความเข้มข้นในหน่วย ร้อยละ โดยมวลเป็นเท่าใด
- 33.3%โดยมวล
- ถ้าอากาศ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมาตร มีแก๊สไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ (N_2O) ปริมาตร $3.30X10^{-5}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ความเข้มข้นเป็นร้อยละของแก๊สไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ในอากาศเป็นเท่าใด
- $3.30X10^{-6}$%โดยปริมาตร
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ $(NaOH)$ เข้มข้นร้อยละ 6.00 โดยมวล จำนวน 200 กรัมมีโซเดียมไฮดรอกไซด์อยู่ในสารละลายกี่กรัม
- 12.0กรัม
- จงหาปริมาตรของสารละลายไอร์ออน (III) ไนเตรต $(Fe(NO_3)_3)$ เข้มข้นร้อยละ 15.0 โดยมวลซึ่งมีไอร์ออน (III) ไนเตรต ละลายอยู่ 30.0 กรัม สารละลายมีความหนาแน่น 1.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ 25 องศาเซลเซียส
- 172 cm^3

แบบฝึกหัด เตรียมสาร

- ครูกิ๊บอยากเตรียมสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตให้มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยมวลต่อปริมาตร จำนวน 200 mL แล้วอย่างนี้ครูกิ๊บต้องชั่งคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตมากี่กรัม

- ถ้าต้องการเตรียมสารละลายฟอร์มิกเข้มข้นร้อยละ 9 โดยปริมาตร จำนวน 400 mL จะต้องตวงกรดฟอร์มิกกี่mL

ppm, ppb

- ppm (part per million) คือ การบอกความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารละลายล้านส่วน
- ppb (part per billion) คือ การบอกความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารละลายพันล้านส่วน

ในเนื้อปลาทะเลมีสารปรอทปนเปื้อนอยู่ 1 ppb หมายความว่า ?

แหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีสารแคดเมียม (Cd) ปนเปื้อนอยู่ 0.1 ppm หมายความว่า ?

แบบฝึกหัด pp

- เนื้อปลาหนัก 10 กรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบปรอท 2×10^{-3} กรัม จงหาว่าเนื้อปลานี้มีปรอทปนเปื้อนกี่ ppm

- พบตะกั่ว 3×10^{-5} กรัม จากน้ำที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณ 10 L อยากทราบว่ามีตะกั่วอยู่ในน้ำกี่ ppm

- ในสารละลายเมอร์คิวรี (II) ไนเตรต ($Hg(NO_3)_2$) ซึ่งมีเมอร์คิวรี (II) ไนเตรตอยู่ 3.24 กรัม และน้ำ 100 กรัม สารละลายมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วยส่วนในล้านส่วน
- $3.14x10^4$ppm
- ถ้าในอากาศ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ (N_2O) $3.3x10^{-5}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ความเข้มข้นของไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ในหน่วยส่วนในพันล้านส่วนมีค่าเป็นเท่าใด
- $3.3x10^2$ ppb

โมลาริตี (molarity)

คือ ความเข้มข้นที่คิดจากจำนวนโมลของตัวถูกละลาย ในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร (mol/L) หรือโมลาร์ (molar) หรือเขียนย่อด้วยอักษร M ตัวใหญ่

$$\text{ความเข้มข้นโมลาร์ (mol/L)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย (mol)}}{\text{ปริมาตร 1 ลิตรของสารละลาย (L)}}$$

ตัวอย่าง กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 M

หมายความว่า ในสารละลาย 1 L มีกรดไฮโดรคลอริกอยู่ 12 mol

แล้ว 12 mol หมายความว่ายังไง ?

โมล เป็นหน่วยบอกปริมาณสารในระบบ SI

$$\text{โมล} = \frac{\text{น้ำหนักของสาร (g)}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล (g)}}$$

ต้องการหา

ได้มาจากไหน

แล้ว 12 โมลของกรดไฮโดรคลอริกคือเท่าไหร่ ?

SI = International System of Units

แบบฝึกหัด M

- จงคำนวณหาจำนวนของ NaCl (กี่โมล กี่กรัม) ที่บรรจุในสารละลาย ปริมาตร100 ml เข้มข้น 0.2 M

- จงคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วย molarity ของ4.783 g ของ Na_2CO_3ปริมาตร 10 L

- จงคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วย molarity ของ 3 g ของ KOH ปริมาตร 250 ml

- สารละลายที่ได้จากการละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) จำนวน 15.0 กรัม ในน้ำจนสารละลายมีปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นกี่โมลาร์
- สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลมีความหนาแน่น 1.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายนี้ในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

โมแลลิตี (molality m, โมแลล)

- คือ ความเข้มข้นที่คิดจากจำนวนโมลของตัวถูกละลาย ในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม มีหน่วยเป็นโมลต่อกิโลกรัม (mol/kg) หรือโมแลล (molal) หรือเขียนย่อด้วยอักษร m ตัวเล็ก

$$\text{ความเข้มข้นโมแลล (mol/kg)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย (mol)}}{\text{มวลของตัวทำละลาย (kg)}}$$

ตัวอย่าง กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 m

หมายความว่า ในตัวทำละลาย 1 kg มีกรดไฮโดรคลอริกอยู่ 12 mol

- เมื่อละลายน้ำตาลทราย $(C_{12}H_{22}O_{11})$ 34.2 กรัม ในน้ำ 500 กรัม สารละลายจะมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม

- สารละลาย X เข้มข้น 2.5 โมแลล ถ้าในสารละลายนั้นมี X 10 กรัม จงหามวลของน้ำในสารละลาย กำหนดให้ X มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 250

เศษส่วนโมล (mole fraction)

- ใช้สัญลักษณ์ X โดยเศษส่วนโมลของสารใดในสารละลาย หมายถึง อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นต่อจำนวนโมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย เช่น สารละลายชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสาร A a โมล สาร B b โมล และสาร C c โมล เศษส่วนโมลของสาร A คือ

$$\text{เศษส่วนโมลของ A } (X_A) = \frac{a}{(a+b+c)}$$

ถ้านำเศษส่วนโมลทั้งหมดมารวมกันจะได้เท่ากับ 1

ร้อยละโดยโมลของ $A = X_A \times 100$

รวมกันจะได้ 100

- จงคำนวณหาเศษส่วนโมลขององค์ประกอบ แต่ละชนิดในสารละลายที่ประกอบด้วย สาร A 1.5 โมล สาร B 2.0 โมล และ H_2O 4.5 โมล

- สารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ประกอบด้วยน้ำ 10.0 กรัม มีเศษส่วนโมลของกลูโคส 0.0200 มวลของกลูโคสในสารละลายมีค่าเท่าใด

- สารละลายชนิดหนึ่งเตรียมโดยการผสมเอทานอล (C_2H_6O) 10.0 กรัม กับน้ำจำนวน 100.0 กรัม จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของเอทานอลในสารละลาย และร้อยละโดยโมลของเอทานอลในสารละลายนี้
- 0.0376, 3.76%

สมบัติบางประการของสารละลาย

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเดือด (°C)
เอทานอล	-	
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	1	
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	2	
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	1	
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	2	

- จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่างจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- ที่ความเข้มข้นเท่ากันจะมีจุดเดือดเท่ากัน
- จุดเดือดคือ จุดที่ความดันไอของสารเท่ากับความดันบรรยากาศ เมื่อเติมตัวถูกละลายระเหยยากเข้าไป จะทำให้ความดันไอลดลง ทำให้จุดเดือดสูงขึ้น
- ผลต่างของจุดเดือดของสลล. เข้มข้น 1 โมแลลกับ ตัวทำละลายบริสุทธิ์เรียกว่า ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b)

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	อุณหภูมิ (°C)	
		เริ่มหลอม	หลอมเหลวหมด
แนฟทาลีน	-		
สารละลายกรดเบนโซอิก ในแนฟทาลีน	1		
	2		
สารละลายฟีนิลเบนซีน ในแนฟทาลีน	1		
	2		

- จุดหลอมเหลวของสารละลายจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- ที่ความเข้มข้นเท่ากันจะมีจุดหลอมเหลวเท่ากัน
- ผลต่างของจุดหลอมเหลวของสลล. เข้มข้น 1 โมแลลกับ ตัวทำละลายบริสุทธิ์เรียกว่า ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f)

การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด แปรผันตรงกับความเข้มข้นโมแลลของสารละลาย

$$\Delta T_b \propto m$$

$$\Delta T_b = K_b m$$

ΔT_b = ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์

m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมแลลหรือโมลต่อกิโลกรัม

K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย

เช่นเดียวกันกับจุดหลอมเหลว

$$\Delta T_f \ \alpha \ m$$

$$\Delta T_f = K_f m$$

ΔT_f = ผลต่างระหว่าง จุดหลอมเหลว สารละลายกับ จุดหลอมเหลว ตัวทำละลายบริสุทธิ์

m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมแลลหรือโมลต่อกิโลกรัม

K_f = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของ จุดหลอมเหลว ตัวทำละลาย

จุดเดือด จุดเยือกแข็ง ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดด และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบางชนิด

ตัวทำละลาย	จุดเดือด (°C)	K_b (°C/m)	จุดเยือกแข็ง (°C)	K_f (°C/m)
โพรพาโนน (C_3H_6O)	56.20	1.71	-	-
ไตรคลอโรมีเทนหรือคลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$)	61.70	3.63	-	-
เมทานอล (CH_4O)	64.96	0.83	-	-
เอทานอล (C_2H_6O)	78.50	1.22	-	-
เบนซีน (C_6H_6)	80.10	2.53	5.50	4.90
แนฟทาลีน ($C_{10}H_8$)	-	-	80.55	6.98
น้ำ (H_2O)	100.00	0.51	0.00	1.86
กรดแอซีติก ($C_2H_4O_2$)	117.90	3.07	16.60	3.90
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4)	76.54	5.03	-22.99	2.98

ค่า K_b และ K_f มีหน่วยเป็น °C/m เมื่อ m = molal หรือ °C/mol/kg หรือเขียนเป็น °Ckg/mol

- จงหาจุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลายกลูโคส $(C_6H_{12}O_6)$ ในน้ำเข้มข้น 0.02โมแลล น้ำมีค่า $K_b = 0.51\ ^\circ C/m$ และ $K_f = 1.86\ ^\circ C/m$

- จงหามวลที่มีหน่วยเป็นกรัมของเอทิลีนไกลคอล $(C_2H_6O_2)$ ซึ่งต้องเติมลงในน้ำจำนวน 37.8 กรัม เพื่อเตรียมสารละลายที่มีจุดเยือกแข็ง -0.150 องศาเซลเซียล น้ำมีค่า $K_f = 1.86\ ^\circ C/m$ และมีมวลโมเลกุลของ $C_2H_6O_2 = 62.0678$
- 0.189 g

การเจือจางสารละลาย

- ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 200 mLจากสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 40 จะต้องทำอย่างไร

ในสารละลาย 100 mL มีกรดอยู่ 10 mL

ถ้าสารละลาย 200 mL จะต้องใช้กรด 20 mL

มีกรดอยู่ 40 mL ในสารละลาย 100 mL

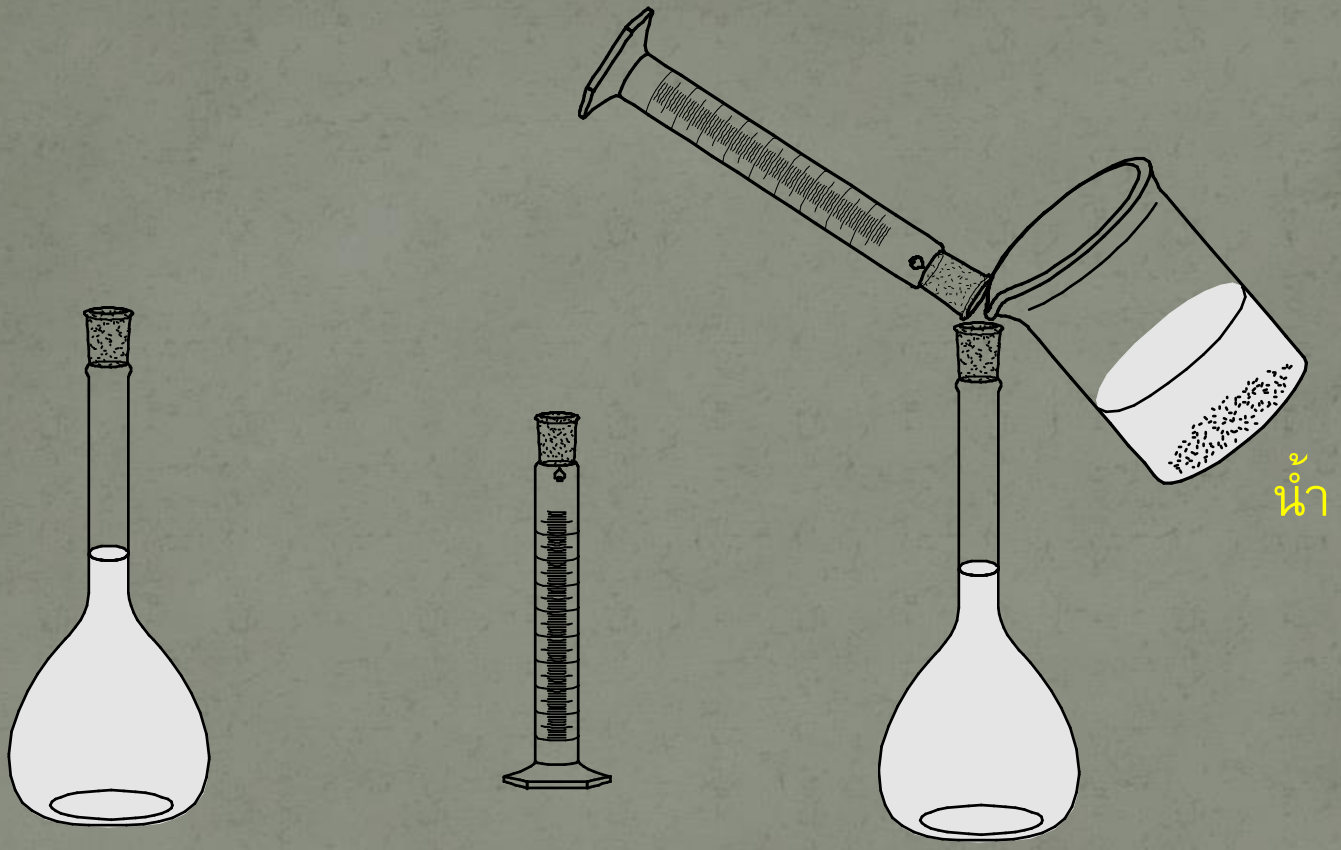
ต้องการใช้กรด 20 mL ต้องให้สารละลาย 50 mL

$C_1V_1 = C_2V_2$?

$10 \times 200 = 40 \times v_2$

$\therefore v_2 = 50$

การเจือจางสารละลาย



สารละลายกรด

40%

ตวงมา

50 mL

ขวด

200 mL

การเตรียมสารละลาย

- การทดลองที่4.1 ตอนที่ 1 และ 2 หน้า 42

แบบฝึกหัด

- จะต้องใช้ NaCl หนักกี่กรัม ละลายในน้ำ 54 กรัม เพื่อให้ได้สารละลาย NaCl เข้มข้น 10% โดยน้ำหนัก
- ถ้าต้องเตรียมสารละลายซูโครส ($C_{11}H2_2O_{11}$) เข้มข้น 20% โดยน้ำหนัก จำนวน 1.0 kg จะต้องใช้น้ำและซูโครสหนักอย่างละกี่กรัม
- จะต้องเติมน้ำตาลซูโครสหนักกี่กรัม ลงในสารละลายซูโครสเข้มข้น 10.0% โดยน้ำหนักจำนวน 0.400 kg เพื่อทำให้สารละลายที่ได้เข้มข้น 20% โดยน้ำหนัก
- สารละลาย $MgSO_4$ เข้มข้น 20.0% โดยน้ำหนัก จงคำนวณหา
  - โมแลลลิตีของสารละลาย
  - เศษส่วนโมลของ $MgSO_4$ และน้ำ
- กรด HCl เข้มข้น 38.0% โดยน้ำหนัก มีความหนาแน่น 1.188 g cm^{-3} ที่ 20 °C จงคำนวณหาโมแลลลิตี โมลาริตี ของสารละลาย HCl และเศษส่วนโมลของ HCl ในสารละลาย

- สารละลาย NH_3 เข้มข้น 30.0% โดยน้ำหนัก พบว่าสารละลายนี้ 1 dm^3 มี NH_3 หนัก 267.6 g จงคำนวณหาความหนาแน่น โมลาริตี และโมแลลิตีของสารละลาย และเศษส่วนโมลของแต่ละองค์ประกอบในสารละลาย
- จงคำนวณหาโมลาริตของสารละลายที่ได้ เมื่อนำสารละลายชนิดหนึ่งเข้มข้น 0.5 M 1 dm^3 มาเติมน้ำจนมีปริมาตรครบ 2 m^2
- จงหาเศษส่วนโมลและโมลเปรอ์เซนต์ของ H_2SO_4 ในสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 8.6% โดยน้ำหนัก
- จะต้องใช้น้ำกี่กิโลกรัม ในการละลาย NaCl หนัก 234 g เพื่อให้ได้สารละลาเข้มข้น 0.25 m
- เมื่อนำสารละลาย K_2SO_4 0.20 m หนัก 250 g มาระเหยให้แห้งจะเหลือ K_2SO_4 หนักกี่กรัม