ST2091101 เคมีสำหรับสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย

พื้นฐานเคมี และ ปริมาณสัมพันธ์

Basic of Chemistry & Stoichiometry

ผศ.ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ
Asst.Prof.Woravith Chansuvarn, Ph.D.

Chemographics
LINE woravith
woravith.c@rmutp.ac.th
http://web.rmutp.ac.th/woravith

#แผนการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้

1.2

ปริมาณสัมพันธ์

- อธิบายสมการเคมี
- อธิบายเกี่ยวกับโมล
- คำนวณเกี่ยวกับโมล
- คำนวณผลผลิตร้อยละ

ศึกษาเกี่ยวกับการวัดปริมาณของสารโดยอาศัย
ความสัมพันธ์ของสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี

บอกปริมาณสารตั้งต้นที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา
คาดคะเนปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

มวลของสารทั้งหมดที่เข้าทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวล
ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น

6.02×10^{23}

โมล คือ **หัวใจ** ของปริมาณสัมพันธ์

แล..แล..แล้ว **โมล** *คืออะไรล่ะ*

สมการเคมี

กลุ่มสัญลักษณ์สูตรเคมีเขียนแทน
การเกิดปฏิกิริยาเคมี
ประกอบด้วย
สารตั้งต้น
และ
สารผลิตภัณฑ์

สารตั้งต้น สารผลิตภัณฑ์

$$aA(s) + bB(l) \rightarrow cC(g) + dD(aq)$$

A และ B คือ ชนิดสารตั้งต้น
C และ D คือ ชนิดสารผลิตภัณฑ์
a, b, c, d คือ เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของสาร A, B, C, D ตามลำดับ

ตัวเลขที่ได้จาก
การดุลสมการ

ตัวอักษรที่วงเล็บหลังสูตรเคมี คือ แสดงสถานะของสารนั้น ๆ ในปฏิกิริยา

(s) คือ ของแข็ง (solid)
(l) คือ ของเหลว (liquid)
(g) คือ แก๊ส (gas)
(aq) คือ สารละลาย (aqueous)

การแปรความหมายสมการเคมี

“

การพิจารณาความสัมพันธ์เชิงโมล (mole relation) ระหว่างจำนวนโมลของสารนั้น ๆ ในปฏิกิริยาเคมีที่ดุลแล้ว

จำนวนโมลของสารหนึ่งต่ออีกสารหนึ่งในปฏิกิริยาเคมี เรียกว่า **อัตราส่วนจำนวนโมล** (mole ratio)

”

$2Fe_2O_3(aq) + 3C(s) \rightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g)$

สารละลาย Fe_2O_3 จำนวน 2 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับผงคาร์บอน (C) จำนวน 3 โมล เกิดผลิตภัณฑ์เป็นผงเหล็ก (Fe) จำนวน 4 โมล และเกิดเป็นแก๊ส CO_2 จำนวน 3 โมล

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + CO_2(g)$

การดุลสมการเคมี

“
การทำให้จำนวนอะตอม
ของธาตุชนิดเดียวกัน
ทั้งสองข้างสมการเคมีเท่ากัน
”

ดุล Fe

ดุล O

ดุล H

$Fe_3O_4 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$

$Fe_3O_4 + H_2 \rightarrow 3Fe + H_2O$

$Fe_3O_4 + H_2 \rightarrow 3Fe + 4H_2O$

$Fe_3O_4 + 4H_2 \rightarrow 3Fe + 4H_2O$

3Fe 4O 8H = 3Fe 8H 4O

หลัก

หาตัวเลข (จำนวนเต็ม) เติม
หน้าสูตรเคมี ...เท่านั้น

ห้าม

1) ห้ามเติมตัวเลขภายในสูตรเคมี
2) ห้ามเปลี่ยนตัวเลข (ตัวห้อย)
ในสูตรเคมี
3) ห้ามแก้ไขสูตรเคมี

$C_2H_6(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g) + CO_2(g)$

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g) + CO_2(g)$

อะตอม

อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่ยังคงรักษาสมบัติของธาตุชนิดนั้นๆ ไว้ได้ (ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน)

H N O F

น้ำหนักอะตอม หรือ **มวลอะตอม**

(เป็นน้ำหนักอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทปของธาตุที่มีในธรรมชาติ)

1.008 14.007 15.999 18.998

เพื่อสะดวกในการคำนวณ

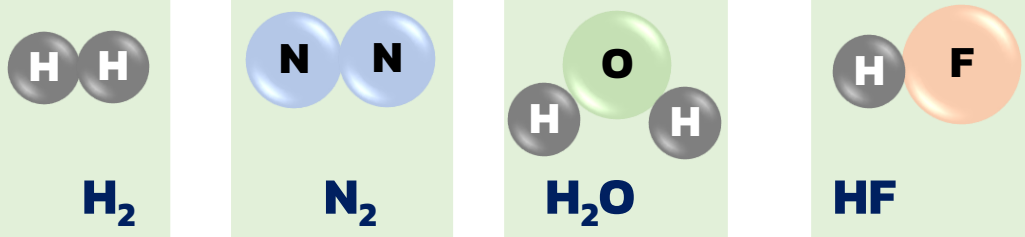
1.01 14.01 16.00 19.01

น้ำหนักอะตอม ดูได้จากตารางธาตุ

Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.01	Nitrogen 7 N 14.01	Oxygen 8 O 16.00	Fluorine 9 F 19.00	Neon 10 Ne 20.18
Aluminium 13 Al 26.98	Silicon 14 Si 28.09	Phosphorus 15 P 30.97	Sulfur 16 S 32.06	Chlorine 17 Cl 35.45	Argon 18 Ar 39.95

โมเลกุล

อะตอมอย่างน้อยสองอะตอมมารวมตัวกันด้วยแรงดึงดูดทางเคมี ด้วยอัตราส่วนที่แน่นอนตามกฎสัดส่วนคงตัว



H_2 N_2 H_2O HF

น้ำหนักโมเลกุล หรือ **มวลโมเลกุล**

(ผลรวมของมวลอะตอมของธาตุทั้งหมดที่มารวมกันเป็นโมเลกุล)

1.01x2=2.02 14.01x2=28.02 16.00+(1.01x2) =18.02 1.01+19.00 =20.01

โมเลกุลที่มีน้ำล้อมรอบ เช่น $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ต้องคำนวณรวมน้ำหนัก H_2O ด้วย

สามารถน้ำหนักโมเลกุลได้จากฉลากข้างขวดสารเคมี

n โมล (mole)

1971

1 โมล คือ ปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของ C-12 ที่มีมวลหนัก 0.012 กิโลกรัม

2018

"One mole contains exactly **$6.02214076 \times 10^{23}$** elementary entities"

"ค่าคงตัวอาโวกาโดร" (Avogadro's constant, N_A)

$$N_A = 6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$$

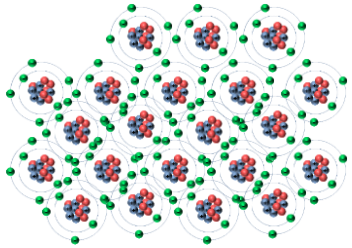
"ค่าคงตัวอาโวกาโดร" (Avogadro's constant = 6.02×10^{23}) ซึ่งใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับปริมาณของแก๊ส หมายความว่า แก๊สทุกชนิดจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อจำนวนโมเลกุลของแก๊สเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามกฎของอาโวกาโดร

โมลของปริมาณสารและอนุภาค

โมล คือปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาค เท่ากับ
จำนวนอะตอมของ ^{12}C ที่หนัก 0.012 kg

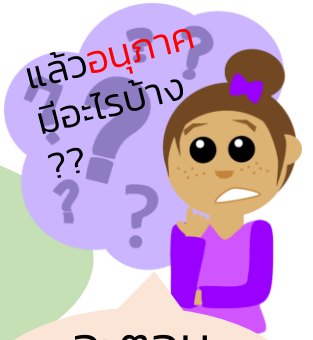
ช่วยนับซิว่ามี ^{12}C กี่อะตอม?

0.012 kg ของ ^{12}C



^{12}C = **6.02x10^{23}** อะตอม

อะไรก็ตามที่มีจำนวน
อนุภาค เท่ากับ
6.02x10^{23} จะเป็น 1
โมล



อะตอม
โมเลกุล
ไอออน

ธาตุ ใดๆ	**1** โมล	จะมีจำนวนอนุภาค (อะตอม)	=	**6.02x10^{23}** อะตอม
โมเลกุล ใดๆ	**1** โมล	จะมีจำนวนอนุภาค (โมเลกุล)	=	**6.02x10^{23}** โมเลกุล
ไอออน ใดๆ	**1** โมล	จะมีจำนวนอนุภาค (ไอออน)	=	**6.02x10^{23}** ไอออน

แล้วเราจะ
ชั่งสารได้
อย่างไรล่ะ?

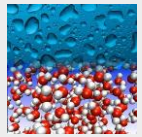
ทางปฏิบัติไม่สามารถชั่งสารหน่วยโมลได้
ต้องรู้ว่า
โมล กับ
น้ำหนักสาร (g) และ ปริมาตรแก๊ส (L) ที่ STP
สัมพันธ์อย่างไร?

ธาตุ ใดๆ 1 โมล
โมเลกุล ใดๆ 1 โมล
ไอออน ใดๆ 1 โมล

จะมีจำนวนอนุภาค (อะตอม) = 6.02×10^{23} อะตอม
จะมีจำนวนอนุภาค (โมเลกุล) = 6.02×10^{23} โมเลกุล
จะมีจำนวนอนุภาค (ไอออน) = 6.02×10^{23} ไอออน

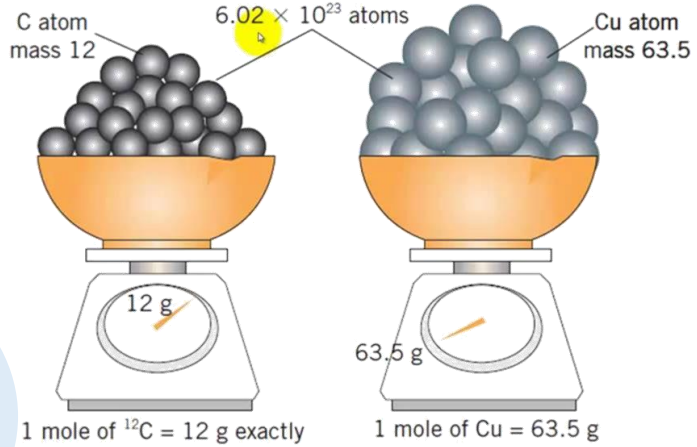
ธาตุ ใดๆ 1 โมล จะมีน้ำหนัก = น้ำหนักอะตอม
โมเลกุล ใดๆ 1 โมล จะมีน้ำหนัก = น้ำหนักโมเลกุล
ไอออน ใดๆ 1 โมล จะมีน้ำหนัก = น้ำหนักโมเลกุล

Cu 1 โมล มีน้ำหนัก = 63.55 g



H_2O 1 โมล มีน้ำหนัก = 18.02 g

= 6.02×10^{23}



Copper
29
Cu
63.55

สูตรคำนวณโมล

$$n = \frac{g}{MM}$$

g = น้ำหนัก (หน่วย g)
MM = มวลต่อโมล (มวลอะตอม หรือมวลโมเลกุล)

ดูตารางธาตุให้เป็น ต้องรู้ว่าเลขใดเป็นน้ำหนักอะตอม

Hydrogen 1 H 1.01																	Helium 2 He 4.00
Lithium 3 Li 6.94	Beryllium 4 Be 9.01											Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.01	Nitrogen 7 N 14.01	Oxygen 8 O 16.00	Fluorine 9 F 19.00	Neon 10 Ne 20.18
Sodium 11 Na 22.99	Magnesium 12 Mg 24.30											Aluminium 13 Al 26.98	Silicon 14 Si 28.09	Phosphorus 15 P 30.97	Sulfur 16 S 32.06	Chlorine 17 Cl 35.45	Argon 18 Ar 39.95
Potassium 19 K 39.10	Calcium 20 Ca 40.08	Scandium 21 Sc 44.96	Titanium 22 Ti 47.87	Vanadium 23 V 50.94	Chromium 24 Cr 52.00	Manganese 25 Mn 54.94	Iron 26 Fe 55.84	Cobalt 27 Co 58.93	Nickel 28 Ni 58.69	Copper 29 Cu 63.55	Zinc 30 Zn 65.39	Gallium 31 Ga 69.72	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.92	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.90	Krypton 36 Kr 83.80
Rubidium 37 Rb 85.47	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.91	Zirconium 40 Zr 91.22	Niobium 41 Nb 92.91	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29
Cesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33	Lutetium 71 Lu 174.97	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.20	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po [209]	Astatine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Lawrencium 103 Lr [262]	Rutherfordium 104 Rf [265]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [261]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [276]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [280]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [284]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [288]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [284]	Oganesson 118 Og [294]

*Lanthanide series	Lanthanum 57 La 138.91	Cerium 58 Ce 140.12	Praseodymium 59 Pr 140.91	Neodynium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150.36	Europium 63 Eu 151.96	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.93	Dysprosium 66 Dy 162.50	Holmium 67 Ho 164.93	Erbium 68 Er 167.26	Thulium 69 Tm 168.93	Ytterbium 70 Yb 173.05
**Actinide series	Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232.04	Protactinium 91 Pa 231.04	Uranium 92 U 238.03	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]

โมลของแก๊ส

แก๊สใดๆ จำนวน 1 โมล มีปริมาตร เท่ากับ 22.4 ลิตร ที่สภาวะ STP

(STP : สภาวะที่ความดัน 1 atm อุณหภูมิ 0°C)

แก๊สปริมาณ	1 โมล	1 โมล	1 โมล
	H_2	O_2	CO_2
แก๊ส	มีปริมาตร = 22.4 ลิตร		
ปริมาณ	2.02 g	32.00 g	44.01 g
อนุภาค	6.02×10^{23} โมเลกุล		

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$n = \frac{g}{MM}$$

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

H_2O มีน้ำหนัก เท่ากับ 18.02 กรัม

(ไอน้ำ) มีปริมาตร เท่ากับ 22.4 ลิตร ที่ STP

H_2O มีอนุภาค เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

โมล (mole)

น้ำหนัก (wt.)

ธาตุ 1 โมล = น้ำหนักอะตอม
โมเลกุล 1 โมล = น้ำหนักโมเลกุล

น้ำหนักอะตอมและน้ำหนักโมเลกุล เรียกเป็น มวลต่อโมล (molar mass, MM)

C 1 โมล หนัก = 12.01 g
H_2O 1 โมล หนัก = 18.02 g

$$n = \frac{g}{MM}$$

ปริมาตรแก๊ส (STP)

แก๊สใดๆ จำนวน 1 โมลมีปริมาตรแก๊สเท่ากับ 22.4 L ที่ STP

STP คือ สภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
"ที่ 0°C ความดัน 1 atm"

แก๊ส N_2 1 โมล = 22.4 L (STP)
แก๊ส CO_2 1 โมล = 22.4 L (STP)

$$n = \frac{V}{22.4}$$

จำนวนอนุภาค

สสารจำนวน 1 โมลมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

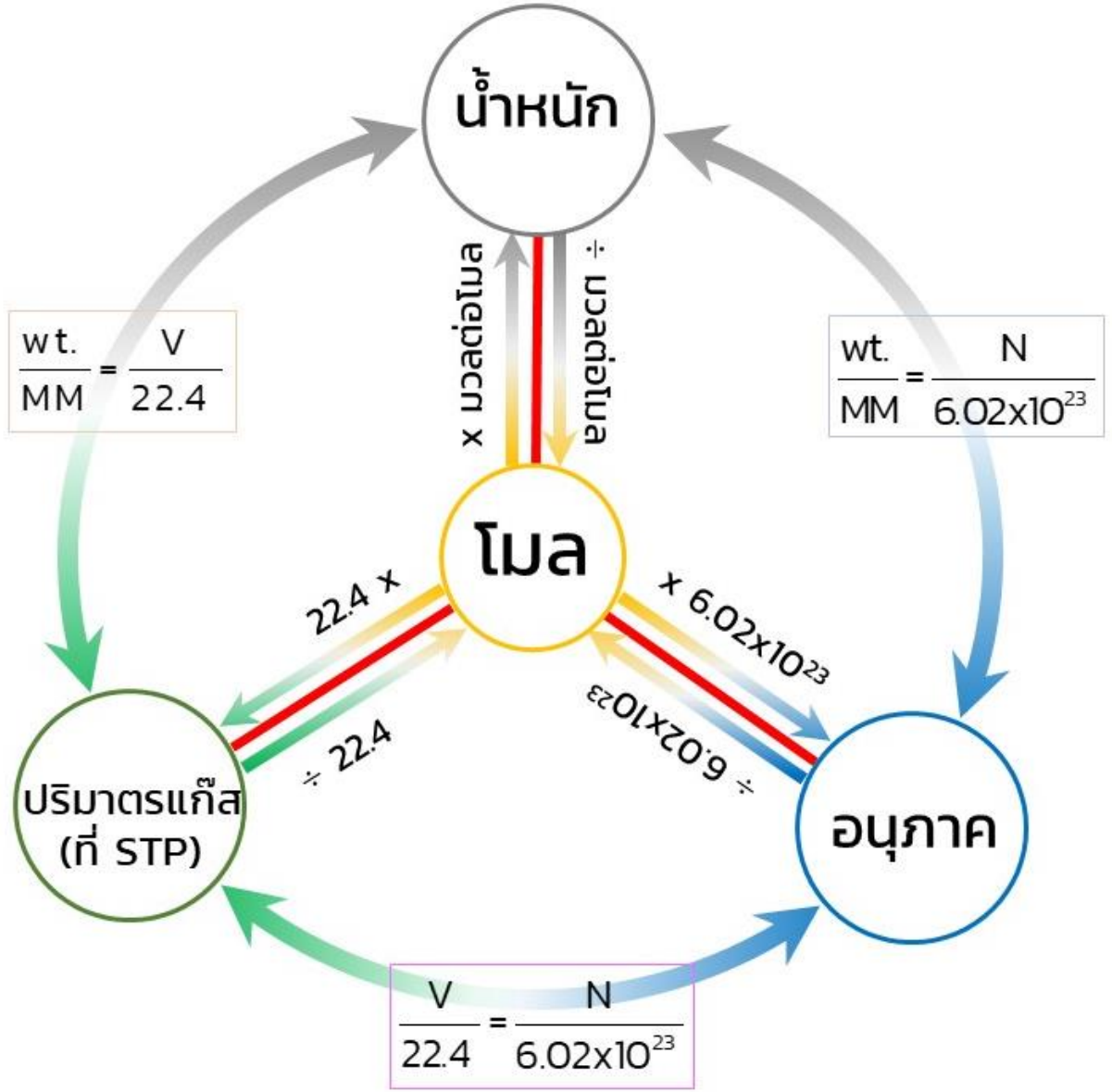
อนุภาค
อะตอม ↔ โมเลกุล

อะตอม C 1 โมล = 6.02×10^{23} อะตอม

โมเลกุล H_2O 1 โมล = 6.02×10^{23} โมเลกุล

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

สามเหลี่ยมโมล



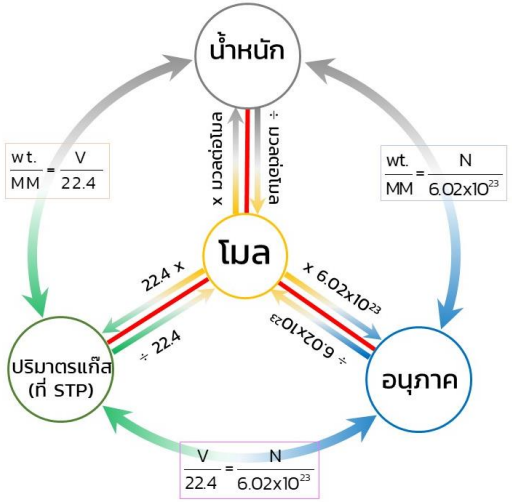
$n = \frac{g}{MM}$ น้ำหนัก

$n = \frac{V}{22.4}$ แก๊ส

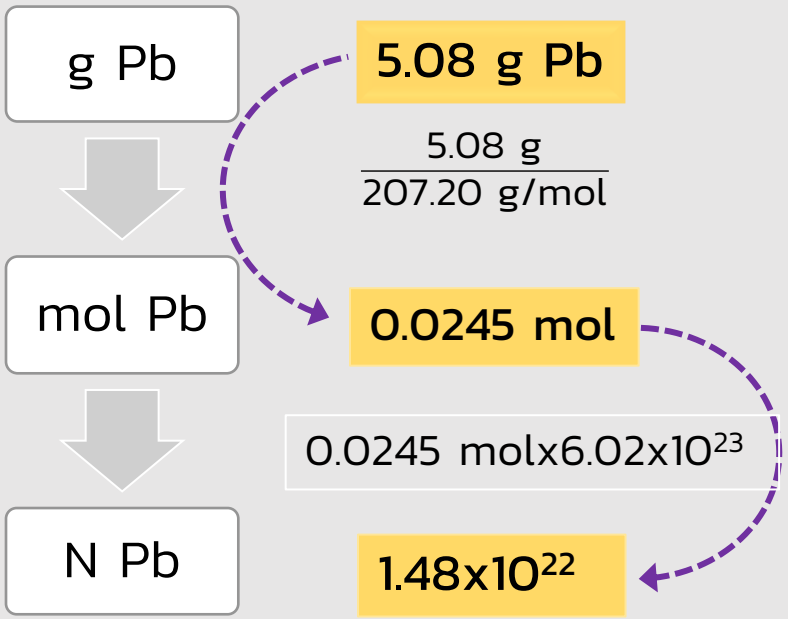
$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$ อนุภาค

$$n = \frac{g}{MM} = \frac{V}{22.4} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

โลหะตะกั่ว (Pb) หนัก 5.08 g มีอะตอมตะกั่วอยู่เท่าไรน๊า..?



แก๊ส CO_2 หนัก 1,000 g ที่ STP จะมีปริมาตรกี่ลิตรเท่าไรน๊า..?



การคำนวณปริมาณสัมพันธ์

“ การคำนวณปริมาณสาร
(น้ำหนัก ปริมาตรแก๊สที่ STP และ จำนวนอนุภาค)
ของสารใดสารหนึ่งในสมการเคมี
โดยอาศัย
อัตราส่วนจำนวนโมล

อัตราส่วนจำนวนโมล (mole ratio) คือ

อัตราส่วนของ
เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของสารหนึ่ง
ต่อเลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมล
ของอีกสารหนึ่ง

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + CO_2(g)$$

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร CH_4 ต่อ O_2 เป็น 1:2

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร CH_4 ต่อ CO_2 เป็น 1:1

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร B กับสาร A คือ $\frac{b}{a}$

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร C กับสาร A คือ $\frac{c}{a}$

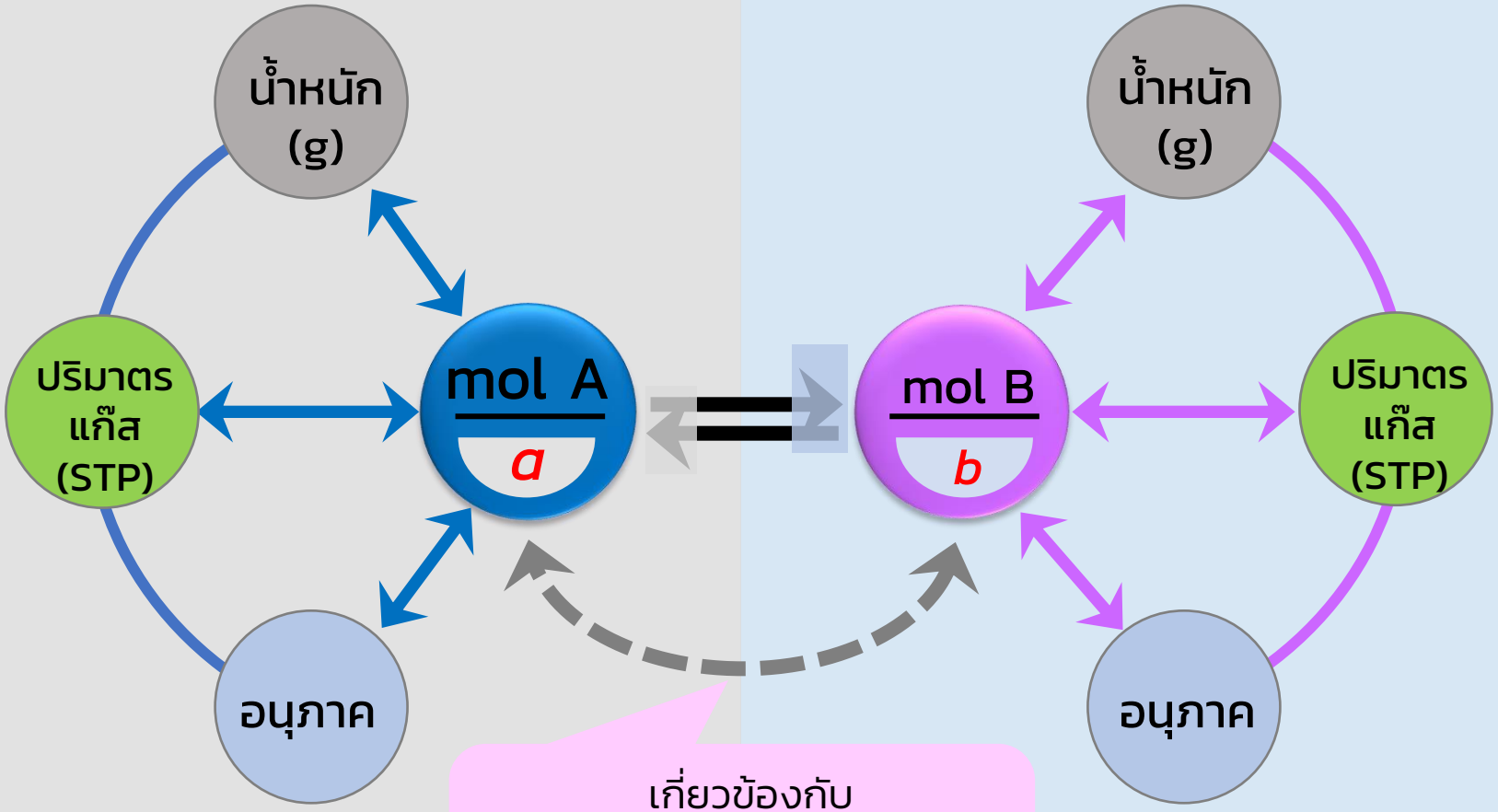
อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร C กับสาร B คือ $\frac{c}{b}$

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร D กับสาร C คือ $\frac{d}{c}$

อัตราส่วนจำนวนโมล
คือ
อัตราส่วนของ
เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของสารหนึ่ง
ต่อ
เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของอีกสารหนึ่ง
ที่เกี่ยวข้องกันในสมการเคมี

การคำนวณปริมาณสัมพันธ์

$$aA \rightarrow bB$$

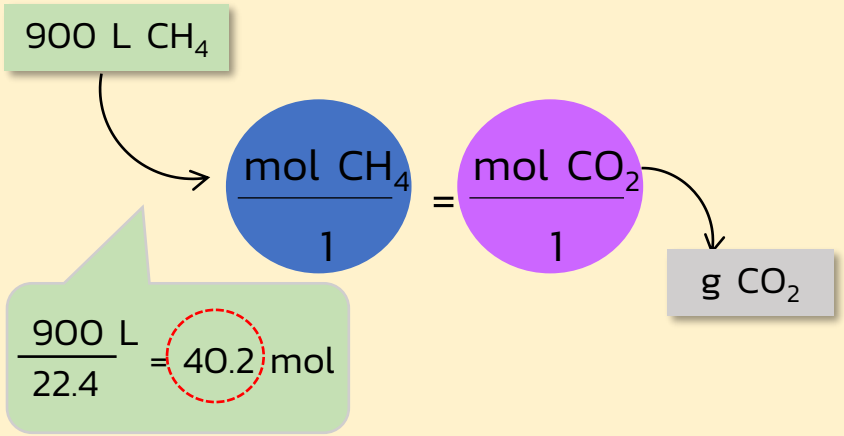


เกี่ยวข้องกับ
เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมล
จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสัมพันธ์

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

เมื่อเผาไหม้แก๊ส CH_4 900 L จนสมบูรณ์จะเกิด CO_2 อย่างน้อยกี่กรัม



$$\frac{40.2 \text{ mol}}{1} = \frac{\text{mol } CO_2}{1}$$

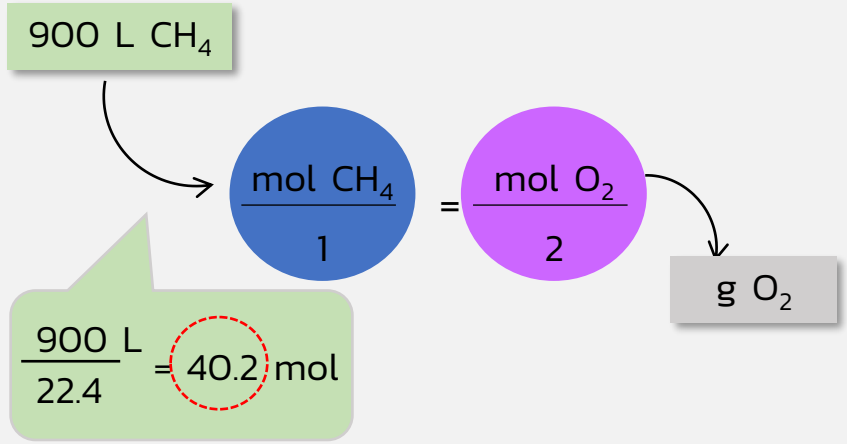
$$\text{mol } CO_2 = 40.2 \text{ mol}$$

40.2 molx44.01 g/mol

1,767.9 g CO_2

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

เมื่อเผาไหม้แก๊ส CH_4 900 L จนสมบูรณ์จะต้องใช้ O_2 อย่างน้อยกี่กรัม



$$\frac{40.2 \text{ mol}}{1} = \frac{\text{mol } O_2}{2}$$

$$\text{mol } O_2 = 2x40.2 \text{ mol}$$

2x40.2 mol x32.00 g/mol

2,571.5 g O_2

ผลผลิตทางทฤษฎี

ปริมาณ
น้ำหนัก (g) ปริมาตรแก๊สที่ STP (L) และ จำนวนอนุภาค
ของสารใดสารหนึ่งที่คำนวณได้สมการเคมี
เรียกว่า
ผลผลิตทางทฤษฎี (Theory yield)

ปริมาณ
น้ำหนัก (g) ปริมาตรแก๊สที่ STP (L) และ จำนวนอนุภาค
ของสารใดสารหนึ่งที่เกิดขึ้นจริงจากการทดลอง
เรียกว่า
ผลผลิตจริง (Actual yield)

$$\text{ผลผลิตร้อยละ} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตทางทฤษฎี}} \times 100$$

$Zn(aq) + S(aq) \rightarrow ZnS(s)$

ถ้าในการทดลองใช้ Zn 20.0 กรัม พบว่าเมื่อปฏิกิริยาสมบูรณ์เกิด ZnS เท่ากับ 22.6 กรัม จงคำนวณผลผลิตร้อยละ

20.0 g Zn → $\frac{\text{mol Zn}}{1} = \frac{\text{mol ZnS}}{1}$ → g ZnS

$\frac{20.0 \text{ g Zn}}{65.39} = 0.306 \text{ mol}$

$\frac{0.306 \text{ mol Zn}}{1} = \frac{\text{mol ZnS}}{1}$

x MM

mol ZnS = 0.306 mol

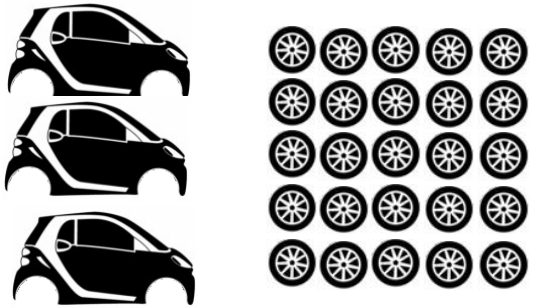
g ZnS = 0.306 mol x 97.46 g/mol

= 29.8 g

ผลผลิตทางทฤษฎี

$\text{ผลผลิตร้อยละ} = \frac{22.6 \text{ g}}{29.8} \times 100 = \text{.....}\%$

สารกำหนดปริมาณ



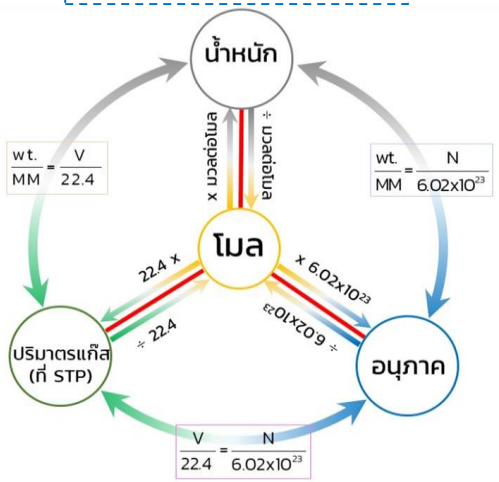
ในปฏิกิริยาเคมี
สารตั้งต้นที่มี
จำนวนโมลน้อยกว่า ก็คือ
“สารกำหนดปริมาณ”

(1) จำนวนโมลน้อยกว่าจึงใช้หมดก่อน
(2) เป็นตัวกำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นได้อย่างน้อยเท่ากับจำนวนโมล ของสารกำหนดปริมาณ

เรียกปริมาณสารผลิตภัณฑ์ว่า
ผลผลิตทางทฤษฎี

การคำนวณสารกำหนดปริมาณ

สามเหลี่ยมโมล



จำนวนโมลของสารตั้งต้น

เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมล

การดุลสมการเคมี

สารตั้งต้นตัวใดมี

จำนวนโมล/เลข สปส.จำนวนโมล

น้อยกว่า

สารนั้นเป็น “สารกำหนดปริมาณ”

$$2NH_3 + CO_2 \rightarrow (NH_2)_2CO + H_2O$$

200.0 g 260.0 g

$$\frac{\frac{200.0\ g}{17.03\ g/mol}}{2} = 5.85 \qquad \frac{\frac{260.0\ g}{44.01\ g/mol}}{1} = 5.91$$

สารกำหนดปริมาณ

ปฏิกิริยาการผลิตปุ๋ยยูเรีย ($(NH_2)_2CO$) ดังสมการ

$$2NH_3 + CO_2 \rightarrow (NH_2)_2CO + H_2O$$

ถ้าใช้ NH_3 200.0 กรัม และแก๊ส CO_2 260.0 กรัม เมื่อเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยยูเรีย เท่ากับ 190.0 กรัม จงคำนวณผลผลิตร้อยละ

วิธีคิด

(1) คำนวณว่าระหว่าง NH_3 และ CO_2 สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

คำนวณอัตราส่วนจำนวนโมล/เลข สปส. ของ NH_3 และ CO_2

$$\frac{\frac{200.0\ g}{17.03\ g/mol}}{2} = 5.85 \qquad \frac{\frac{260.0\ g}{44.01\ g/mol}}{1} = 5.91$$

NH_3 เป็นสารกำหนดปริมาณ

(2) คำนวณน้ำหนักของ $(NH_2)_2CO$ (ซึ่งคือผลผลิตทางทฤษฎี)

หลักคำนวณจากสามเหลี่ยมโมล NEXT PAGE

(3) คำนวณผลผลิตร้อยละ

200 g NH_3

$$\frac{200\ g}{17.03\ g/mol} = 11.7\ mol$$

$$\frac{\text{mol } NH_3}{2} = \frac{\text{mol } (NH_2)_2CO}{1}$$

g $(NH_2)_2CO$

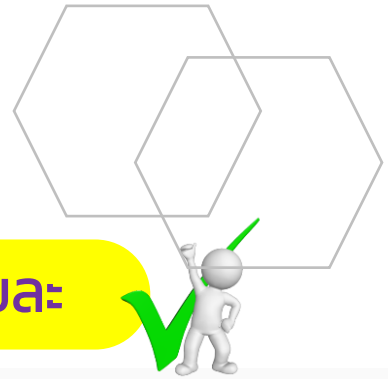
$$\frac{11.7\ \text{mol } NH_3}{2} = \frac{\text{mol } (NH_2)_2CO}{1}$$

mol $(NH_2)_2CO$ = 5.85 mol

x MM ของ $(NH_2)_2CO$

g $(NH_2)_2CO$ = 5.85 mol x 60.06 g/mol

= 351 g



คำนวณผลผลิตร้อยละ

$$\text{ผลผลิตร้อยละ} = \frac{190.0\ g}{351\ g} \times 100 = 54.13\%$$

#กิจกรรม work@class

แบ่งกลุ่มทำกิจกรรม 1.2

มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่ม
ระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการ
ร่วมแสดงความคิดเห็น

ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา

1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง

2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง

3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง

โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย