เฉลยแบบฝึกหัดเรื่อง สารละลาย

อ.ปิติ ตรีสุกล
โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ภาคต้น ปีการศึกษา 2559

การละลายและสารละลาย

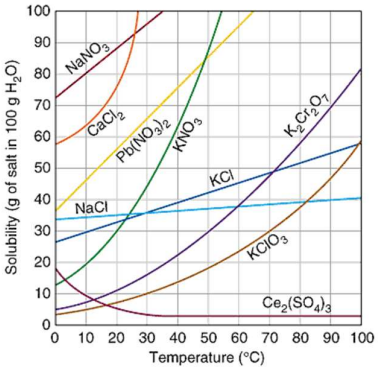
1. แนฟทาลีน ($C_{10}H_8$) จะละลายดีในตัวทำละลายเบนซีน (C_6H_6) หรือตัวทำละลายน้ำ (H_2O) เพราะเหตุใด

   คำตอบ แนฟทาลีนไม่มีขั้ว ดังนั้นจะละลายในเบนซีนซึ่งไม่มีขั้วได้ดีกว่าละลายในน้ำซึ่งมีขั้ว

2. อธิบายว่าสารใดละลายในเมธทิลแอลกอฮอล์ได้ดีกว่ากันระหว่างคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) หรือแอมโมเนีย (NH_3)

   คำตอบ เมธิลแอลกอฮอล์มีขั้ว จึงละลายในแอมโมเนียซึ่งมีขั้วได้ดีกว่า

3. พิจารณากราฟสภาพการละลายได้ของเกลือชนิดต่าง ๆ ในน้ำ แล้วตอบคำถาม



3.1. อุณหภูมิมีผลต่อสภาพการละลายได้ของสารใดน้อยที่สุด

คำตอบ (NaCl)

3.2. สภาพการละลายได้ของสารใดเป็นแบบคายความร้อน

คำตอบ $Ce_2(SO_4)_3$

3.3. ที่อุณหภูมิ 20 °C สารใดมีสภาพละลายได้สูงสุดและต่ำที่สุด

คำตอบ สูงสุดคือ $NaNO_3$ ต่ำสุดคือ $Ce_2(SO_4)_3$

3.4. สารละลายที่ได้จาก KCl 20 g ในน้ำ 50 g มีลักษณะอย่างไร (อิ่มตัว ไม่อิ่มตัว อิ่มตัวยวดยิ่ง) ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 50 °C และสารละลายนี้จะเป็นสารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิเท่าใด

คำตอบ จากกราฟ ค่าสภาพการละลายได้ของ KCl ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 50 °C เท่ากับ 37g และ 43g ในน้ำ 100g
โจทย์กำหนดสารละลาย KCl 20g ในน้ำ 50 g มีค่าเท่ากับเท่ากับ 40g ในน้ำ 100 g

$$\frac{20g(KCl)}{50g(H_2O)}\times 100g(H_2O)=40g/100g(H_2O)$$

- ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นสารละลายอิ่มตัวยวดยิ่ง (>37g/น้ำ100g)
- ที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นสารละลายไม่อิ่มตัว (<43g/น้ำ100g)
- สารละลายนี้จะเป็นสารละลายอิ่มตัวเมื่อสภาพการละลายได้เท่ากับ 40 g/น้ำ100g ที่อุณหภูมิ 42 °C

4. เมื่อเติมน้ำตาลทรายใสในน้ำปริมาตร 50g ที่อุณหภูมิ 30 และ 50 °C ได้ผลดังตารางด้านล่าง

ปริมาณน้ำตาล (g)	สิ่งที่สังเกตได้ ที่ 30 °C	สิ่งที่สังเกตได้ ที่ 70 °C
60 g	ได้สารละลายใส	ได้สารละลายใส
70 g	ได้สารละลายใส	ได้สารละลายใส
80 g	มีน้ำตาลอยู่ที่ก้นภาชนะเล็กน้อย	ได้สารละลายใส
90 g	มีน้ำตาลอยู่ที่ก้นภาชนะพอสมควร	มีน้ำตาลอยู่ที่ก้นภาชนะเล็กน้อย

4.1. สภาพการละลายได้ของน้ำตาลในน้ำมีค่าประมาณเท่าใดเท่าใดที่อุณหภูมิ 30 และ 70 °C

คำตอบ ที่อุณหภูมิ 30 °C สภาพการละลายได้มีค่าระหว่าง 70-80 g ในน้ำ 50 mL ซึ่งเท่ากับ ~150 g/น้ำ 100g
ที่อุณหภูมิ 70 °C สภาพการละลายได้มีค่าระหว่าง 80-90 g ในน้ำ 50 mL ซึ่งเท่ากับ ~190 g/น้ำ 100g

4.2. อุณหภูมิมีผลต่อสภาพการละลายได้ของน้ำตาลในน้ำอย่างไร

คำตอบ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้สภาพการละลายได้ของน้ำตาลเพิ่มขึ้น

4.3. การละลายของน้ำตาลในน้ำเป็นกระบวนการดูดหรือคายความร้อน เพราะเหตุใด

คำตอบ การละลายเป็นกระบวนการดูดความร้อน เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้การละลายเพิ่มขึ้น

5. ความร้อนของสารละลาย KCl(aq) มีค่า 17 kJ/mol และ สภาพการละลายได้ของ KCl(aq) ที่ 30 °C เท่ากับ 10.1 g/100 mL ถ้าสารละลาย KCl(aq) 550 g มี KCl ละลายอยู่ 50 g สารละลายนี้เป็นสารละลายประเภทใด (อิ่มตัว ไม่อิ่มตัว อิ่มตัวยวดยิ่ง) ที่อุณหภูมิ 30 °C และที่อุณหภูมิ 50 °C

คำตอบ สารละลาย KCl 550 g มี KCl 50 g จะมีน้ำ 500 g เท่ากับ 500 mL

ค่าการละลายเท่ากับ $\frac{50g(KCl)}{500g(H_2O)} \times 100 = 10g/100mL$

ที่อุณหภูมิ 30 °C สภาพละลายได้เท่ากับ 10.1 g/100 mL ดังนั้นสารละลายนี้จึงเป็นสารละลาย(เกือบ)อิ่มตัว

ที่อุณหภูมิ 50 °C สภาพละลายได้จะต้องมากกว่า 10.1 g/100 mL เนื่องจากการละลายเป็นกระบวนการดูดความร้อน ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้มากขึ้น (>10.1 g/100 mL) สารละลายนี้จึงเป็นสารละลายไม่อิ่มตัว

ความเข้มข้นของสารละลาย

6. จงหาความเข้มข้นในหน่วย M, m, %W/W, %W/V, %V/V และ เศษส่วนโมลของสารละลายต่อไปนี้

6.1. สารละลายที่มี C_2H_5OH 30.0 กรัมในสารละลาย 500 mL

ตัวถูกละลาย : C_2H_5OH (MW=46 g/mol) 30.0 g=0.65 mol

ตัวทำละลาย : ไม่มีข้อมูล

สารละลาย : 500 mL=0.50 L

ความเข้มข้นที่คำนวณหาได้

- $Molarity = \frac{mol(1)}{mol(3)} = \frac{0.65mol}{0.50L} = 1.3M$

6.2. สารละลายประกอบด้วย NaOH 10 g และน้ำ 500 g

ตัวถูกละลาย : NaOH 10.0 g (MW=40 g/mol) =0.25 mol

ตัวทำละลาย : H_2O 500 g (MW=18 g/mol) =27.8 mol, (density = 1g/mL) =500 mL

สารละลาย : 510 g

ความเข้มข้นที่คำนวณหาได้

- $Molality = \frac{mol(1)}{kg(2)} = \frac{0.25mol}{0.5kg} = 0.5m$
- $\%(w/w) = \frac{g(1)}{g(3)} \times 100\% = \frac{10g}{510g} \times 100\% = 1.96\%(w/w)$
- $X_1 = \frac{mol(1)}{mol(1)+mol(2)} = \frac{0.25mol}{0.25mol+27.8mol} = 0.009$
- $X_2 = \frac{mol(2)}{mol(1)+mol(2)} = \frac{27.8mol}{0.25mol+27.8mol} = 0.991$

6.3. สารละลายประกอบด้วย NaOH 10 g และน้ำ ได้สารละลาย 500 g และมีความหนาแน่น 1.2 g/mL

ตัวถูกละลาย : NaOH 10.0 g (MW=40 g/mol) =0.25 mol

ตัวทำละลาย : H_2O 490g (MW=18 g/mol) =27.22mol, (density = 1g/mL) = 490mL

สารละลาย : 500 g (d=1.2g/mL) =600mL

ความเข้มข้นที่คำนวณหาได้

- $Molarity = \frac{mol(1)}{L(3)} = \frac{0.25 mol}{0.6 L} = 0.42 M$
- $Molality = \frac{mol(1)}{kg(2)} = \frac{0.25 mol}{0.49 kg} = 0.51 m$
- $\%(w/w) = \frac{g(1)}{g(3)} \times 100\% = \frac{10 g}{500 g} \times 100\% = 2.00\%(w/w)$
- $\%(w/v) = \frac{g(1)}{mL(3)} \times 100\% = \frac{10 g}{600 mL} \times 100\% = 1.67\%(w/v)$
- $X_1 = \frac{mol(1)}{mol(1) + mol(2)} = \frac{0.25 mol}{0.25 mol + 27.22 mol} = 0.01$
- $X_2 = \frac{mol(2)}{mol(1) + mol(2)} = \frac{27.22 mol}{0.25 mol + 27.22 mol} = 0.99$

6.4. สารละลาย NaOH(aq) 30% โดยน้ำหนัก ความหนาแน่นของสารละลายเท่ากับ 1.25g/mL

สารละลาย NaOH(aq) 30%(w/w) คือ สารละลาย 100 g จะมี NaOH 30 g ดังนั้น H_2O 70 g

ตัวถูกละลาย : **NaOH 30g** (MW=40 g/mol) =0.75 mol

ตัวทำละลาย : **H_2O** 70g (MW=18 g/mol) =3.89mol, (density = 1g/mL) = 70mL

สารละลาย : **100 g** (d=1.25g/mL) =125mL

ความเข้มข้นที่คำนวณหาได้

- $Molarity = \frac{mol(1)}{L(3)} = \frac{0.75 mol}{0.125 L} = 6.0 M$
- $Molality = \frac{mol(1)}{kg(2)} = \frac{0.75 mol}{0.07 kg} = 10.71 m$
- $\%(w/v) = \frac{g(1)}{mL(3)} \times 100\% = \frac{30 g}{125 mL} \times 100\% = 24.0\%(w/v)$
- $X_1 = \frac{mol(1)}{mol(1) + mol(2)} = \frac{0.75 mol}{0.75 mol + 3.89 mol} = 0.16$
- $X_2 = \frac{mol(2)}{mol(1) + mol(2)} = \frac{3.89 mol}{0.75 mol + 3.89 mol} = 0.84$

6.5. สารละลาย 0.5 m C_2H_5OH(aq)

สารละลาย C_2H_5OH(aq) 0.5m คือ ตัวทำละลายน้ำ 1 kg จะมี C_2H_5OH 0.5 mol

ตัวถูกละลาย : ***C_2H_5OH* 0.5mol** (MW=46 g/mol) =23g

ตัวทำละลาย : **H_2O** 1000g (MW=18 g/mol) =55.56mol, (density = 1g/mL) = 1000mL

สารละลาย : 1023 g

ความเข้มข้นที่คำนวณหาได้

- $\%(w/w) = \frac{g(1)}{g(3)} \times 100\% = \frac{23 g}{1023 mL} \times 100\% = 2.25\%(w/w)$
- $X_1 = \frac{mol(1)}{mol(1) + mol(2)} = \frac{0.5 mol}{0.5 mol + 55.56 mol} = 0.01$
- $X_2 = \frac{mol(2)}{mol(1) + mol(2)} = \frac{0.5 mol}{0.5 mol + 55.56 mol} = 0.99$

6.6. สารละลาย 5M NH_3(aq) สารละลายมีความเข้มข้น 1.1 g/mL

สารละลาย NH_3(aq) 5M คือ สารละลาย 1L จะมี NH_3 5 mol

ตัวถูกละลาย : **NH3 5mol** (MW=17 g/mol) =85g

ตัวทำละลาย : **H_2O** 1015g (MW=18 g/mol) =56.39 mol (density = 1g/mL) = 1015mL

สารละลาย : **1000 mL** (d=1.1g/mL) =1100g

ความเข้มข้นที่คำนวณหาได้

- $Molality = \frac{mol(1)}{kg(2)} = \frac{5mol}{1.015kg} = 4.93m$
- $\%(w/w) = \frac{g(1)}{mL(3)} \times 100\% = \frac{85g}{1100\,g} \times 100\% = 7.73\%(w/v)$
- $\%(w/v) = \frac{g(1)}{mL(3)} \times 100\% = \frac{85g}{1000\,mL} \times 100\% = 8.50\%(w/v)$
- $X_1 = \frac{mol(1)}{mol(1)+mol(2)} = \frac{5mol}{5mol+56.39mol} = 0.08$
- $X_2 = \frac{mol(2)}{mol(1)+mol(2)} = \frac{5mol}{5mol+56.39mol} = 0.92$

7. ต้องการเตรียมสารละลายของ NH_3 จงหาปริมาตรของ NH_3 และน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมสารนี้

7.1. 20%(w/w) จำนวน 400 mL

คำตอบ สารละลาย 20% (w/w) คือสารละลาย 100 g จะมี NH_3 20 g

แต่ไม่มีข้อมูลว่าสารละลาย 400 mL หนักเท่าใด จึงไม่สามารถหาต่อได้ว่าจะมี NH_3 และน้ำอย่างละเท่าใด

7.2. 35%(w/w) จำนวน 400 mL โดยสารละลายที่ได้มีความหนาแน่น 1.1 g/mL

คำตอบ สารละลาย 20% (w/w) คือสารละลาย 100 g จะมี NH_3 35 g

สารละลาย 400 mL มีน้ำหนักเท่ากับ 400mL x 1.1 g/mL = 440 g

สารละลาย 100 g จะเตรียมจาก NH_3 35 g

ดังนั้นสารละลาย 440 g จะเตรียมจาก NH_3 35x440/100 = 154 g และเติมน้ำเพิ่มอีก 290 g (กฎทรงมวล)

7.3. 20%(w/v) จำนวน 400 mL

คำตอบ สารละลาย 20% (w/v) คือสารละลาย 100 mL จะมี NH_3 20 g

ดังนั้นสารละลาย 400 mL จะมี NH_3 เท่ากับ 20x400/100=80 g

ดังนั้นเตรียมได้โดยใช้ NH_3 80 g แล้วเติมน้ำจนได้สารละลาย 400 mL

(บอกไม่ได้ว่าใช้ NH_3 กี่ mL และต้องเติมน้ำกี่ mL เพราะไม่ทราบความหนาแน่นของ NH_3 และสารละลาย)

7.4. 20%(v/v) จำนวน 400 mL

คำตอบ สารละลาย NH_3 20% (v/v) คือสารละลาย 100 mL จะมี NH_3 20 mL

ดังนั้นสารละลาย 400 mL จะมี NH_3 เท่ากับ 20x400/100=80 mL

ดังนั้นเตรียมได้โดยใช้ NH_3 80 mL แล้วเติมน้ำจนได้สารละลาย 400 mL (บอกไม่ได้ว่าต้องเติมน้ำกี่ mL)

8. พิจารณาสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 38%w ซึ่งมีความหนาแน่นเท่ากับ 1.22 g/mL

8.1. สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่ากับกี่โมล่าร์

คำตอบ ***สารละลาย HNO_3(aq) 38%(w/w) คือ สารละลาย 100g จะมี HNO_3 38g***

ตัวถูกละลาย :HNO3 38g (MW=63 g/mol) =0.60 mol

ตัวทำละลาย : H_2O 62g (MW=18 g/mol) = 3.44 mol

สารละลาย : 100 g (density=1.22 g/mL) =81.97 mL

- $Molarity = \frac{mol(1)}{L(3)} = \frac{0.6mol}{0.082} = 7.32m$

8.2. สารละลายนี้กี่กรัมจึงจะมีปริมาณ HNO_3 10.0g

คำตอบ ***สารละลาย HNO_3(aq) 38%(w/w) คือ สารละลาย 100g จะมี HNO_3 38g***

HNO_3 38 g มาจากสารละลาย 100 g

ดังนั้น HNO_3 10 g มาจากสารละลาย (100x10)/38 = 26.32 g

9. สารละลายซึ่งประกอบด้วย H_2O 45.0 g CH_3OH 48.0 g และ Urea 45 g เมื่อ $P°(H_2O)$=18 torr $P°(CH_3OH)$=158 torr

9.1. จงหาเศษส่วนโมล

คำตอบ H_2O 45 g = 2.5 mol CH_3OH 48 g = 1.5 mol $CO(NH_2)_2$ 45 g = 0.75 mol

X_{H_2O} = 2.5/4.75 = 0.53 X_{CH_3OH} = 1.5/4.75 = 0.32 X_{NH_3} = 0.75/4.75 = 0.16

9.2. จงหาความดันไอรวมและความดันไอย่อยของสารแต่ละชนิด

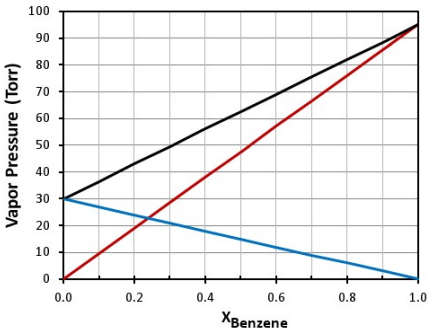
คำตอบ $P(H_2O)$ = 18 x 0.53 = 9.47 torr $P(CH_3OH)$ = 158x0.32 = 50.56 torr P(Urea) = 0 (ไม่ระเหย)

P_{total}=9.47+50.56 = 60.03 torr

10. พิจารณากราฟความดันไอของสารละลายซึ่งประกอบด้วย benzene (C_6H_6) และ toluene (C_7H_8) ถ้าสารละลายนี้ประกอบด้วย benzene 20 g และ toluene 35 g จงหาค่าของ $P°_{benzene}, P°_{toluene}, P_{benzene}, P_{toluene}, P_{total}$

คำตอบ จากข้อมูลที่ได้คือ ความดันไอบริสุทธิ์ $P°_{benzene} = 95\ torr$ $P°_{toluene} = 30\ torr$

เขียนกราฟได้เป็น



สารละลายที่สนใจประกอบด้วย C_6H_6 20 g = 0.26 mol C_7H_8 35 g = 0.38 mol

พิจารณาความเข้มข้นในหน่วย เศษส่วนโมล $X_{C_6H_6}$ = 0.26/(0.26+0.38) = 0.40

ที่ $X_{C_6H_6}$ = 0.40 สามารถหาความดันไอได้จากกราฟหรือจากสูตร $P_i = X_i \times P_i°$

$P_{benzene} = 0.4 \times 95\ torr = 38\ torr$

$P_{toluene} = (1 - 0.4) \times 30\ torr = 18\ torr$

$P_{total} = 38 + 18 = 56\ torr$

<u>สมบัติคอลลิเกทีฟ</u>

11. สมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายหมายถึงอะไร พร้อมทั้งยกตัวอย่างสมบัติคอลลิเกทีฟ

คำตอบ เป็นสมบัติที่ขึ้นกับความเข้มข้นของอนุภาคตัวถูกละลายในตัวทำละลาย แต่ไม่ขึ้นกับชนิดของตัวถูกละลาย มีอยู่ 4 ชนิดได้แก่ การสูงขึ้นของจุดเดือด การลดต่ำลงของจุดหลอมเหลว การลดลงของความดันไอ และความดันออสโมติก

12. จงอธิบายว่าทำไมความดันไอของตัวทำละลายบริสุทธิ์จึงสูงกว่าความดันไอของสารละลาย (เมื่อตัวถูกละลายไม่ระเหย)

คำตอบ เนื่องจากตัวถูกละลายที่อยู่ที่ผิวหน้าของเหลวจะกีดขวางทำให้ตัวทำละลายระเหยกลายเป็นไอยากขึ้น ทำให้ความดันไอของตัวทำละลายลดลงส่งผลให้ความดันไอของสารละลายลดลงด้วย

13. จงคำนวณหาจุดหลอมเหลวของสารละลายที่ประกอบด้วยสารประกอบชนิดหนึ่งหนัก 2.0 g ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 125 g/mol ในการบูร 50.0 g (การบูรบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลว 178.4 °C และ K_f = 40.0 °C/m)

คำตอบ จุดหลอมเหลวของสารละลายการบูร/สารประกอบอื่น เท่ากับ 178.4 °C + ΔT_f

จำนวนโมลของตัวทำละลาย = 2.0g / 125g/mol = 0.016 mol

ความเข้มข้นในหน่วยโมแลลของตัวทำละลายนี้ในการบูรเท่ากับ 0.016 mol/0.05kg = 0.32 m

ΔT_f = m x K_f = 0.32m x 40.0 °C = 12.8 °C (อุณหภูมิจุดหลอมเหลวจะลดลดลง 12.8 °C)

ดังนั้นจุดหลอมเหลวของสารละลายการบูรเท่ากับ 165.6 °C

14. เติม NaCl 100 g ในน้ำ 500 mL ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1.2 g/mL จงคำนวณว่าสารละลายนี้จะมีจุดเดือดเท่ากับเท่าไรเมื่อ

14.1. เมื่อพิจารณาว่า NaCl แตกตัว 100%

คำตอบ NaCl 100 g = 2.5 mol น้ำ 500 mL = 500 g ดังนั้น $molality = \frac{2.5mol}{0.5k} = 5m$

NaCl แตกตัว 100% หมายความว่า NaCl 1 โมลจะแตกตัวได้ Na^+ 1 โมลและ Cl^- 1 โมล ดังนั้น i=2

$\Delta T_b = ik_b m = 2 \times 0.51\frac{°C}{m} \times 5m = 5.1°C$

ดังนั้นจุดเดือดของสารละลายเท่ากับ 105.1 °C

14.2. เมื่อ van Hoff factor, i = 1.8

คำตอบ $\Delta T_b = ik_b m = 1.8 \times 0.51\frac{°C}{m} \times 5m = 4.6°C$

ดังนั้นจุดเดือดของสารละลายเท่ากับ 104.6 °C

14.3. หากสารละลายนี้มีจุดเดือดเท่ากับ 104 °C NaCl ที่ใส่ไปแตกตัวร้อยละเท่าใด

คำตอบ $\Delta T_b = ik_b m \rightarrow 4°C = i \times 0.51\frac{°C}{m} \times 5m$ ดังนั้น i=1.57

การแตกตัวของ NaCl i=1.57 และ n=2 (Na^+ และ Cl^-)

สัมประสิทธิ์การแตกตัว $\alpha = \frac{i-1}{n-1} = \frac{1.57-1}{2-1} = 0.57$ หรือแตกตัว 57%

15. จุดเดือดปกติของเบนซีน (C_6H_6) คือ 80.1°C ถ้าเติมตัวถูกละลายที่ไม่ระเหย 0.500 mol ลงในเบนซีน 150 g ความดันไอของสารละลายมีค่าเท่าใดที่อุณหภูมิ 80.1 °C

คำตอบ จุดเดือดปกติของเบนซีนคือ 80.1 °C หมายความว่าที่อุณหภูมิดังกล่าว สารมีความดันไอเท่ากับ 760 mmHg

ความดันไอของสารละลาย (กฎของราอูลต์) ขึ้นกับเศษส่วนโมลของตัวทำละลาย

เบนซีนน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 78 g/mol เบนซีน 150 g เท่ากับ 1.92 mol

เศษส่วนโมลของเบนซีนเท่ากับ 1.92/(1.92+0.5)= 0.79 (ไม่มีหน่วย)

ความดันไอของสารละลายเบนซีนเท่ากับ $X_{C_6H_6}$ x $P°_{C_6H_6}$ = 0.79x760 torr = 600.4 torr

16. ที่อุณหภูมิ 25 °C ความดันไอของไซโคลเฮกเซน (C_6H_{12}) มีค่า 100 torr เมื่อละลายตัวถูกละลายที่ไม่ระเหยจำนวน 15.0 g ในไซโคลเฮกเซน 250.0g ได้สารละลายมีความดันไอเท่ากับ 86 torr จงคำนวณหาน้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลาย

คำตอบ mol(C_6H_{12}) = 250g/84g/mol=2.98 mol

ความดันไอของสารละลายเท่ากับ 86 torr = $X_{C_6H_{12}}$ x 100 torr ดังนั้น $X_{C_6H_{12}}$ = 0.86

$X_{C_6H_{12}} = 0.86 = \frac{mol(C_6H_{12})}{mol(C_6H_{12}) + mol(solute)} = \frac{2.98mol}{2.98mol + mol(solute)}$

mol(solute)=0.49 mol

ตัวถูกละลายน้ำหนักเท่ากับ 15 g เท่ากับ 0.49 mol ดังนั้น น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 30.61 g/mol

17. จุดเดือดของเอทานอลบริสุทธิ์คือ 78.5 °C และมีค่าคงที่ K_b เท่ากับ 1.20 °C/m จงคำนวณหาสูตรโมเลกุลของน้ำตาลชนิดหนึ่งที่มี C 40.0% H 6.7% และ O 53.3% โดยน้ำหนัก เมื่อสารละลายที่มีน้ำตาลชนิดนี้ 11.7 g ในเอทานอล 325 g มีจุดเดือดเท่ากับ 78.59 °C

คำตอบ หาน้ำหนักโมเลกุลของน้ำตาลก่อน จากนั้นหาสูตรโมเลกุลจากองค์ประกอบและน้ำหนักโมเลกุล

$\Delta T_b = 0.09℃ = m \times k_b$ $\quad m = \frac{0.09℃}{1.20\frac{℃}{m}} = 0.075m$

$m = 0.075m = \frac{11.7g}{MW \times 0.325kg}$ $\quad MW = \frac{11.7g}{0.075m \times 0.325kg} = 480g/mol$

น้ำตาลนี้มีน้ำหนักโมเลกุล 480 g/mol สาร 1 mol ประกอบด้วย

C 40.0% x 480 g = 192 g = 16 mol

H 6.7% x 480 g = 32.16 g = 32 mol

O 53.3% x 480 g = 254.4 g = 16 mol

ดังนั้นน้ำตาลนี้มีสูตรเคมีเป็น $C_{16}H_{32}O_{16}$

18. สารละลายซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 10 g ในสารละลาย 800mL ที่อุณหภูมิ 30 °C จะมีความดันออสโมติกเป็นเท่าไร

คำตอบ ซูโครส น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 342 g/mol ซูโครส 10 g เท่ากับ 0.029 mol

ความเข้มข้นของสารละลายซูโครสเท่ากับ 0.029mol/0.8L = 0.037 M

ความดันออสโมติก $\pi = iMRT = 1 \times 0.037\ M \times 0.082\frac{L\ atm}{mol\ K} \times 303K = 0.908\ atm$

19. จงคำนวณหาน้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลายของสารละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่ 3.5 g ต่อลิตร ความดันออสโมติกเท่ากับ 325 mmHg ที่ 25 °C

คำตอบ ความดัน 325 mmHg เท่ากับ 0.43 atm

ความดันออสโมติก $\pi = iMRT$ แทนค่าจะได้ $0.43atm = 1 \times M \times 0.082\frac{L\ atm}{mol\ K} \times 298K$

M= 0.0175 molar ดังนั้นในสารละลาย 1 ลิตรมีตัวถูกละลายอยู่ 0.0175 mol ซึ่งเท่ากับ 3.5 g

$MW = \frac{g}{mol} = \frac{3.5g}{0.0175mol} = 200\ g/mol$

20. สารละลาย HF(aq) 0.10 *m* มีจุดเยือกแข็งเท่ากับ -0.201 ℃ จงคำนวณหาร้อยละของการแตกตัวของโมเลกุล HF ในสารละลาย

คำตอบ ตัวถูกละลายแตกตัวได้ (ต้องใช้สูตรที่มี i-factor)

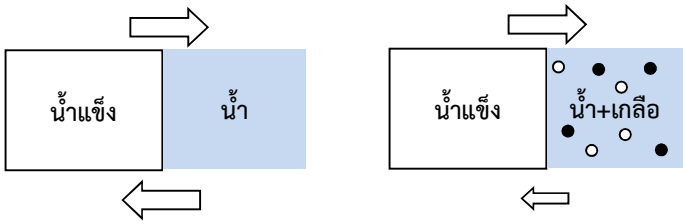
$\Delta T_f = 0℃ - 0.201℃ = 0.201℃$

$\Delta T_f = ik_f m \rightarrow 0.201℃ = i \times 1.8\frac{℃}{m} \times 0.10m$

$i = 1.117$ แสดงว่าแตกตัว 11.7% (ถ้ามี HF 100 โมเลกุล จะมี 11.17 โมเลกุลที่แตกตัวเป็น H^+ และ F^-)

21. ในประเทศเขตหนาว เมื่อมีน้ำแข็งเกาะบนผิวถนนเจ้าหน้าที่จะใช้เกลือโรยบนน้ำแข็งเพื่อให้น้ำแข็งละลาย อธิบายว่าเกลือช่วยให้น้ำแข็งละลายได้ดีขึ้นอย่างไร และควรใช้เกลือ NaCl หรือ $CaCl_2$ เพราะเหตุใด

คำตอบ ที่ผิวหน้าของน้ำแข็งจะมีสมดุลระหว่างกระบวนการหลอมเหลว (น้ำแข็ง→น้ำ) และการแข็งตัว (น้ำ→น้ำแข็ง) เมื่อโรยเกลือบนน้ำแข็ง เกลือจะละลายในน้ำทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำ(+เกลือ) ต่ำลงจากเดิมทำให้การแข็งตัวของน้ำเกิดขึ้นได้น้อยลงในขณะที่การหลอมเหลวยังเหมือนเดิม (เกลือไม่ได้เข้าไปในน้ำแข็ง) ดังนั้นน้ำแข็งจะละลายเร็วกว่าที่น้ำแข็งตัว ทำให้น้ำแข็งละลายได้ดีขึ้น



เมื่อเปรียบเทียบ NaCl และ $CaCl_2$ ที่น้ำหนักเท่ากัน (สมมติ 1 kg) โดยพิจารณาว่าเกลือแตกตัว 100%
NaCl (MW=58.5 g/mol) 1 kg = 17.1 mol แต่จะแตกตัวเป็นไอออน 2 เท่า (Na^+, Cl^-) รวม 34.2 mol
$CaCl_2$ (MW=111 g/mol)=9 mol แต่จะแตกเป็นไอออน 3 เท่า (Ca^{2+}, 2 Cl^-) รวม 27 mol
จะเห็นว่าที่น้ำหนักเท่ากัน NaCl มีจำนวนโมลมากกว่า ทำให้มีความเข้มข้นของอนุภาคมากกว่าจึงมีผลต่อการละลายของน้ำแข็งมากกว่า
อย่างไรก็ดี**การละลายของ $CaCl_2$ ในน้ำเป็นกระบวนคายความร้อน** ($\Delta H_{solvation}$ = -83 kJ/mol) ในขณะที่การละลายของ NaCl ในน้ำ เป็นกระบวนการดูดความร้อน ($\Delta H_{solvation}$ = +3.9 kJ/mol) ดังนั้นขณะที่ $CaCl_2$ ละลายน้ำมันจะคายความร้อนออกมาทำให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้น ดังนั้นในทางปฏิบัติการใช้ $CaCl_2$ จะได้ผลเร็วกว่า NaCl เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการละลายของเกลือจะช่วยให้กระบวนการที่น้ำแข็งหลอมเหลวเกิดได้ดีขึ้นในขณะที่ไอออน Ca^{2+} และ Cl^- จะทำให้น้ำเกลือแข็งตัวช้าลง

Solvent	T_b (°C)	K_b (°C/m)	T_F (°C)	K_f (°C/m)
Aniline	184.3	3.69	–5.96	–5.87
Acetic acid	118.1	3.07	16.6	–3.90
Acetone	56.2	1.67	–94.8	
Benzene	80.1	2.65	5.5	–5.12
Camphor	204.0	5.95	179	–40
Carbon disulfide	46.2	2.34	–111.5	–3.83
Carbon tetrachloride	76.8	4.88	–22.8	–29.8
Chloroform	61.2	3.88	–63.5	–4.90
Cyclohexane	80.74	2.79	6.55	–20.2
Diethyl ether	34.5	2.16	–116.2	–1.79
Ethanol	78.4	1.22	–114.6	–1.99
Ethylene bromide	130.0	6.43	9.974	–12.5
Formic acid	101.0	2.4	8.0	–2.77
Naphthalene	217.9		80.2	–6.80
Nitrobenzene	210.8	5.24	5.7	–7.00
Phenol	181.75	3.60	43.0	–7.27
Water	100.00	0.512	0.0	–1.86