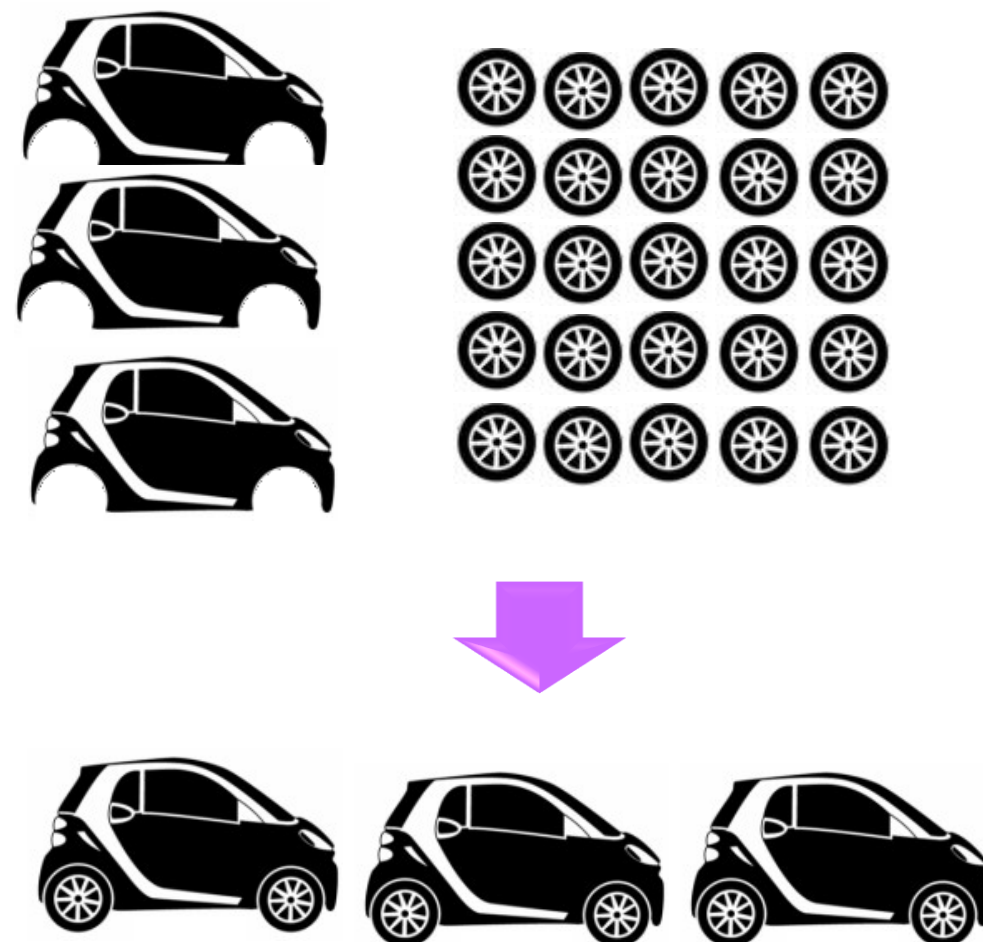


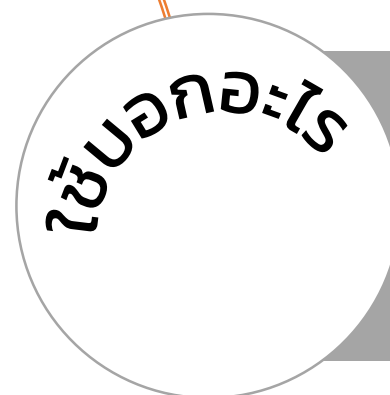


ปริมาณสัมพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ จันทรสุวรรณ



ศึกษาเกี่ยวกับการวัดปริมาณของสารโดยอาศัย
ความสัมพันธ์ของสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องใน
ปฏิกิริยาเคมี”



บอกปริมาณสารตั้งต้นที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา
คาดคะเนปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น



มวลของสารทั้งหมดที่เข้าทำปฏิกิริยาจะ
เท่ากับมวลของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น



6.02×10^{23}

โมล คือ **หัวใจ** ของปริมาณสัมพันธ์

แเล..แเล..แล้ว **โมล คืออะไรละ**



Download เอกสารอ่านเพิ่มเติม
เอกสารเผยแพร่เพื่อประโยชน์แก่การศึกษา
woravith.c@rmutp.ac.th

อะตอม

อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่ยังคงรักษาสสมบัติ
ของธาตุนั้นๆ ไว้ได้ (ประกอบด้วยโปรตอน
นิวตรอน และ อิเล็กตรอน)

H

H

N

N

O

O

F

F

น้ำหนักอะตอม หรือ มวลอะตอม

(เป็นน้ำหนักอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทปของธาตุที่มีในธรรมชาติ)

1.008

14.007

15.999

18.998

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

อะตอมอย่างน้อยสองอะตอมมารวมตัวกัน
ด้วยแรงดึงดูดทางเคมี ด้วยอัตราส่วนที่
แน่นอนตามกฎสัดส่วนคงตัว

H H

H₂

N N

N₂

O
H H

H₂O

H F

HF

น้ำหนักโมเลกุล หรือ มวลโมเลกุล

(ผลรวมของมวลอะตอมของธาตุทั้งหมดที่มารวมกันเป็นโมเลกุล)

$1.01 \times 2 = 2.02$

$14.01 \times 2 = 28.02$

$16.00 + (1.01 \times 2) = 18.02$

$1.01 + 19.00 = 20.01$

โมเลกุลที่มีน้ำล้อมรอบ เช่น $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ต้อง
คำนวณรวมน้ำหนัก H_2O ด้วย

สามารถน้ำหนักโมเลกุลได้จากฉลากข้างขวด
สารเคมี

n

โมล (mole)

1971

1 โมล คือ ปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาค เท่ากับจำนวนอะตอมของ C-12 ที่มีมวล 0.012 กิโลกรัม



2018

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



“ค่าคงตัวอาโวกาโดร” (Avogadro’s constant, N_A)
 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

“ค่าคงตัวอาโวกาโดร” (Avogadro’s constant = 6.02×10^{23}) ซึ่งใช้ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับปริมาณของแก๊ส หมายความว่า แก๊สทุกชนิดจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อจำนวนโมเลกุลของแก๊ส เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามกฎของอาโวกาโดร

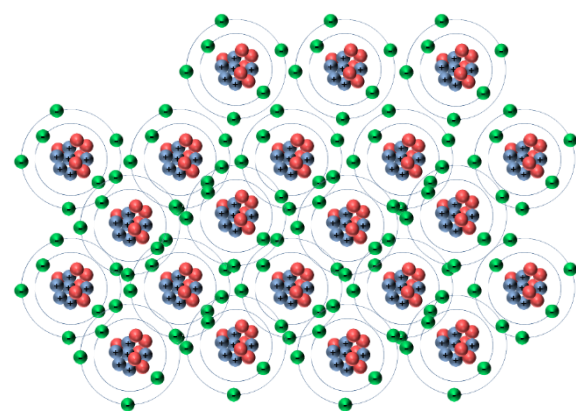
โมลของปริมาณสารและอนุภาค



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

ช่วยนับชีว่ามี ^{12}C กี่อะตอม?

0.012 kg ของ ^{12}C



$^{12}\text{C} = 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

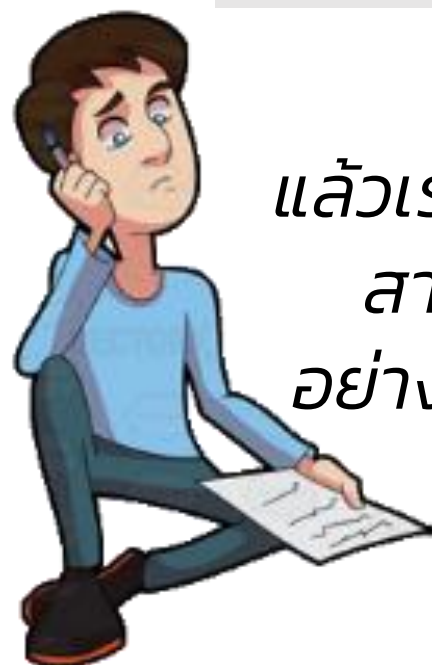


อะไรก็ตามที่มีจำนวน **อนุภาค** เท่ากับ 6.02×10^{23} จะเป็น **1 โมล**



อะตอม
โมเลกุล
ไอออน

ธาตุ ใดๆ	1 โมล	จะมีจำนวนอนุภาค (อะตอม) =	6.02×10^{23} อะตอม
โมเลกุล ใดๆ	1 โมล	จะมีจำนวนอนุภาค (โมเลกุล) =	6.02×10^{23} โมเลกุล
ไอออน ใดๆ	1 โมล	จะมีจำนวนอนุภาค (ไอออน) =	6.02×10^{23} ไอออน



แล้วเราจะชั่ง
สารได้
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

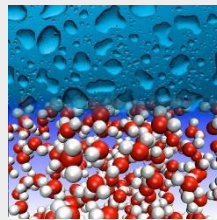
จะมีจำนวนอนุภาค (อะตอม) = 6.02×10^{23} อะตอม
จะมีจำนวนอนุภาค (โมเลกุล) = 6.02×10^{23} โมเลกุล
จะมีจำนวนอนุภาค (ไอออน) = 6.02×10^{23} ไอออน



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

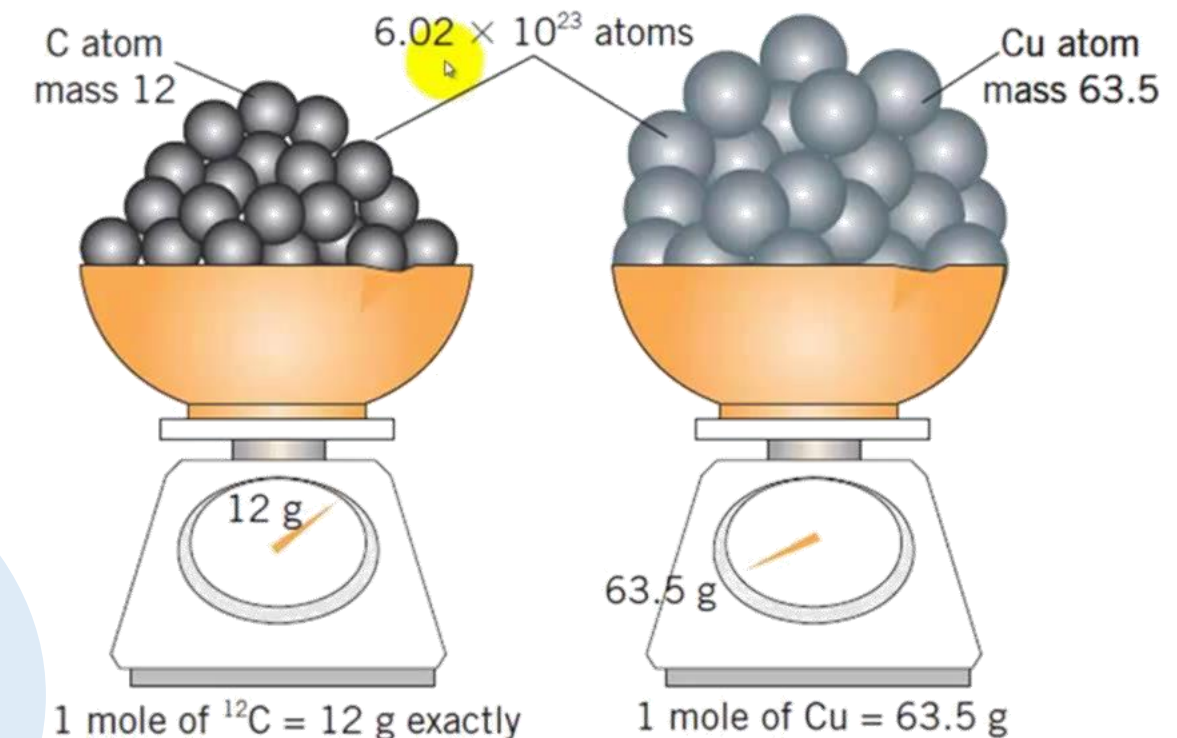


Cu 1 โมล มีน้ำหนัก = 63.55 g



H₂O 1 โมล มีน้ำหนัก = 18.02 g

= 6.02×10^{23}



สูตรคำนวณโมล

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

g = น้ำหนัก (หน่วย g)

MM = มวลต่อโมล (มวลอะตอม หรือมวลโมเลกุล)

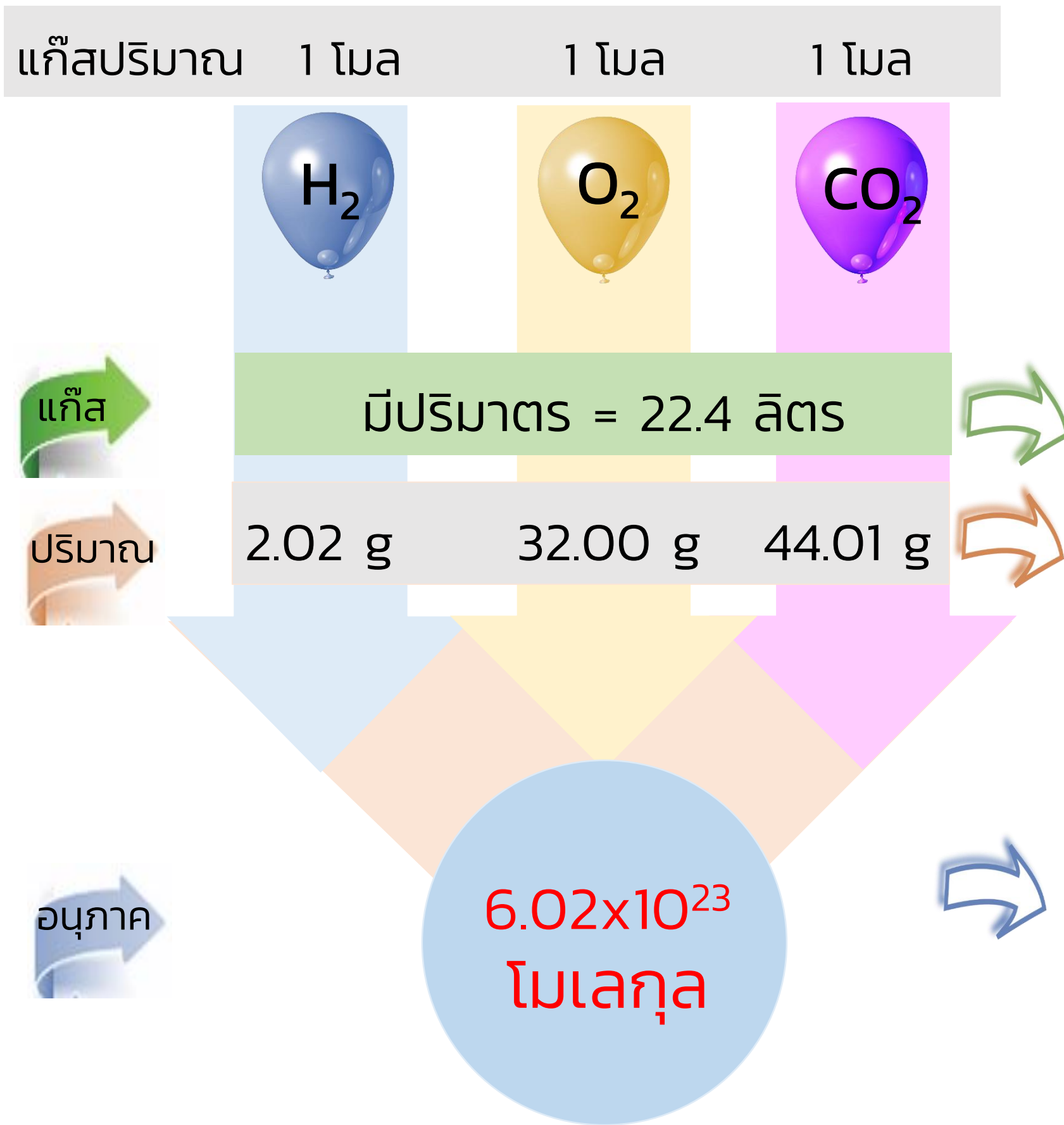
Copper
29
Cu
63.55

[illegible]

โมลของแก๊ส

แก๊สใดๆ จำนวน 1 โมล มีปริมาตร เท่ากับ 22.4 ลิตร
ที่สภาวะ STP

(STP : สภาวะที่ความดัน 1 atm อุณหภูมิ 0°C)



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

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

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



H₂O มีน้ำหนัก
เท่ากับ
18.02 กรัม

(ไอน้ำ) มีปริมาตร
เท่ากับ
22.4 ลิตร ที่ STP

H₂O 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
H₂O 1 โมล หนัก = 18.02 g

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

ปริมาตรแก๊ส (STP)

แก๊สใดๆ จำนวน 1 โมลมี
ปริมาตรแก๊สเท่ากับ 22.4 L
ที่ STP

STP คือ สภาวะอุณหภูมิและความ
ดันมาตรฐาน
“ที่ 0°C ความดัน 1 atm”

แก๊ส N₂ 1 โมล = 22.4 L (STP)
แก๊ส CO₂ 1 โมล = 22.4 L (STP)

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

จำนวนอนุภาค

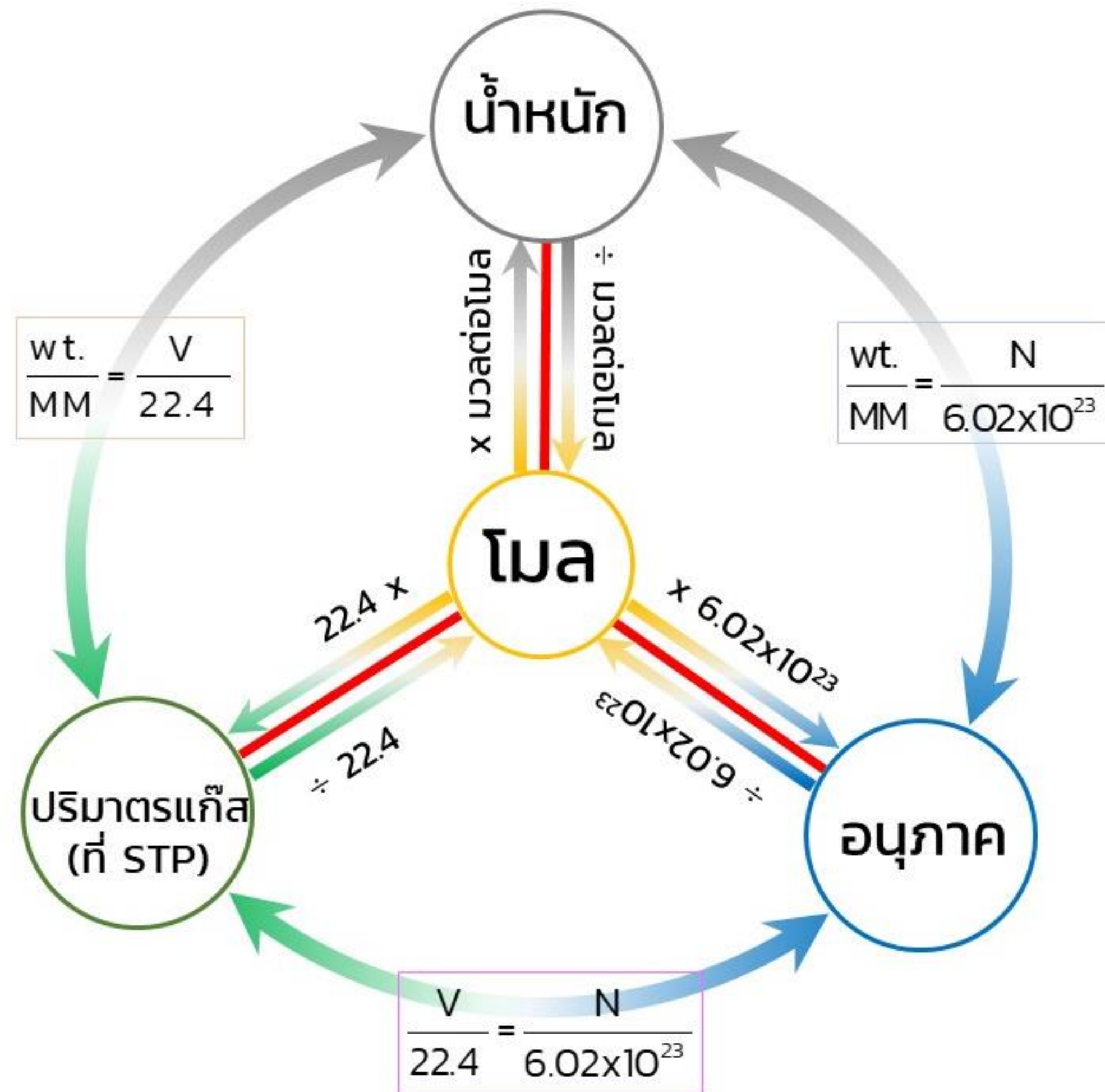
สารจำนวน 1 โมลมีจำนวน
อนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23}
อนุภาค

อนุภาค
อะตอม ← → โมเลกุล

อะตอม C 1 โมล = 6.02×10^{23} อะตอม
โมเลกุล H₂O 1 โมล = 6.02×10^{23} โมเลกุล

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

สามเหลี่ยมโมล



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

น้ำหนัก

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

แก๊ส

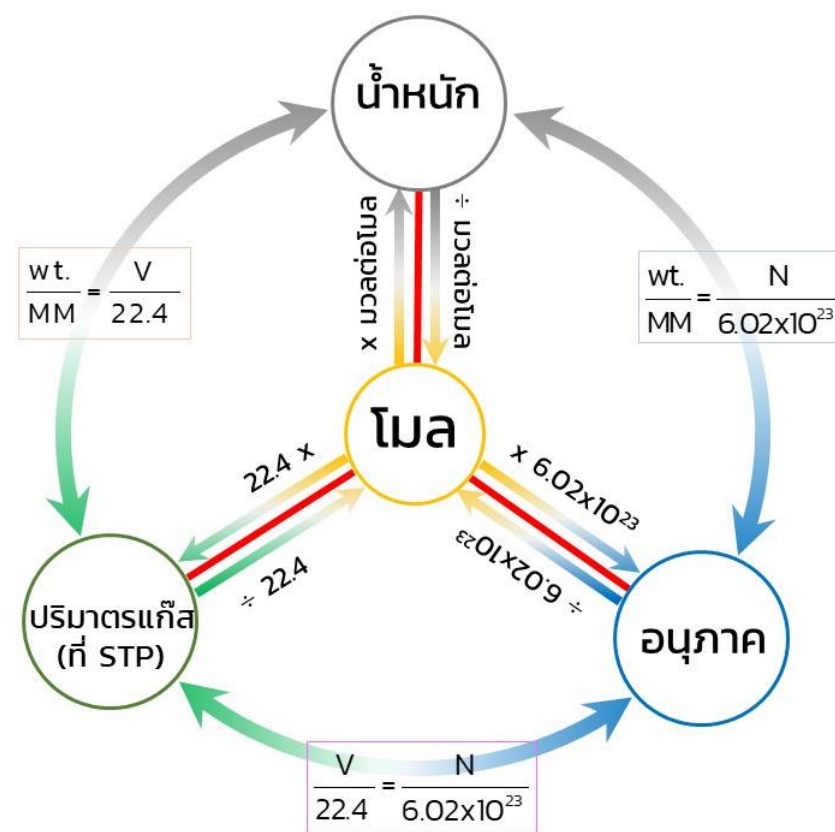
$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

อนุภาค

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



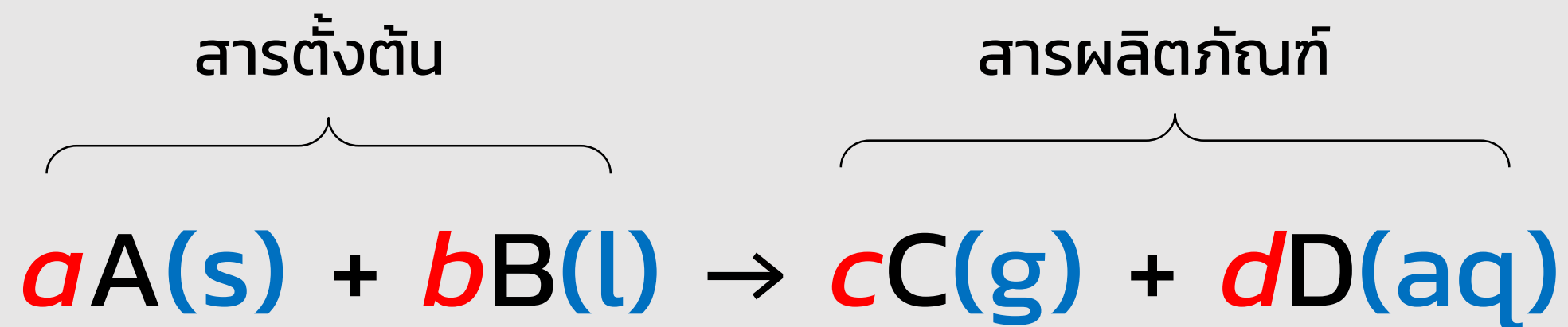
โลหะตะกั่ว (Pb)
หนัก 5.08 g มี
อะตอมตะกั่วอยู่
เท่าไรน้า..?



แก๊ส CO₂ หนัก
1,000 g ที่ STP จะ
มีปริมาตรกี่ลิตร
เท่าไรน้า..?

“สมการเคมี

กลุ่มสัญลักษณ์สูตรเคมี
เขียนแทน
การเกิดปฏิกิริยาเคมี
ประกอบด้วย
สารตั้งต้น
และ
สารผลิตภัณฑ์



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)

การแปลความหมายสมการเคมี

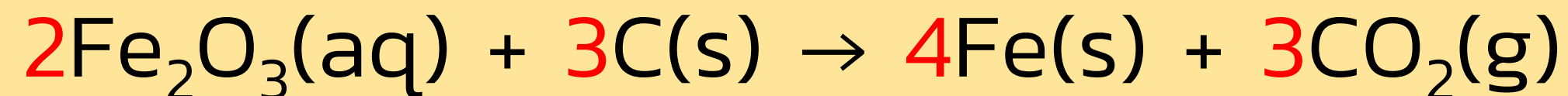
“

การพิจารณาความสัมพันธ์เชิงโมล (mole relation) ระหว่างจำนวนโมลของสารนั้น ๆ ในปฏิกิริยาเคมี ที่ดุลแล้ว

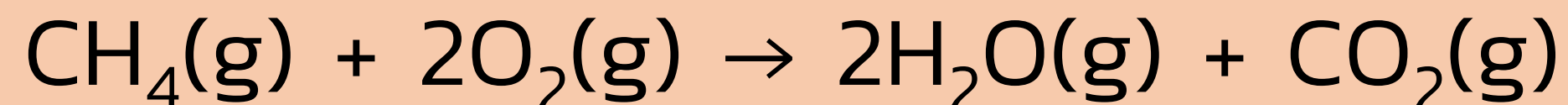
จำนวนโมลของสารหนึ่งต่ออีกสารหนึ่งในปฏิกิริยาเคมี เรียกว่า

อัตราส่วนจำนวนโมล
(mole ratio)

”



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



การดุลสมการเคมี

“

การทำให้จำนวนอะตอม
ของธาตุชนิดเดียวกัน
ทั้งสองข้างสมการเคมีเท่ากัน

”

หลัก

หาตัวเลข (จำนวนเต็ม) เติม
หน้าสูตรเคมี ...เท่านั้น

ห้าม

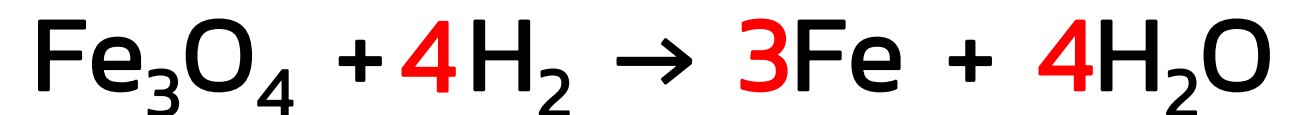
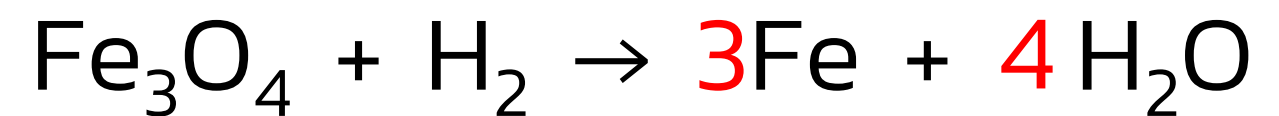
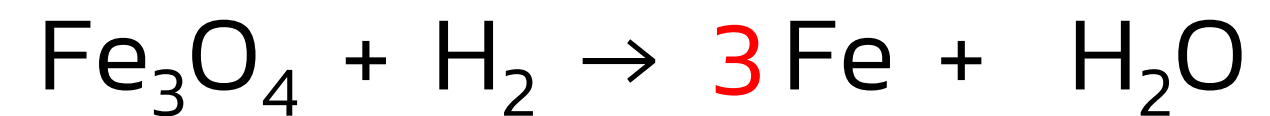
- 1) ห้ามเติมตัวเลขภายในสูตรเคมี
- 2) ห้ามเปลี่ยนตัวเลข (ตัวห้อย)
ในสูตรเคมี
- 3) ห้ามแก้ไขสูตรเคมี



ดุล Fe

ดุล O

ดุล H

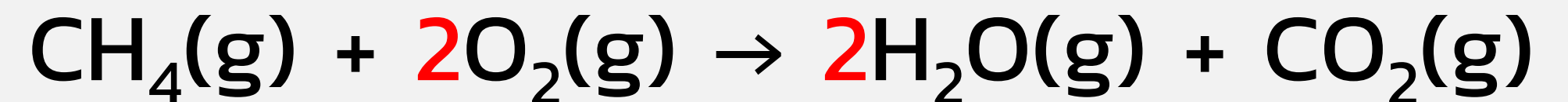




การคำนวณปริมาณสาร
(น้ำหนัก ปริมาตรแก๊สที่ STP และ จำนวนอนุภาค)
ของสารใดสารหนึ่งในสมการเคมี
โดยอาศัย
อัตราส่วนจำนวนโมล

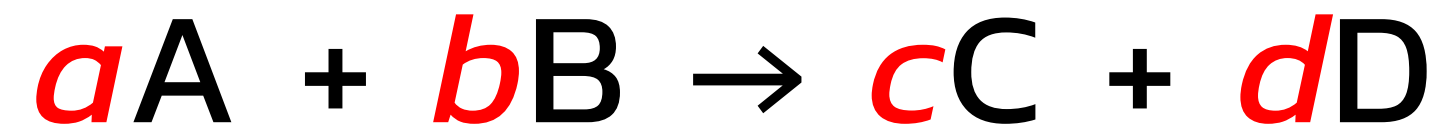


อัตราส่วนจำนวนโมล
(mole ratio) คือ
อัตราส่วนของ
เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของสารหนึ่ง
ต่อเลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมล
ของอีกสารหนึ่ง



อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร CH_4 ต่อ O_2 เป็น 1:2

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างสาร CH_4 ต่อ CO_2 เป็น 1:1



อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่าง
สาร B กับสาร A คือ

$$\frac{b}{a}$$

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่าง
สาร C กับสาร A คือ

$$\frac{c}{a}$$

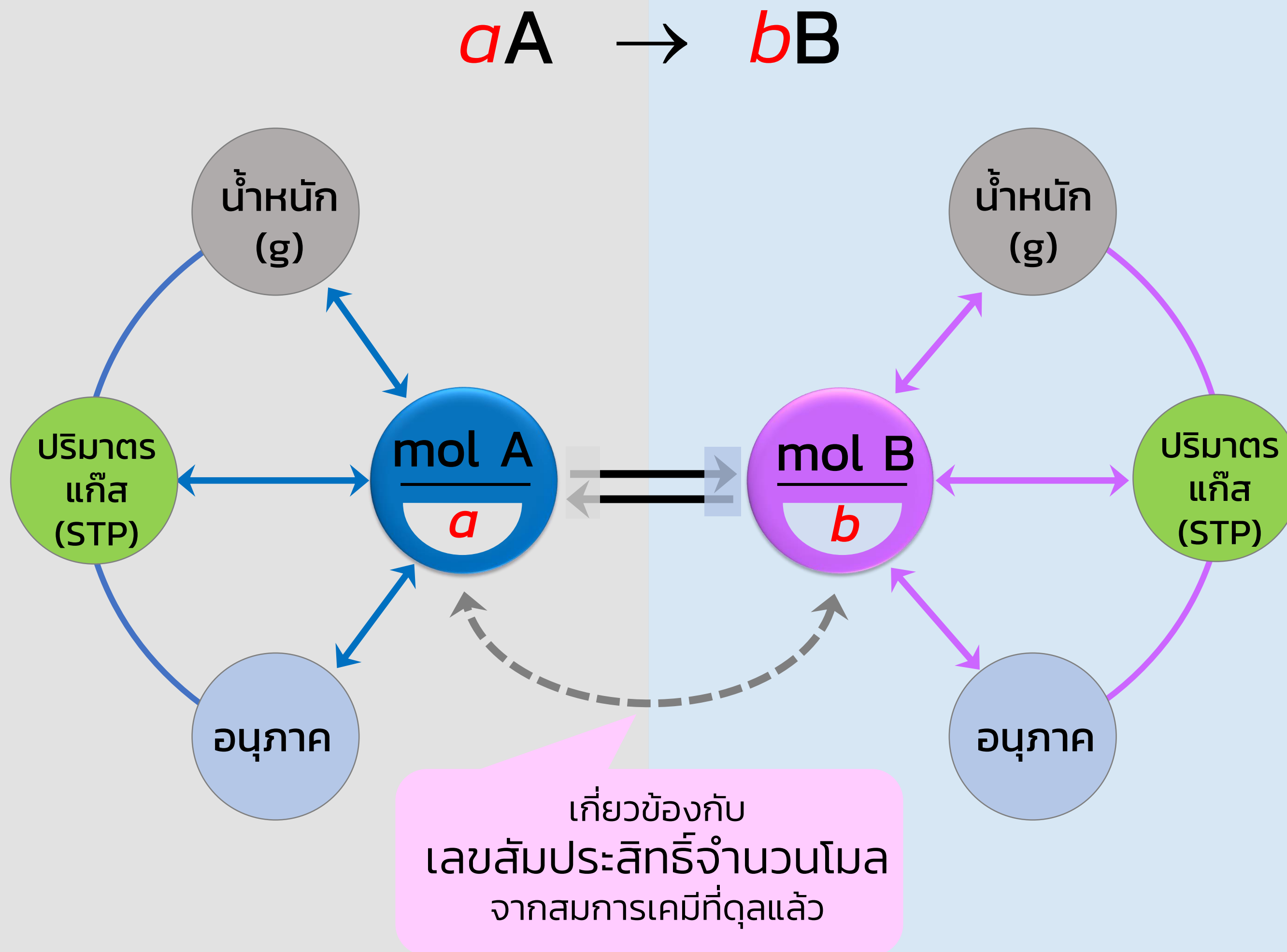
อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่าง
สาร C กับสาร B คือ

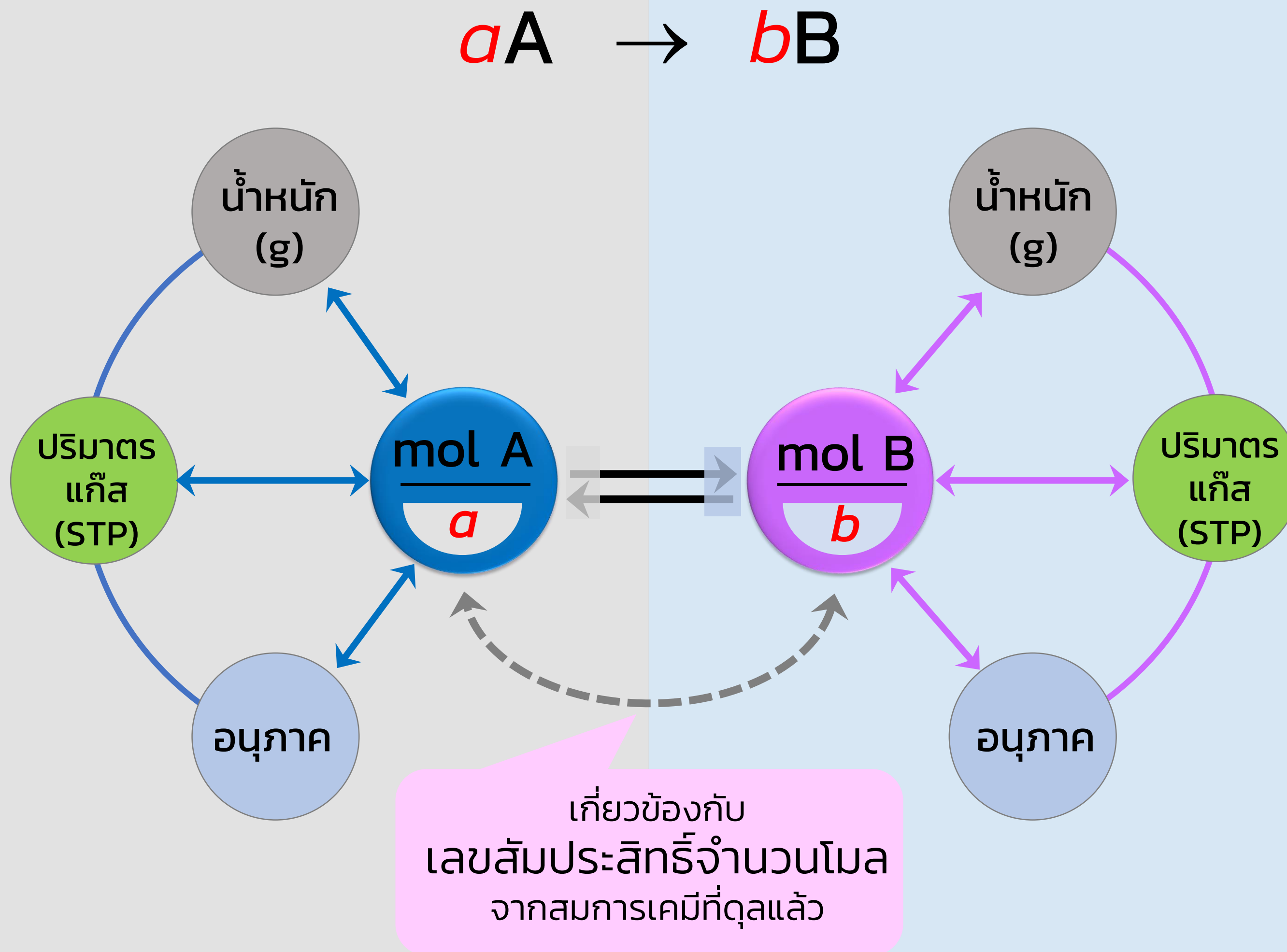
$$\frac{c}{b}$$

อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่าง
สาร D กับสาร C คือ

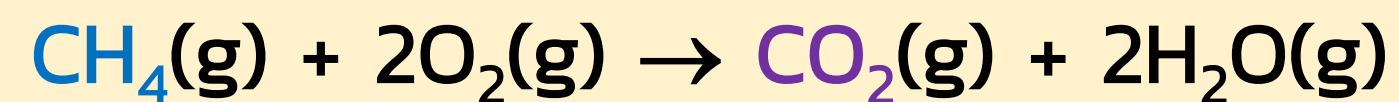
$$\frac{d}{c}$$

อัตราส่วนจำนวนโมล
คือ
อัตราส่วนของ
เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของ
สารหนึ่ง
ต่อ
เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของ
อีกสารหนึ่ง
ที่เกี่ยวข้องกันในสมการเคมี

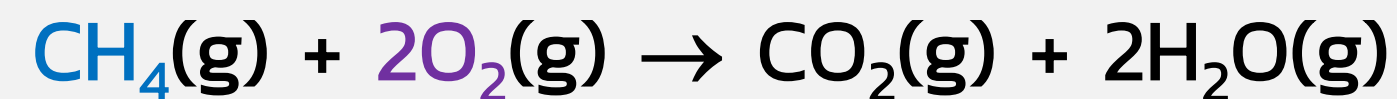
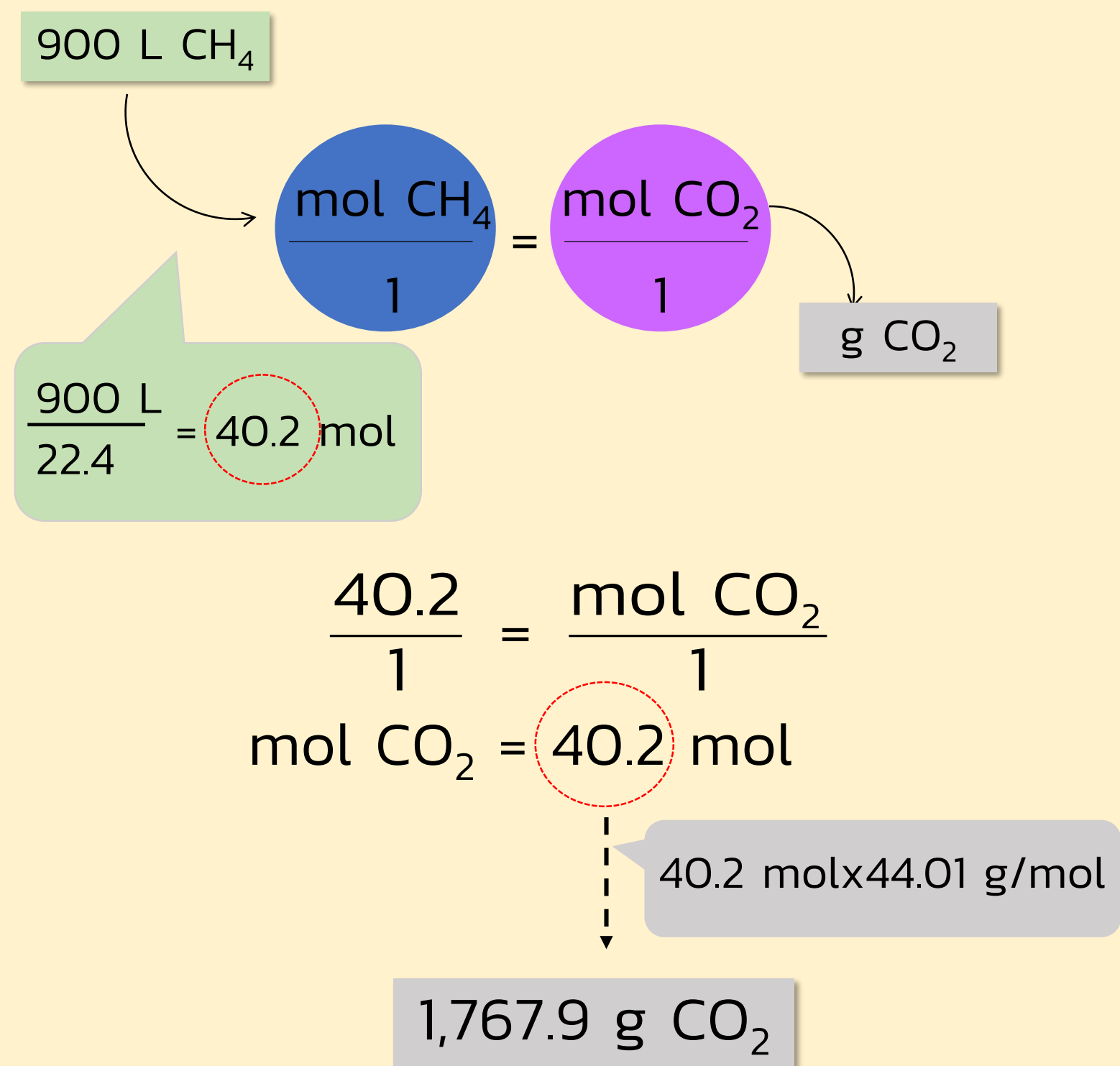




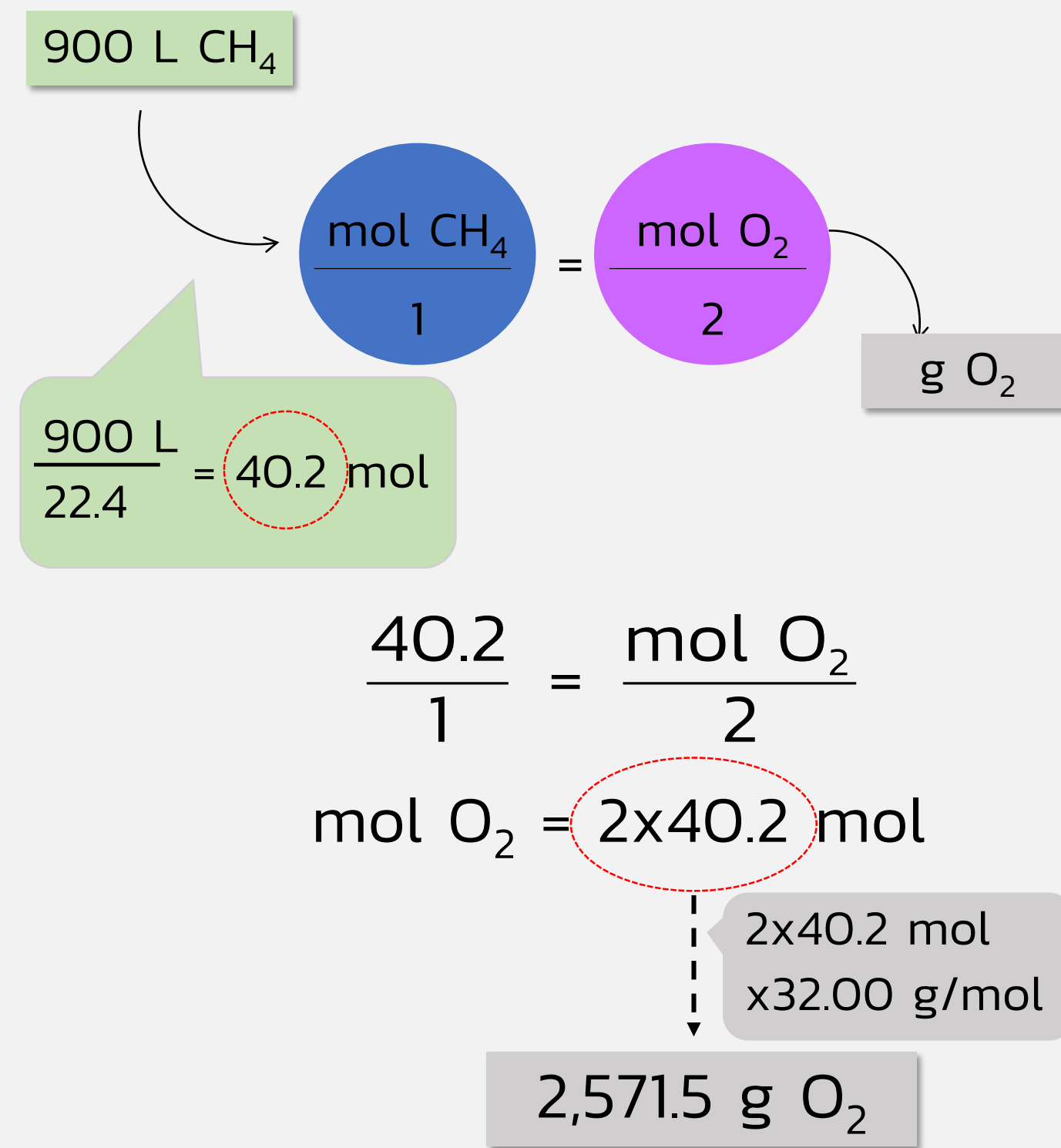
ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสัมพันธ์



เมื่อเผาไหม้แก๊ส CH_4 900 L จนสมบูรณ์จะเกิด CO_2 อย่างน้อยกี่กรัม



เมื่อเผาไหม้แก๊ส CH_4 900 L จนสมบูรณ์จะต้องใช้ O_2 อย่างน้อยกี่กรัม



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)

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



ถ้าในการทดลองใช้ Zn 20.0 กรัม พบว่าเมื่อปฏิกิริยาสมบูรณ์เกิด ZnS เท่ากับ 22.6 กรัม
จงคำนวณผลผลิตร้อยละ

20.0 g Zn

$$\frac{20.0 \text{ g Zn}}{65.39} = 0.306 \text{ mol}$$
$$\frac{0.306 \text{ mol Zn}}{1} = \frac{\text{mol ZnS}}{1}$$

mol ZnS = 0.306 mol

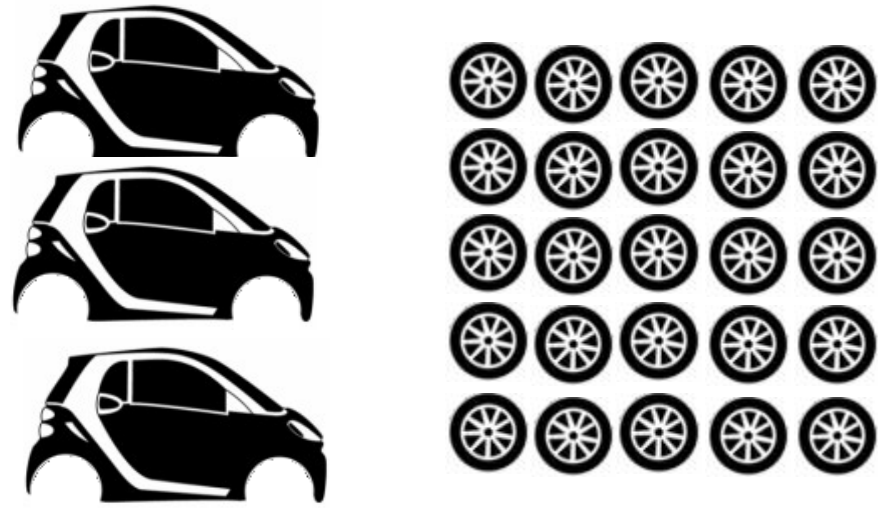
g ZnS = 0.306 mol x 97.46 g/mol

= 29.8 g

ผลผลิตทางทฤษฎี

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

สารกำหนดปริมาณ



ในปฏิกิริยาเคมี
สารตั้งต้นที่มี
จำนวนโมลน้อยกว่า ก็คือ
"สารกำหนดปริมาณ"



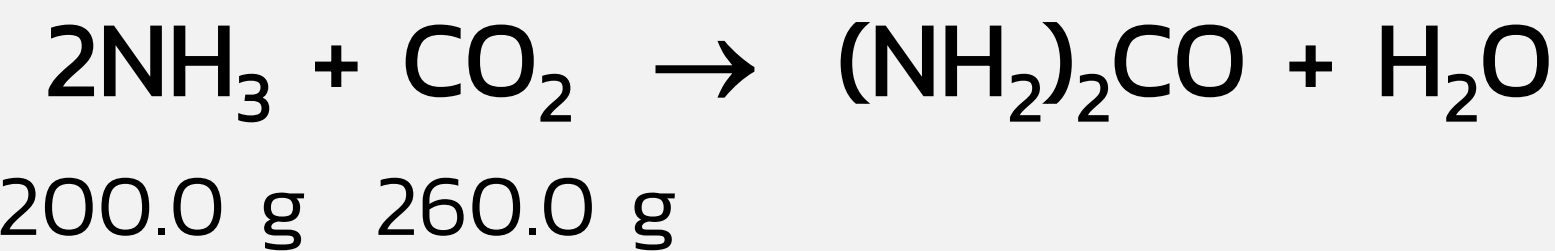
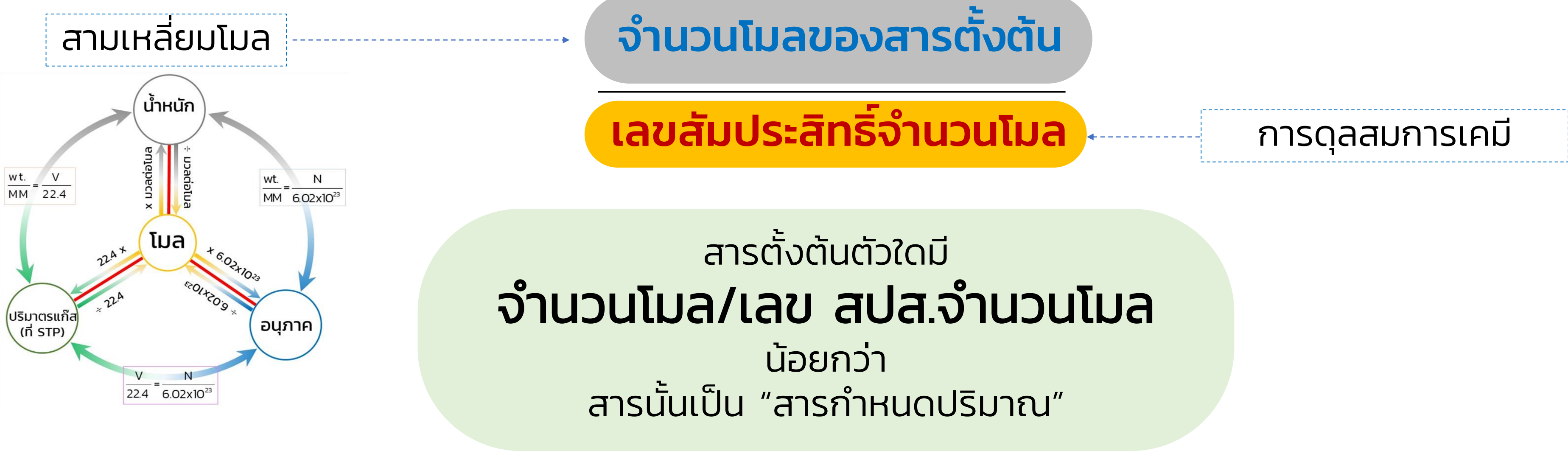
- (1) จำนวนโมลน้อยกว่าจึงใช้หมดก่อน
- (2) เป็นตัวกำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นได้อย่างน้อยเท่ากับจำนวนโมล ของสารกำหนดปริมาณ



เรียกปริมาณสารผลิตภัณฑ์ว่า
ผลผลิตทางทฤษฎี



การคำนวณสารกำหนดปริมาณ



$\frac{200.0 \text{ g}}{17.03 \text{ g/mol}} = 5.85$

$\frac{260.0 \text{ g}}{44.01 \text{ g/mol}} = 5.91$

สารกำหนดปริมาณ

ปฏิกิริยาการผลิตปุ๋ยยูเรีย ((NH₂)₂CO) ดังสมการ



ถ้าใช้ NH₃ 200.0 กรัม และแก๊ส CO₂ 260.0 กรัม เมื่อเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ได้ผลผลิตยูเรียเท่ากับ 260.5 กรัม จงคำนวณผลผลิตร้อยละ



วิธีคิด

(1) คำนวณว่าระหว่าง NH₃ และ CO₂ สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ



คำนวณอัตราส่วนจำนวนโมล/เลข สปส. ของ NH₃ และ CO₂

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

NH₃ เป็นสารกำหนดปริมาณ

(2) คำนวณน้ำหนักของ (NH₂)₂CO (ซึ่งคือผลผลิตทางทฤษฎี)



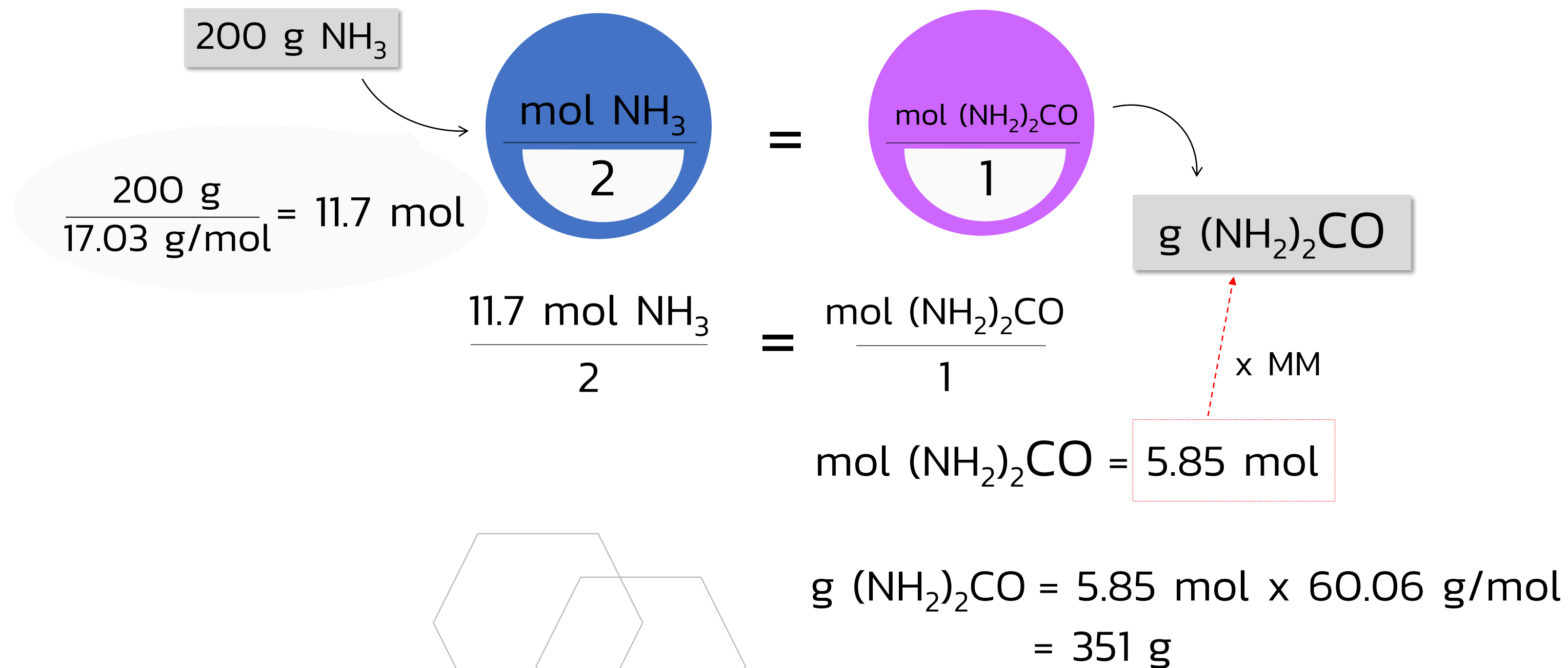
หลักคำนวณจากสามเหลี่ยมโมล

NEXT PAGE



(3) คำนวณผลผลิตร้อยละ





คำนวณผลผลิตร้อยละ

ผลผลิตร้อยละ = $\frac{260.5 \text{ g}}{351 \text{ g}} \times 100 = 74.2\%$