ปริมาณสารสัมพันธ์

กฎเกี่ยวกับน้ำหนัก

<u>กฎทรงมวลของสสาร</u> กล่าวว่าในระบบปิด มวลของสารก่อนการเปลี่ยนแปลงเท่ากับมวลของสารหลังการเปลี่ยนแปลง

<u>โจทย์</u> 1 เมื่อใช้น้ำตาลทราย 10 กรัม มาหมักกับยีสต์หนัก 2 กรัม จะเกิดอัลกอฮอล์ชนิดหนึ่งหนัก 3.2 กรัม และก๊าซ CO_2 5.4 ถ้าการรวมตัวเป็นไปตามกฎทรงมวล จงหาน้ำหนักของน้ำตาลทรายที่เหลือ

$C_{12}H_{22}O_{11}$ + ยีสต์ $\rightarrow C_2H_5OH + CO_2 + C_{12}H_{22}O_{11}$ เหลือ

10 + 2 = 3.2 + 5.4 + X

X = 3.4 กรัม

<u>โจทย์</u> 2 เมื่อใช้กรดอินทรีย์ 8.2 กรัมทำปฏิกิริยากับอัลกอฮอล์ 5.3 cm^3 โดยมีความร้อนและคะตะไลส์ จะได้เอสเทอร์กี่กรัมและน้ำ 3.8 กรัม เมื่อความหนาแน่นอัลกอฮอล์เท่ากับ 0.3 กรัมต่อ cm^3

<u>กฎสัดส่วนคงที่</u> กล่าวว่าในสารประกอบหนึ่ง อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ จะมีค่าคงที่เสมอ ไม่ว่าจะเตรียมโดยวิธีการใดก็ตาม

<u>โจทย์</u> 3 Na หนัก 4.6 กรัม รวมตัวพอดีกับ Cl 7.1 กรัม เกิดสารประกอบ NaCl ครั้นเมื่อนำ NaCl หนัก 5 กรัม มาวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วย Cl 60.67% โดยน้ำหนัก จงแสดงว่าเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

(I) Na : Cl = 4.6 : 7.1 = 1 : 1.54 = 2 : 3

(II) = 39.33 : 60.67 = 1 : 1.54 = 2 : 3

Na : Cl มีค่าคงที่เป็นไปตามกฎสัดส่วน

<u>โจทย์</u> 4 เมื่อใช้ N_2 และ H_2 อย่างละ 10 กรัม มารวมตัวกันเกิด NH_3 พบว่า NH_3 ประกอบด้วย N 82%

โดยน้ำหนัก

จงหา ก. สารใดเหลือเท่าใด

ข. เกิด NH_3 เท่าใด

ค. เป็นไปตามกฎใดบ้าง

<u>กฎสัดส่วนพหุคูณ</u> กล่าวว่า เมื่อธาตุ 2 ธาตุรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบมากกว่า 1 ชนิด อัตราส่วนโดยมวลของธาตุชนิดหนึ่งที่รวมกับมวลคงที่ของอีกธาตุหนึ่งจะเป็นเลขลงตัว

<u>โจทย์</u> 5 เมื่อ A , B รวมตัวกันเกิดสารประกอบ 2 ชนิด ชนิดแรกมี A 40% จงหาร้อยละของ A ชนิดที่สอง เมื่อ $A_1 : A_2$ ที่รวมกับ B คงที่ = 2 : 3

(I) A 40 พอดีกับ B 60 | $A_1 = 2$ เมื่อ B คงที่

(II) A 60 พอดีกับ B 60 | $A_2 = 3$

ดังนั้น A + B 60 + 60 มี A_2 60

A + B 100 มี $A_2 = \frac{60 \times 100}{120} = 50\%$

<u>โจทย์</u> 6 เมื่อ A และ B รวมตัวกัน เกิดสารประกอบ 3 ชนิด ชนิดแรก มี A 50%
จงหาร้อยละของ A ในชนิดสองและ B ในชนิดสาม เมื่อ $B_1 : B_2 : B_3 = 1 : 3 : 4$

<u>โจทย์</u> 7 เมื่อ X และ Y รวมตัวกันเกิดสารประกอบ 3 ชนิด

ชนิดแรก X = 40 Y = 60

ชนิดสอง X = 10 Y = 90

ชนิดสาม X = 25 Y = 75

เมื่อให้ X คงที่ อัตราส่วนของ Y ที่รวมกับ X ในสารประกอบทั้งสามชนิดเป็นเท่าใด

ชนิดแรก $X = 1 \rightarrow Y_1 = \frac{60}{40}$

ชนิดสอง $X = 1 \rightarrow Y_2 = \frac{90}{10}$

ชนิดสาม $X = 1 \rightarrow y_3 = \frac{75}{25}$

$$Y_1 : Y_2 : Y_3 = \frac{60}{40} : \frac{90}{10} : \frac{75}{25} = 1 : 6 : 2$$

กฎเกี่ยวกับปริมาตรก๊าซ

<u>กฎของเกย์ลุสแซก</u> ได้ตั้งกฎการรวมตัวโดยปริมาตรของก๊าซ

1. ปริมาตรของก๊าซก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงอาจเท่าหรือไม่เท่ากันก็ได้
2. อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกริยากันและที่ได้จากปฏิกริยาจะมีค่าคงที่เสมอ

<u>กฎของอาโวกาโดร</u> กล่าวว่าที่ T และ P เดียวกัน ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน เช่น

ถ้าก๊าซ O_2 22.4 ลิตร จะมี 6.02×10^{23} โมเลกุล

ดังนั้นก๊าซ N_2 22.4 ลิตร จะมี 6.02×10^{23} โมเลกุล ด้วย

<u>โจทย์</u> 8 $2A + B \longrightarrow 3C$ เมื่อใช้ก๊าซ A 10 cm^3 ทำปฏิกิริยากับก๊าซ B มากเกินพอ จะเกิดก๊าซ C เท่าใด

$2A + B \rightarrow 3C$

10 (15) cm^3

<u>โจทย์</u> 9 $3A + 2B \longrightarrow 4C$ เมื่อใช้ก๊าซ A 20 cm^3 ทำปฏิกิริยากับก๊าซ B 40 cm^3 จะเกิดก๊าซ C เท่าใด

$3A + 2B \rightarrow 4C$

20 40 เกิด $20 \times \frac{4}{3} = \frac{80}{3}$

หมด ใช้ $\frac{40}{3}$

เหลือ $40 - \frac{40}{3}$

โจทย์ 10 จงหาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

V ก่อนปฏิกิริยา		V หลังปฏิกิริยา		ปริมาตรทั้งหมด
A	**B**	**A**	**B**	**ของก๊าซ**
100	300	-	100	500

1. $A + 3B \longrightarrow 5C$ 2. $A + 2B \longrightarrow 5C$

3. $A + 3B \longrightarrow 4C$ (4.) $A + 2B \longrightarrow 4C$

โจทย์ 11 ที่ T และ P เดียวกัน

① ก๊าซ H_2 1 dm^3 มี A โมเลกุล

Ne 1 dm^3 มี = A อะตอม

O_3 1 dm^3 มี = 3A อะตอม = A โมเลกุล

② ก๊าซP_4 1 dm^3 มี B โมเลกุล

S_8 3 dm^3 มี = 3B โมเลกุล = 24B อะตอม

อะตอม

$\overset{b}{\underset{a}{A}}$ ⇒ มวลอะตอม = b

⇒ มวล 1 อะตอม = $b \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม = b a.m.u.

$$\text{มวลอะตอม} = \frac{\text{มวล 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวล C} - 12, \text{1 อะตอม}}$$

$$\text{มวล 1 อะตอม} = \text{มวลอะตอม} \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$ * นิยาม

โจทย์ 12 **ธ**าตุ A 1 อะตอมหนักเป็น 50 เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของ C – 12, 1 อะตอม มวลอะตอมของ A เท่าใด

A 1 อะตอม = $\boxed{50 \times \frac{1}{12} \times 12} \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

↓ มวลอะตอม

โจทย์ 13 ธาตุ B 5 อะตอมหนักเป็น 100 เท่าของ C – 12, 1 อะตอม มวลอะตอมของ B เท่าใด

B 5 อะตอม = $100 \times 12 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

1 ---------- = $\boxed{\frac{100}{5} \times 12} \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

↓ มวลอะตอม

<u>โจทย์</u> 14 ธาตุ C 10 อะตอมหนักเป็น 50 เท่าของ $\frac{1}{14}$ ของ N − 14, 3 อะตอม มวลอะตอมของ C เท่าใด

<u>โจทย์</u> 15 ธาตุ D 3 อะตอมหนักเป็น 60 เท่าของ O − 16, 2 โมเลกุล มวลอะตอมของ D เท่าใด

<u>การหามวลอะตอมเฉลี่ย</u>

ธาตุต่างๆ บางชนิดจะมีได้หลายรูป ซึ่งมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ที่ต่างกัน เรียกว่า มี Isotope การหามวลอะตอมของธาตุเหล่านี้ จะใช้ค่าเฉลี่ยของ Isotope เหล่านั้น โดยใช้ Mass Spectrometer ซึ่งหาได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย (A.M.)} = \frac{\sum (\% \times \text{เลขมวลหรือมวลไอโซโทป})}{100}$$

<u>โจทย์</u> 16 ธาตุ A มี 2 ไอโซโทป คือ ^{40}A และ ^{42}A มีมวล 40.5 และ 42.3 จำนวน 75 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของ A

$$\bar{A} = \frac{(75 \times 40.5) + (25 \times 42.3)}{100}$$

<u>โจทย์</u> 17 ธาตุ B มี 2 ไอโซโทป คือ ^{52}B และ ^{54}B จงหาเปอร์เซ็นต์ของ B − 52 ในธรรมชาติ เมื่อมวลอะตอมเฉลี่ย = 52.3

<u>โจทย์</u> 18 C $\begin{cases} C_1 \text{ จำนวน } 75\% \text{ นิวตรอน} = 85 \\ C_2 \text{ จำนวน } 25\% \text{ นิวตรอน} = 90 \end{cases}$

จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ C เมื่อ C อยู่หมู่ 7 คาบ 5 $\Rightarrow$ 2 8 18 18 7 = 53 e

$$\bar{C} = \frac{[75 \times (53+85)] + [25 \times (53+90)]}{100} = 53P$$

<u>โจทย์</u> 19 D อยู่หมู่ 3 คาบ 4 มี 2 ไอโซโทป $\longrightarrow$ 2 8 8 3 ×

$D_1 \longrightarrow$ จำนวน 40% นิวตรอน = 25 2 8 9 2 √√

$D_2 \longrightarrow$ จำนวน 60% นิวตรอน = 28 2 8 18 3 √×

จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของ D

<u>โจทย์</u> 20 ธาตุ E มี 2 ไอโซโทป คือ ^{60}E และ ^{63}E

^{60}E มวลอะตอม 60.5 จำนวน 75%

^{63}E จำนวน 25%

จงหามวลของ ^{63}E ใน E 0.5 โมล เมื่อมวลอะตอมของ E เท่ากับ 62.5

โมเลกุล

$H_2O \Longrightarrow$ มวลโมเลกุล = 18

$\Longrightarrow$ มวล 1 โมเลกุล = $18 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม = 18 a.m.u.

$$\text{มวลโมเลกุล} = \frac{\text{มวล 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวล C} - 12, \text{ 1 โมเลกุล}}$$

มวล 1 โมเลกุล = มวลโมเลกุล $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม * นิยาม

<u>โจทย์</u> 21 สาร A 1 โมเลกุลหนักเป็น 100 เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของ C − 12, 1 อะตอม มวลโมเลกุลของ A เท่าใด

<u>โจทย์</u> 22 สาร B 5 โมเลกุลหนักเป็น 50 เท่าของ N − 14, 2 อะตอม มวลโมเลกุลของ B เท่าใด

<u>โจทย์</u> 23 สาร C_5 10 โมเลกุลหนักเป็น 150 เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของ O − 16, 3 โมเลกุล มวลอะตอมของ C เท่าใด

B 5 โมเลกุล = 50 เท่าของ N - 14, 2 อะตอม

1 โลเลกุล $= \boxed{\frac{50}{5} \times 2 \times 14}$ x 1.66 x 10^{-24} กรัม

โมล — โมลอะตอม
โมลโมเลกุล

1 โมลอะตอม → มวลอะตอมเป็นกรัม
จะมี 6.02×10^{23} อะตอม

เช่น $^{23}_{11}Na$ 1 โมล หนัก 23 กรัม มี 6.02×10^{23} อะตอม

$^{32}_{16}S$ 1 โมล หนัก 32 กรัม มี 6.02×10^{23}. อะตอม

$^{27}_{13}Al$ 1 โมล หนัก.....กรัม มี ..... อะตอม

1 โมลโมเลกุล มวลโมเลกุลเป็นกรัม

จะมี 6.02×10^{23} โมเลกุล

ถ้าเป็นก๊าซหรือไอจะมีปริมาตร 22.4 ลิตร หรือ dm^3 ที่ S.T.P.

(Standard Temperature and Pressure)

เช่น H_2O 1 โมล หนัก 18 กรัม จะมี 6.02×10^{23} โมเลกุล และถ้าเป็นก๊าซหรือไอ จะมี 22.4 ลิตร หรือ dm^3

NH_3 1 โมล หนัก ..... กรัม จะมี ..... โมเลกุล หรือปริมาตร ..... ลิตร

$CaCO_3$ 1 โมล หนัก ..... กรัม จะมี ..... โมเลกุล

(ปริมาตรบอกไม่ได้เนื่องจากเป็นของแข็ง)

<u>โจทย์</u> 24 จงเติมตัวเลขลงในช่องว่า

ก. $H_3 PO_4$ (H = 1, P = 31, O = 16)

1 โมลโมเลกุล = 8 โมลอะตอม

= 6.02×10^{23} โมเลกุล

= 98 กรัม

= $8 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

ข. $Na_2 S_2 O_3$ (Na = 23, S = 32, O = 16)

1 โมลโมเลกุล = โมลอะตอม

= โมเลกุล

= กรัม

= อะตอม

$$n = \frac{g}{m} = \frac{N}{No} = \frac{V}{Vo} = \frac{MVcc}{1000} = MVl$$

เมื่อ n = จำนวนโมล (อะตอม, โมเลกุล)

g = น้ำหนักเป็นกรัม

m = น้ำหนักอะตอม, โมเลกุล

N = จำนวนอะตอม, โมเลกุล

No = 6.02×10^{23} อะตอม, โมเลกุล

V = ปริมาตรของก๊าซที่ S.T.P.

Vo = 22.4 ลิตร หรือ dm^3

M = ความเข้มข้นสารละลายเป็น mol/l

Vcc หรือ Vl = ปริมาตรสารละลายเป็น cm^3 หรือลิตร

<u>โจทย์</u> 25 $H_2S_2O_7$ 0.4 กรัม จงหา

ก. จำนวนโมเลกุล

ข. ถ้าเป็นไอจะมีปริมาตรเท่าใด

ค. จำนวนอะตอมของ O (H = 1, S = 32, O = 16)

ง. น้ำหนักของ S เป็นกี่กรัม

ก. $\frac{0.4}{178} \times 6.02 \times 10^{23}$

ข. $\frac{0.4}{178} \times 22.4$

ค. $\frac{0.4}{178} \times 7 \times 6.02 \times 10^{23}$

ง. $\frac{0.4}{178} \times 2 \times 32$

โมล → โมลย่อย O → อะตอม

โมล → ย่อย S → กรัม

<u>โจทย์</u> 26 จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. P_4O_{10} 3.01×10^{21} โมเลกุล จะมีออกซิเจนอะตอมเท่าใด

$$\frac{3.01 \times 10^{21}}{6.02 \times 10^{23}} \times 10 \times 6.02 \times 10^{23}$$

ข. N_2O_5 3.2 กรัม จะมีอะตอมของไนโตรเจนเท่าใด

$$\frac{3.2}{108} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23}$$

ค. NH_3 1.806×10^{21} อะตอมจะหนักกี่กรัม

ง. $CaCO_3$ 0.5 โมล จะมีอะตอมเท่าใด

จ. H_3PO_4 4.9 กรัม จะมีอะตอมของออกซิเจนเท่าใด

ช. $Al(NO_3)_3$ 3.01×10^{22} อะตอมจะมีจำนวนนิวตรอนของไนโตรเจนเท่าใด (${}^{15}_{7}N$)

$$\frac{\frac{3.01 \times 10^{22}}{13}}{6.02 \times 10^{23}} \times 3 \times 6.02 \times 10^{23} \times 8$$

ซ. ถ้ามี N 6.02×10^{24} อะตอมใน $(NH_4)_3PO_4$ หนักกี่กรัม

$$\frac{g}{149} \times 3 \times 6.02 \times 10^{23} = \times 6.02 \times 10^{24}$$

ฌ. ถ้ามี S 0.64 กรัม ใน $Na_2S_2O_3$ กี่โมเลกุล

ญ. NH_3 0.56 ลิตร จะมีอะตอมของ H เท่าใด

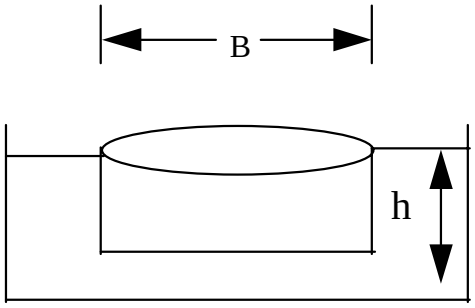
ฎ. H_2S 1.806×10^{21} อะตอมจะมีปริมาตรเท่าใด

ฏ. HNO_3 3.01×10^{24} อะตอมจะมี O หนักกี่กรัม

ฐ. จงหาจำนวนอะตอมของ O ใน H_2SO_4 เมื่อมี H 0.3 กรัม

$$\frac{0.3}{1} \times \frac{1}{2} \times 4 \times 6.02 \times 10^{23}$$

การหาขนาดโมเลกุล



กำหนด สายละลายกรดโอลีอีกในเอธานอล A% โดยปริมาตร

สารละลาย 1 cm^3 มี C หยด ความหนาแน่นกรด = D g/cm^3

การคำนวณ

สารละลาย 100 cm^3 มีกรดโอลีอิก A cm^3

สารละลาย 1 หยด = $\frac{1}{C}$ cm^3 มีกรดโอลีอิก = $\frac{A}{100\,C}$ cm^3

กรดที่แผ่ออกจะเป็นรูปทรงกระบอกเสมอ

V ทรงกระบอก = $\pi r^2 h = \frac{A}{100\,C}$

$$\pi(\tfrac{B}{2})^2 h = \frac{A}{100\,C}$$

$$h = \frac{4A}{100\,C\pi B^2}$$

h → เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกลม

→ ด้านของลูกบาศก์

V ทรงกลม $= \frac{4}{3}\pi r^3$

$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{h}{2}\right)^3$

$= P$

V ลูกบาศก์ = (ด้าน)^3

$= h^3$

$= Q \Rightarrow P<Q$ เสมอ

ดังนั้นปริมาตรของโมเลกุลกรดโอลีอิก = V_1 cm^3

<u>กำหนด</u> ถ้าให้ปริมาณกรด 1 โมเลกุล = X cm^3

มวล 1 โมเลกุล = V_1X กรัม

<u>กำหนด</u> ถ้าให้มวล 1 โมเลกุลของกรด = Y กรัม

มวลโมเลกุล = 6.02×10^{23} Y

<u>กำหนด</u> ถ้าให้มวลโมเลกุลของกรด = E

เลขของโวกาโดร = $\frac{E}{Y}$

<u>โจทย์</u> 27 กำหนดให้กรดสเตียริก 1 โมเลกุลมีปริมาตร X cm3 เป็นรูปทรงกลมและเรียงบนผิวน้ำเป็นชั้นเดียว

ความหนาแน่นของกรด = d กรัม/cm3

ความหนาแน่นของเอธานอล = c กรัม/cm3

สารละลายกรด 1 cm^3 มี b หยด

เส้นผ่าศูนย์กลางโมเลกุลกรดแผ่ออก r cm

จงหา

ก. สารละลายกรดเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ข. มวลโมเลกุลของกรดมีค่าเท่าใด

ค. ถ้าสารละลายกรดเข้มข้น B% โดยปริมาตรและให้มวลโมเลกุลในข้อ ข. มีค่าเท่ากับ A ความเข้มข้นของกรดมีค่ากี่โมเลกุล

การหามวลร้อยละ

$$\% \text{ ต้องการ} = \frac{\text{มวลต้องการทั้งหมด}}{\text{มวลทั้งหมด}} \times 100$$

<u>โจทย์</u> 28 จงหา % ของ O ใน HNO_3

$$\%O_{HNO_3} = \frac{3O \times 100}{} = \frac{3(16)}{63} \times 100$$

<u>โจทย์</u> 29 จงหา % ของ Al ใน $Al_2(SO_4)_3$

<u>โจทย์</u> 30 จงหา % ของ H_2O ใน $Na_2CO_3 . 10H_2O$

$$\%H_2O = \frac{10\,H_2O}{Na_2CO_3 . 10\,H_2O} \times 100$$
$$= \frac{10(18)}{286} \times 100$$

<u>โจทย์</u> 31 จงหาค่า n เมื่อ $AgNO_3 . nH_2O$ มีน้ำผลึกหนัก 40%

<u>โจทย์</u> 32 จงหาค่า A เมื่อ $ASO_4 . 5H_2O$ เมื่อมีน้ำผลึกหนัก 30%

สูตรเคมี

- สูตรอย่างง่าย หรือสูตรเอมไพริกัล
- สูตรโมเลกุล

สูตรอย่างง่าย มีหลักการดังนี้

1. หาน้ำหนักของธาตุแต่ละตัวให้มีโจทย์บอก 2 ลักษณะ
   ก. บอกโดยตรง เช่น สาร A ประกอบด้วย C 85.71% และ H 14.29%
   ข. บอกโดยอ้อม เช่น สาร C, H หนัก 2.8 กรัม ทำปฏิกิริยากับ O_2 ได้ CO_2 8.8 กรัม และ H_2O 3.6 กรัม

   CO_2 8.8 กรัม $\rightarrow C = \frac{8.8 \times 12}{44}$

2. ทำ Atomic Ratio คืออัตราส่วนโดยโมล

   $C : H = \frac{85.71}{12} : \frac{14.29}{1} = 7.14 : 14.29$

3. ทำตัวเลขให้เป็นอย่างต่ำ จะได้สูตรอย่างง่าย

   $C : H = 1 : 2 \Rightarrow C_1H_2$

โจทย์ 33 สารชนิดหนึ่งประกอบด้วย P และ H เมื่อนำสารนี้มา 0.125 กรัม มาเผาไหม้กับ O_2 มากเกินพอ จะได้ P_2O_5 หนัก 0.284 กรัม จงหาสูตรอย่างง่าย (P = 31, H = 1)

P_2O_5 0.284 $\quad P = \frac{0.284}{142} \times 2 \times 31 = 0.124$

H = 0.125 -0.124 = 0.001

P : H $= \frac{0.124}{31} : \frac{0.001}{1} = 4 : 1 \Rightarrow P_4H_1$

โจทย์ 34 สารชนิดหนึ่งประกอบด้วย P, O, Cl และ N เมื่อนำสารนี้หนัก 18.15 กรัม มาทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้กรดฟอสฟอรัส 9.8 กรัม กรดเกลือ 10.95 กรัม ครั้นเมื่อนำสารนี้มา 9.075 กรัม มาวิเคราะห์สาร พบว่ามี N 1.4 กรัม จงหาสูตรอย่างง่ายของสาร (P = 31, O = 16, Cl = 35.5, N = 14, H = 1)

โจทย์ 35 จากการวิเคราะห์แร่ พบว่าเมื่อนำแร่ชนิดนี้ 12.05 กรัม ประกอบด้วย CaO 2.8 กรัม K_2O 2.35 กรัม และ SO_3 6 กรัม ที่เหลือเป็นน้ำผลึก จงหาสูตรอย่างง่ายของแร่ (Ca = 40, K = 39, S = 32, O = 16)

$CaO : K_2O : SO_3 : H_2O = \frac{2.8}{56} : \frac{2.35}{94} : \frac{6}{80} : \frac{0.9}{18}$

$= 0.05 : 0.025 : 0.075 : 0.05$

$= 2 : 1 : 3 : 2$

$2CaO.1K_2O.3SO_3.2H_2O \Rightarrow 2CaSO_4.1K_2SO_4.2H_2O$

<u>สูตรโมเลกุล</u>

ก. <u>สารทั่วไป</u> มีหลักการดังนี้

1. ต้องการหาสูตรอย่างง่ายให้ได้ $\rightarrow CH_2$
2. ต้องทราบมวลโมเลกุล
   2.1 บอกโดยตรง เช่น มวลโมเลกุล = 70
   2.2 บอกโดยอ้อม ให้ใช้ความสัมพันธ์ของโมล $n = \frac{g}{m} = \frac{v}{v_o} = \frac{N}{N_o}$
3. ใช้ความสัมพันธ์ที่ว่า

   (สูตรอย่างง่าย)$_n$ = สูตรโมเลกุล $(CH_2)_n = 70 \implies 14n = 70$

หาค่า n แล้วแทนในสูตรอย่างง่ายก็จะได้สูตรโมเลกุล $n = 5 \rightarrow C_5H_{10}$

ข. <u>สำหรับก๊าซ</u> มีหลักการดังนี้

1. ใช้กฎของเกย์ลุสแซก
2. ใช้กฎของอาโวกาโดร

<u>โจทย์</u> 36 เมื่อนำสารที่ประกอบด้วย C, H และ O มา 14.4 กรัม มีจำนวน 6.02×10^{22} โมเลกุล จากการศึกษาพบว่า 2.36 กรัมของสารนี้มาทำปฏิกิริยากับ O_2 จะได้ CO_2 5.79 กรัม และ H_2O 2.34 กรัม จงหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

ก. $C_4H_8O, C_{12}H_{24}O_3$ ข. $C_3H_6O, C_6H_{12}O_2$ $\frac{14.4}{m} = \frac{6.02 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}}$

(ค.) $C_4H_8O, C_8H_{16}O_2$ ง. $C_3H_6O, C_8H_{16}O_2$ $m = 144$

$$C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

$$\frac{2.36}{144} \quad \frac{5.77}{32} \quad \frac{5.79}{44} \quad \frac{2.34}{18}$$

$$1 \quad 11 \quad 8 \quad 8$$

$$1C_xH_yO_z + 11O_2 \rightarrow 8CO_2 + 8H_2O$$

$8\ 16\ 2 \implies C_8H_{16}O_2 \rightarrow C_4H_8O$

<u>โจทย์</u> 37 สารประกอบ Ca และ X มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 160 ประกอบด้วย Ca 25% จงหา สูตรโมเลกุลของสาร (Ca = 40, X = 60)

ก. Ca X ข. $Ca X_2$

ค. $Ca_2 X$ ง. $Ca_2 X_3$

<u>โจทย์</u> 38 เมื่อให้ความร้อนแก่ไฮไดรด์ของ X ปริมาตร 60 cm^3 ปรากฏว่าได้ไอของธาตุ X ปริมาตร 15 cm^3 และก๊าซ H_2 90 cm^3 จงหาสูตรของไฮไดรด์ของ X

<u>โจทย์</u> 39 เมื่อนำ H . C มา 10 cm^3 ทำปฏิกิริยากับ O_2 100 cm^3 จะได้ CO_2 40 cm^3 และมี O_2 เหลือ 35 cm^3 จงหาสูตรของก๊าซ

$$CxHy + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

10 100-35 40 5a cm^3

2 13 8 a cm^3 Gay Lussac

2 13 8 a โมเลกุล Avogadro

$$2CxHy + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + aH_2O \Rightarrow C_4H_{10}$$

4 10 10

<u>โจทย์</u> 40 เมื่อนำ H.C. 10 cm^3 ทำปฏิกิริยากับ O_2 30 cm^3 จะได้ CO_2 และ H_2O จงหาสูตรของ H.C.

H_2O ไม่ต้องคิดปริมาตร

<u>โจทย์</u> 41 เมื่อนำ H.C. 10 cm^3 ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 90 cm^3 ปล่อยให้ผลที่<u>ได้เย็นลง</u>มีปริมาตร 70 cm^3 เมื่อผ่านไปยังสารละลาย <u>KOH</u> มากเกินพอ จะมี<u>ก๊าซเหลือ</u> 40 cm^3 จงหาสูตรของ H.C.

ดูด CO_2 O_2

สารละลาย

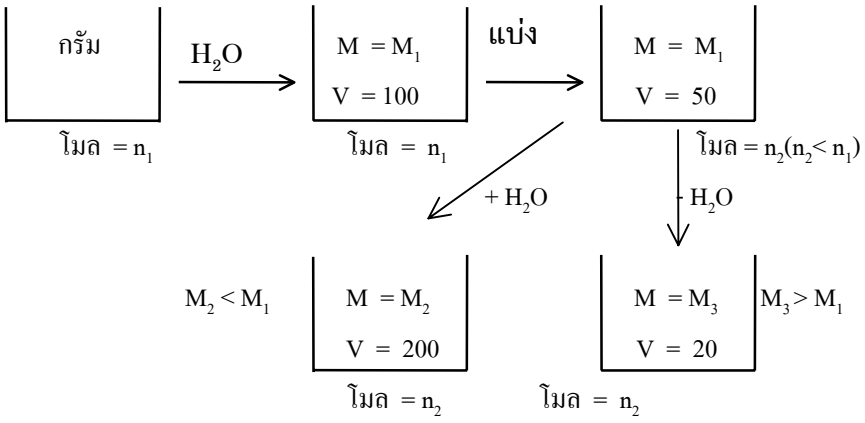
หน่วยของสารละลาย

1. A% g / g
2. A% v / v
3. A% g / v
4. A% v / g

} ตัวถูก/สารละลาย

5. molar = mol/l (ตัวถูก/สารละลาย)
6. molal = mol/Kg (ตัวถูก/ตัวทำ)
7. เศษส่วนโมล = โมลย่อย/โมลรวม

ความเข้าใจเกี่ยวกับสารละลาย



โจทย์ 42 H_2SO_4 9.5 กรัม ละลายน้ำ 85 cm^3 ได้สารละลาย 105 cm^3

จงหา ก. % g / g

ข. % v / v

ค. $\frac{mol}{Kg}$

ง. D กรด

จ. เศษส่วนโมลถูก

หลักการคำนวนเกี่ยวกับสารละลาย

กรณีที่ 1 ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ $\xrightarrow{H_2O}$ สารละลาย

$$n,\ \frac{g}{m},\ \frac{N}{No},\ \frac{V}{Vo} = \frac{MVcc}{1000},\ MVl$$

<u>โจทย์</u> 43 เมื่อใช้ $Pb(NO_3)_2$ 3.31 กรัม มาละลายน้ำจนมีปริมาตร 500 cm^3 จะได้สารละลายเข้มข้นเท่าใด (Pb = 207, N = 14, O = 16)

$$\frac{g}{m} = \frac{MV}{1000} \Rightarrow \frac{3.31}{331} = \frac{M \times 500}{1000}$$

<u>โจทย์</u> 44 KI 16.6 กรัม ละลายน้ำ 500 cm^3 จะได้สารละลายเข้มข้นเท่าใด กำหนดความหนาแน่น KI = 0.2 กรัม/cm^3 (K = 39, I = 127) V_{KI}

$$\frac{16.6}{166} = \frac{M(500+16.6)}{1000}$$

<u>กรณีที่ 2</u> สารละลายเดิม $\xrightarrow[+\ H_2O]{-H_2O}$ สารละลายใหม่

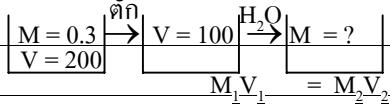
$$\boxed{M_1V_1 = M_2V_2}$$

<u>โจทย์</u> 45 สารละลาย H_2SO_4 0.5 M 100 cm^3 ต้องเติมน้ำเท่าใด จึงจะได้สารละลาย 0.01 M

$$M_1V_1 = M_2V_2 \Rightarrow 0.5 \times 100 = 0.01(100+V)$$

$$V =$$

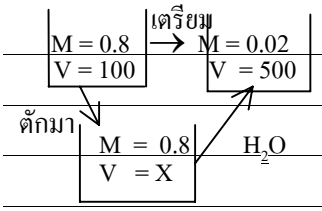
<u>โจทย์</u> 46 สารละลาย HNO_3 0.3 M 200 cm^3 เมื่อตักมา 100 cm^3 แล้วเติมน้ำ 300 cm^3 สารละลายใหม่จะเข้มข้นเท่าใด



$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$0.3 \times 100 = M_2 \times 400 \Rightarrow M_2 =$$

<u>โจทย์</u> 47 สารละลาย HCl 0.8 M 100 cm^3 ต้องการเตรียมสารละลาย 0.02 M จำนวน 500 cm^3 จะต้องใช้สารละลายกรดนี้จำนวนเท่าใดและเติมน้ำเท่าใด



$$M_1V_1 = M_2V_2$$

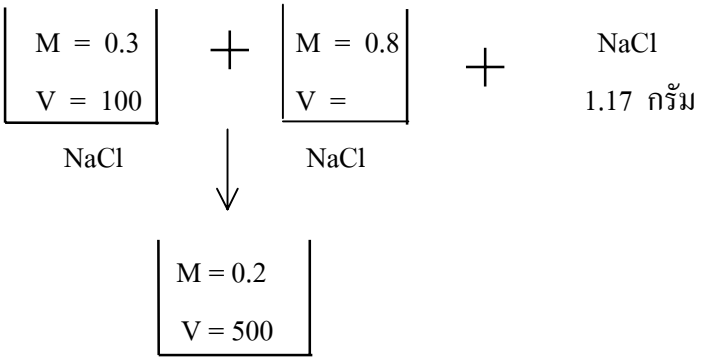
$$0.8(x) = 0.02(500)$$

$$x = \text{ตักมา} =$$

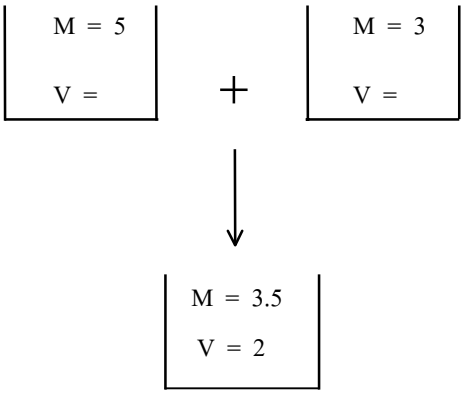
เติม $H_2O = 500 - x$

<u>โจทย์</u> 48 สารละลาย KNO_3 2 M 100 cm^3 ผสมกับ 3 M 50 cm^3 และ 10 M จำนวนเท่าใด จึงจะได้สารละลาย 5 M

<u>โจทย์</u> 49



<u>โจทย์</u> 50



<u>กรณีที่ 3</u> โจทย์กำหนดเปอร์เซ็นต์ แล้วถามความเข้มข้น หรือ กำหนดความเข้มข้นและถามเปอร์เซ็นต์ มักบอกความหนาแน่นให้ด้วย

A% g/g	$\Rightarrow$	$M = \frac{\%10d}{m}$	$\rightarrow$ d สารละลาย
v/v	$\Rightarrow$	$M = \frac{\%10d}{m}$	$\rightarrow$ d ตัวถูกละลาย
g/v	$\Rightarrow$	$M = \frac{\%10}{m}$	
v/g	$\Rightarrow$	$M = \frac{\%10d_1d_2}{m}$	

เมื่อ A % g / v $\Rightarrow$ บังคับ

ถูก สารละลาย

<u>โจทย์</u> 51 สารละลาย H Cl 0.3 โมล/ลิตร จะเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตรเมื่อ D กรด = 0.1

D สารละลาย = 0.2

<u>โจทย์</u> 52 สารละลาย CH_3COOH เข้มข้น 60% โดยมวล จะมีความเข้มข้นกี่โมล/ลิตรเมื่อ D กรด = 0.1

D สารละลาย = 0.2

$$M = \frac{\%\ 10d}{m} = \frac{60 \times 10 \times 0.2}{60}$$

<u>โจทย์</u> 53 สารละลาย HNO_3 เข้มข้น 70% โดยปริมาตร จะมีความเข้มข้นกี่โมล/ลิตรเมื่อ D กรด = 0.1

D สารละลาย = 0.2

<u>โจทย์</u> 54 สารละลาย KOH เข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรต่อมวล จึงจะได้เข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร D เบส = 0.1

D สารละลาย = 0.2

<u>โจทย์</u> 55 สารละลาย $NaNO_3$ เข้มข้น 85% โดยมวลจำนวน 500 cm^3 เมื่อตักมา 100 cm^3 แล้วเติมน้ำ 300 cm^3 จะได้สารละลายเข้มข้นกี่โมลต่อลิตร D สาร = 0.1 D สารละลาย = 0.2

M_1 | 85%g/g, v = 500 | ตัก → | M_1, v = 100 | $\xrightarrow[300]{H_2O}$ | M_2 = ?

$$M_1 = \frac{\%10d}{m} \qquad M_1V_1 = M_2V_2$$

$$2 \times 100 = M_2 \times 400$$

$$= \frac{85 \times 10 \times 0.2}{85} \qquad M_2 =$$

$$= 2$$

<u>โจทย์</u> 56 สารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 98% โดยมวล ความหนาแน่น 1.82 กรัม/cm^3

จงหาน้ำหนักของน้ำในปริมาตร 2 ลิตรของสารละลายนี้

98%g/g ⟹ สารละลาย 100 กรัม มี H_2SO_4 98 กรัม H_2O 2 กรัม

$V = \frac{M}{D} = \frac{100}{1.82}$ cm^3 มี H_2O 2 กรัม

สารละลาย 2000 cm^3 มี H_2O $\frac{2 \times 2000}{\frac{100}{1.82}}$ =

สารละลายคอลลีเกตีพ $\Rightarrow \frac{mol}{Kg}$

สารละลาย = ตัวถูกละลาย + ตัวทำละลาย

↓ ↓

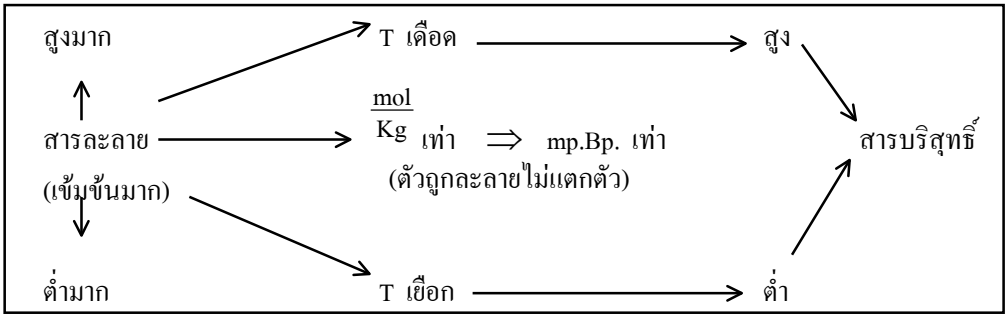
สิ่งเจือปน สารบริสุทธิ์

↓ ↓

ระเหยยาก ระเหยง่าย

คุณสมบัติคอลลิเกตีพ

1. จุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่ลดต่ำลง
2. จุดเดือดของสารละลายที่สูงขึ้น
3. ความดันไอของสารละลายที่ต่ำลง
4. เกิดความดันออสโมติก



โจทย์ 57 H_2O MP = O°C Kf = 1.86

$H_2O + C_6H_{12}O_6$ 1 mol/Kg Mp = -1.86°C

$+ C_{12}H_{22}O_{11}$ 1 mol/Kg Mp = -1.86°C

$+ C_{12}H_{22}O_{11}$ 2 mol/Kg Mp = -3.72°C

$+ NaCl$ 1 mol/Kg Mp = -1.86°C ×

Na^+ Cl^- = 2 mol/Kg -3.72°C √

โจทย์ 58 H_2O Bp = Kb = 0.51

$H_2O + C_6H_{12}O_6$ 1 mol/Kg Bp =

$+ C_{12}H_{22}O_{11}$ 1 mol/Kg Bp =

$+ C_{12}H_{22}O_{11}$ 2 mol/Kg Bp =

$+ KNO_3$ 1 mol/Kg Bp =

$+ CaCl_2$ 1 mol/Kg Bp =

$+ K_3Fe(CN)_6$ 1 mol/Kg Bp =

สูตรในการคำนวณเกี่ยวกับ Mp และ Bp

$$\Delta T = K \times m$$

ΔT → ΔTb = T สารละลาย – T บริสุทธิ์

$\Delta Tm\ (\Delta Tf)$ = T บริสุทธิ์ – T สารละลาย

K → Kb = ΔTb เมื่อ 1 mol/Kg

Km (Kf) = ΔTf เมื่อ 1 mol/Kg

$m = \frac{mol}{Kg} \rightarrow \frac{\frac{g}{m}}{\frac{g}{1000}}$ ถูก ทำ

โจทย์ 59 สารชนิดหนึ่ง 3.2 กรัม ละลายในเอธานอล 50 กรัมได้สารละลายมีจุดเดือด 83.2°C จงหามวลโมเลกุลของสาร (Kb = 1.2 Bp ของเอธานอล = 78.5°C)

$\Delta Tb = K_b \times m$

$83.2 - 78.5 = 1.2 \times \frac{\frac{3.2}{m}}{\frac{50}{1000}}$

โจทย์ 60 น้ำมันชนิดหนึ่ง 5.3 กรัม ละลายใน $C Cl_4$ 250 กรัม จะมีจุดเยือกแข็งเท่าใด เมื่อน้ำมันมีมวลโมเลกุล = 159 ค่า Kf = 0.6°C Mp ของ $C Cl_4$ = 7.8°C

โจทย์ 61 สารละลายของสาร 5 กรัม ในน้ำ 50 cm^3 พบว่ามีจุดเดือดสูงขึ้น 5°C แต่จุดเยือกแข็งลดลง 1.25°C จงหาว่าค่า Kf จะเป็นกี่เท่าของ Kb

<u>โจทย์</u> 62 กำมะถัน 2.8 กรัม ละลายใน 100 cm^3 ของ CS_2 ซึ่งมีความหนาแน่น 1.8 กรัม/cm^3 จงหาจุดเดือดของสารละลาย เมื่อ Kb = 0.2 Bp ของ CS_2 และกำมะถันเท่ากับ 45° C และ 50°C ตามลำดับ

<u>โจทย์</u> 63 สารละลายชนิดหนึ่งมีจุดเดือด 102.5°C จะมีจุดเยือกแข็งเท่าใด Kb = 0.51 Kf = 1.86°C

$\Delta Tb = Kb \times m$ $\Delta Tf = Kf \times m$

$102.5 - 100 = 0.51 \times m$ —— ① $O - T = 1.86 \times m$ —— ②

$\frac{①}{②} \Rightarrow T =$

<u>โจทย์</u> 64 สารละลายของสาร 1 กรัม ในน้ำ 100 กรัม ข้อใดมีจุดเดือดต่ำสุด (Kb = 0.51)

ก. ยูเรีย ข. กลูโคส

ค. ซูโครส ง. เท่ากันเนื่องจากใช้ปริมาณเดียวกัน

T เดือดต่ำ $\rightarrow \frac{mol}{Kg}$ น้อย $\rightarrow$ mol น้อย $\rightarrow \frac{g}{m}$ น้อย

$\downarrow$

ซูโครส $\leftarrow$ m มาก

<u>โจทย์</u> 65 สาร X M กรัม ละลายในน้ำ Y กรัม มี Mp = Q°C

สาร X N กรัม ละลายในน้ำ Y กรัม มี Mp = R°C

ถ้า Q > R M, N เปรียบเทียบกันได้อย่างไร

<u>โจทย์</u> 66 สารชนิดหนึ่งประกอบด้วย C 74% H 8.8% N 17.3% โดยมวลเมื่อใช้สารนี้หนัก 32.4 กรัม ละลายน้ำ 100 กรัมพบว่า สารละลายมีจุดเดือดสูงขึ้น 2°C Kb = 0.5°C

จงหาสูตรโมเลกุล (C = 12, H = 1, N = 14)

ก. $C_{10}H_{12}N$ ข. C_6H_7N

ค. C_5H_8N ง. C_5H_7N

<u>โจทย์</u> 67 สาร A โมล ละลายในสาร P 250 กรัม ได้สารละลายมีจุดหลอมเหลว 1.85˚C ถ้าใช้สาร A โมล ละลายในน้ำ 75 กรัม ได้สารละลายจุดเดือดเท่าใด กำหนด สาร P Mp = 5.5 Bp = 80.1 Kb = 2.53 Kf = 4.9 น้ำ Kb = 0.51 Kf = 1.86

<u>โจทย์</u> 68 กรดอะซีติก 3 กรัม ในน้ำ 100 กรัม ได้สารละลายมีจุดเยือกแข็งลดลง 1.023˚C จงหา % ของการแตกตัวของกรด (Kf = 1.86)

$\Delta Tf = Kf \times m$ mol เดิม $= \frac{\frac{3}{60}}{\frac{100}{1000}} = 0.5$

$1.023 = 1.86 \times m$

$m = 0.55$ mol/ kg (อนุภาคทั้งหมดในสารละลาย)

$CH_3COOH = H^+ + CH_3COO^-$

0.5 - x x x

จะได้ว่า $(0.5 - x) + x + x = 0.55$

$x = 0.05 \Rightarrow \% = \frac{0.05 \times 100}{0.5}$

สมการเคมี

ในการคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมีมีหลักการดังนี้

1. เขียนสมการพร้อมทั้งดุลสมการ
2. ใช้หลักการของโมลเกี่ยวกับโจทย์กำหนดและโจทย์ต้องการ
3. แทนค่าโมลในรูปต่างๆ
4. ถ้ากำหนดสารตั้งต้น 2 ตัว ต้องตรวจสอบก่อนว่าสารใดหมด สารใดเหลือ จากนั้นนำตัวหมดเทียบหาสารใหม่

I $2A + 3B \longrightarrow 4C \quad (A = 20)$

10 กรัม V = ?

$2A \equiv 4C$

4X โมล A = 2X โมล C

$4 \times \frac{10}{20} = 2 \times \frac{V}{22.4} \Rightarrow VC =$

II (A = 20) $2A + 3B \longrightarrow 4C \Rightarrow$ ก. ใครเหลือเท่าใด

10 กรัม 3.01×10^{22} โมเลกุล V = ? ข. เกิด Vc เท่าใด

ค. ร้อยละผลที่ได้เมื่อเกิด Ca dm^3

Test $2A \equiv 3B$

$3X \times \frac{10}{20}$ $2 \times \frac{3.0 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}}$

(1.5) เหลือ ↓ (0.1) หมด ไปเทียบได้

$1.5 - 0.1 = 3 \times \frac{A_{เหลือ}}{20}$

$\therefore$ A เหลือ =

$3B \equiv 4C$

$4 \times \frac{3.0 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} = 3\frac{V}{22.4}$

$Vc = \frac{44.8}{3} = 14.93 dm^3$

$\%ผลิตภัณฑ์ = \frac{V_{จริง}}{V_{ทฤษฎี}} \times 100$

$= \frac{a}{14.93} \times 100$

<u>โจทย์</u> 69 เมื่อผง Na_2CO_3 ที่ไม่บริสุทธิ์ 0.6 กรัม มาละลายน้ำแล้วทำปฏิกิริยากับ H Cl 0.5 M 10 cm^3 จงหาความบริสุทธิ์เป็นร้อยละของ Na_2CO_3 ตัวอย่าง (Na = 23, C = 12, O = 16)

ผง $Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 \equiv HCl$

0.6 กรัม X กรัม M = 0.5

V = 10

$Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2O + CO_2$

$2 \times \frac{X}{106} = 1 \times \frac{0.5 \times 10}{1000}$

X = % = $\frac{X}{0.6} \times 100$

<u>โจทย์</u> 70 $MCl_n + NaOH \longrightarrow Na\,Cl + M(OH)_n$ พบว่าเมื่อ $M\,Cl_n$ 1.5 M 10 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับ NaOH 3.0 M 10cm^3 จงหาสูตรของคลอไรด์ของ M

<u>โจทย์</u> 71 $CaCO_3$ 5 กรัม ทำปฏิกิริยากับ HCl 0.8 M 100 cm3 จงหา

ก. สารใดเหลือเท่าใด

ข. ขณะที่เกิด CO_2 672 cm^3 ที่ S.T.P HCl จะเข้มข้นเท่าใด (Ca = 40, C = 12, O = 16)

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

$2 \times \frac{50}{100}$ $1 \times \frac{0.8 \times 100}{1000}$ $2HCl \equiv CO_2$

(0.1) ↓ (0.08) 1 x โมล HCl = $2 \times \frac{372}{22400} \Rightarrow$ *โมลHClใช้* = 0.06

$0.1 - 0.08 = 3 \times \frac{g\text{เหลือ}}{1000}$ โมลเดิม = $\frac{0.8 \times 100}{1000} = 0.08$

$\therefore$ g เหลือ = เหลือ 0.08 - 0.06 = 0.02 โมลใน 100 cm^3

$[HCl] = \frac{0.2 \times 1000}{100} = 0.2M$

<u>โจทย์</u> 72 เมื่อใช้หินปูน 3.01×10^{21} โมเลกุล มาเผาจะเกิดก๊าซชนิดหนึ่ง ซึ่งเมื่อผ่านไปในน้ำปูนใส จะทำให้น้ำปูนใสขุ่นขาว โดยตะกอนขาวที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย HCl เข้มข้นเท่าใด จำนวน 100 cm^3

$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$

$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

จะได้ $CaCO_3 \equiv 2\ HCl$

<u>โจทย์</u> 73 เมื่อใช้กรดอะซีติก 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับเอธานอล 8 กรัม จะได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์ 5 กรัม จงหา ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้จริงกับทฤษฎี

$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$