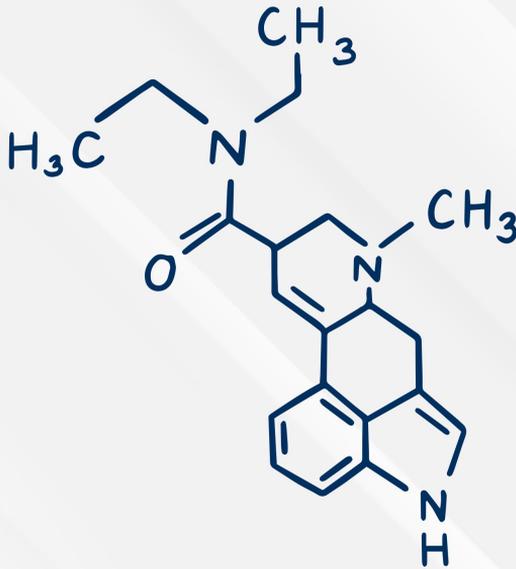


โรงเรียนนาเชือกนิเทศศาสตร์

เคมีเพิ่มเต็ม

๑31222

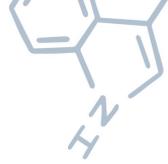


ชื่อ

ชื่อ

เลขที่

တစ်ခုချင်း



___/___/___
1

___/___/___
7

___/___/___
2

___/___/___
8 10 နေ့များ

___/___/___
3

___/___/___
9

___/___/___
4

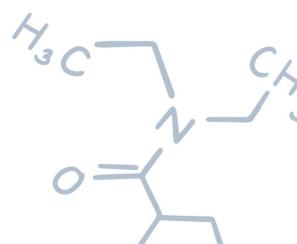
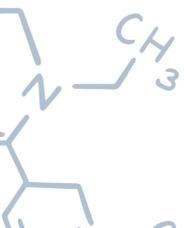
___/___/___
10

___/___/___
5

___/___/___
11

___/___/___
6

___/___/___
12



โมลและสูตรเคมี

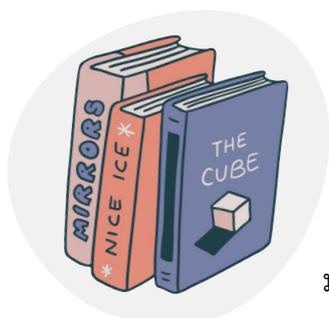
🧐 เนื้อหาที่ต้องทราบ

- มวลอะตอม
- โมล
- สูตรเคมี



● มวลอะตอมของธาตุ Atomic Mass

ตัวเลขทศนิยมที่แสดงให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอมหนักเป็นกี่เท่าของ ค่ามาตรฐาน : amu



กำหนดให้ ^{12}C จำนวน 1 อะตอมมีมวลเป็น 12 หน่วยมวลอะตอม
 ดังนั้น 1 หน่วยมวลอะตอมจึงมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{12}$ มวลของ ^{12}C จำนวน
 1 อะตอมหรือ 1.66×10^{-24} กรัม

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของ } \frac{1}{12} \text{ ของ } ^{12}\text{C} \text{ 1 อะตอม}}$$

● มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ} = \frac{\sum(\text{มวลอะตอมไอโซโทป} \times \% \text{ไอโซโทปที่มีในธรรมชาติ})}{100}$$



ตัวอย่าง

1. มวลอะตอมของไฮโดรเจนเท่ากับ 1.01 ไฮโดรเจน 1 อะตอม มีมวลกี่กรัม



2. ธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอม 16.00 ธาตุ A 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลของออกซิเจน 2 อะตอม ธาตุ A จะมีมวลอะตอมเท่าใดธาตุ

3. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir-191	191.961	37.30
Ir-193	192.963	62.70

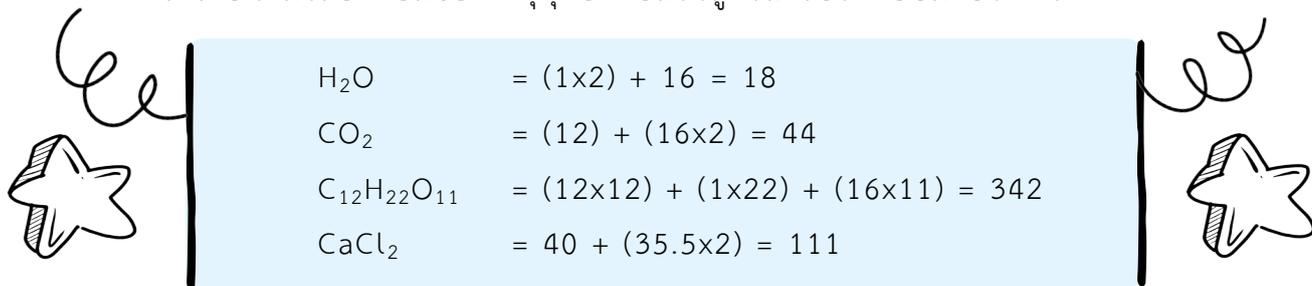
4. ซิลิคอน (Si) ที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปเท่ากับ 27.98 28.98 และ 29.97 โดยมีปริมาณร้อยละ 92.21 4.70 และ 3.09 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุซิลิคอน

แบบฝึกหัดที่ 1

1. ธาตุ B มีมวลอะตอมเท่ากับ 7 ถ้าวัดว่า B 1 อะตอมจะมีมวลกี่กรัม
2. ธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอม 14 ดังนั้นไนโตรเจน 2 อะตอม จะมีมวลกี่กรัม
3. ธาตุเงิน (Ag) ที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทปคือ ^{107}Ag มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.91 และ ^{109}Ag พบในธรรมชาติร้อยละ 48.16 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.87 จงคำนวณหามวลอะตอมของ ^{109}Ag
4. ธาตุยูโรเนียม (Eu) พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทปคือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.92 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.92 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุยูโรเนียม เท่ากับ 151.96 จงหาปริมาณร้อยละของธาตุยูโรเนียมแต่ละไอโซโทป

มวลโมเลกุล

ทำได้โดยนำมวลอะตอมของธาตุทุกอะตอมในสูตรสารประกอบมาบวกกัน



ตัวอย่าง

1. จงหามวลโมเลกุลของสารต่อไปนี้

1. แอสไพริน $C_9H_8O_4$

2. แอซีติก $C_2H_4O_2$

3. ไนโตรเจนไดออกไซด์ NO_2

4. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ H_2S

2. กำมะถัน 1 โมเลกุลประกอบด้วยกำมะถันกี่อะตอม ถ้ากำมะถันมีมวลโมเลกุล 256.523 และมวลอะตอมเท่ากับ 32.066

3. สารประกอบ A 1 โมเลกุลมีมวล 2.56×10^{-22} กรัมจงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตร

โมล (mole) คือ หน่วยของสารเคมี มีสัญลักษณ์เป็น mol ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของ ^{12}C ที่มีมวล 12 กรัม เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นวิธีการนับจำนวนอะตอมทำได้โดยนำมวลสารนั้นมา 1 อะตอม แล้วเทียบกับมวลอะตอมของสารนั้น

1 atom ^{12}C มีมวล $12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{g}$ ถ้านำ C มา 12 จะมีจำนวนอะตอมเท่าใด

$$\frac{^{12}\text{C} \text{ 1 atom}}{^{12}\text{C} \text{ 12 x } 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} = \frac{^{12}\text{C} \text{ a atom}}{^{12}\text{C} \text{ 12 g}}$$

$$^{12}\text{C} \text{ a atom} = \frac{^{12}\text{C} \text{ 1 atom} \times ^{12}\text{C} \text{ 12 g}}{^{12}\text{C} \text{ 12 x } 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}$$

$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ atom}$$

แสดงว่า ^{12}C ที่มีมวล 12 กรัม ประกอบด้วยคาร์บอนจำนวน 6.02×10^{23} อะตอม
ดังนั้น สาร 1 โมล มีปริมาณสารจำนวน 6.02×10^{23} อนุภาค และเรียกจำนวน 6.02×10^{23} นี้ว่า

เลขอาโวกาโดร



จึงกล่าวได้ว่าสาร 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ เลขอาโวกาโดร



โมลกับจำนวนอนุภาค



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

สาร 1 โมลมี 6.02×10^{23} อนุภาค

สาร 2 โมลมี $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อนุภาค

สาร 0.5 โมลมี $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ อนุภาค



ตัวอย่าง

1. ฮีเลียม 1.02×10^{22} อะตอม กี่โมล

2. แก๊สแอมโมเนีย 3.01×10^{25} โมเลกุล กี่โมล

3. เหล็ก 8.50 โมล กี่อะตอม

4. แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) 2 โมล มีกี่โมเลกุล

โมลกับมวลของสาร

นักวิทยาศาสตร์พบว่าสารใดที่มีจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุลจะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับ มวลโมเลกุล, มวลอะตอม หรือมวลไอออนของสารนั้น

น้ำ (H_2O) มีมวลโมเลกุล 18 ดังนั้นน้ำ 18 กรัม

จะมีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} ซึ่ง คิดเป็น 1 โมล

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

ธาตุใดที่มีปริมาณ 6.02×10^{23} อะตอมหรือ 1 โมล จะมีมวล เป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น



ตัวอย่าง

- อะลูมิเนียม (Al) 2.70 กรัม
- น้ำ (H_2O) 0.36 กรัม
- เฮกเซน (C_6H_{14}) 43.0 กรัม ก็โมเลกุล
- คาร์บอน (C) 4.0 กรัม ก็อะตอม

โมลกับปริมาตร

แก๊สมีมวลน้อยมาก ปริมาณสารในสถานะแก๊สส่วนใหญ่จึงระบุเป็นปริมาตร แต่ปริมาณของแก๊สเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและความดัน ดังนั้นจึงต้องระบุอุณหภูมิความดันที่วัดปริมาตรไว้

นักวิทย์ ได้กำหนดให้อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศเป็นภาวะมาตรฐาน

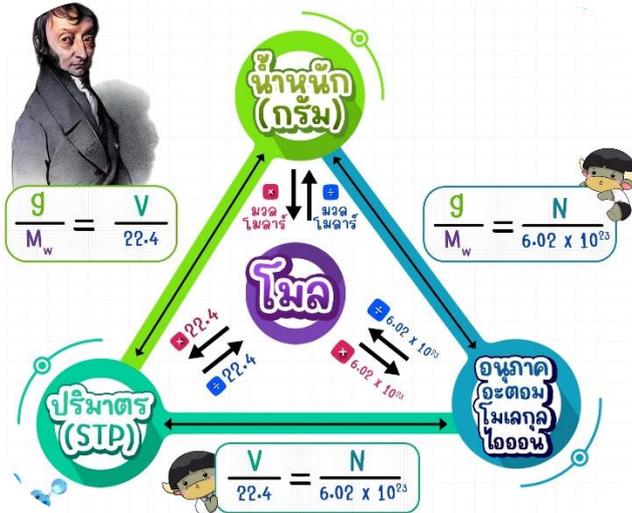
(standrad temperature and pressure (STP))

$$n = \frac{V}{22.4 \text{ dm}^3} \text{ ที่ STP}$$

แก๊ส N_2 1 โมล มีปริมาตรเท่ากับ 22.4 dm^3 (STP)

แก๊ส CO_2 1 โมล มีปริมาตรเท่ากับ 22.4 dm^3 (STP)

ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตร



$$\frac{N}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{g}{MW} = \frac{V}{22.4 \text{ dm}^3} \text{ ที่ STP}$$

เมื่อ

- n = โมล (หน่วย mol)
- N = อนุภาค (หน่วย อะตอม, โมเลกุล, ไอออน)
- g = มวล (หน่วย g)
- MW = มวลโมเลกุล
- V = ปริมาตร (L, dm³)



ตัวอย่าง

1. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 5 โมล จะมีมวลกี่กรัม

3. แก๊สออกซิเจน (O₂) 16 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลิตรที่ STP

5. ในน้ำบริสุทธิ์ (H₂O) 180 กรัม จะมีจำนวนโมเลกุลกี่โมเลกุล

9. แก๊สชนิดหนึ่งปริมาตร 67.2 ลิตร ที่ STP จะมีกี่โมเลกุล

แบบฝึกหัดที่ 2

1. แก๊สมีเทน (CH_4) 1.5 โมล จะมีมวลกี่กรัม
2. แก๊สมีเทน (CH_4) 64 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลิตรที่ STP
3. แก๊สมีเทน (CH_4) 9.03×10^{23} โมเลกุล จะมีปริมาตรกี่ลิตรที่ STP
4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จำนวน 22 กรัมที่ STP จะมีปริมาตรกี่ลิตร
5. แก๊สโพรเพน (C_3H_8) จำนวน 22 กรัมที่ STP จะมีปริมาตรกี่ลิตร
6. จงหามวล 1 โมลของแก๊สชนิดหนึ่งซึ่งมีมวล 0.74 g และมีปริมาตร 340 cm^3 ที่ STP

สูตรเคมี

กฎสัดส่วนคงที่



กฎสัดส่วนคงที่ “ เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอไม่ว่าสารประกอบนั้นจะเตรียมขึ้นโดยวิธีใด หรือจะเตรียมกี่ครั้งก็ตาม ”

กฎทรงมวล “ มวลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลรวมของสารหลังเกิดปฏิกิริยา ”

ไทม์ต่อ
1669



การทดลองที่	มวลของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน	
	มวลของทองแดง (g)	มวลของกำมะถัน (g)
1	1.0	0.5
2	1.9	1.0
3	2.9	1.5
4	4.0	2.0
5	4.9	2.5



ตัวอย่าง

1. เมื่อโลหะแมกนีเซียม 2.64 g ในอากาศได้แมกนีเซียมออกไซด์เกิดขึ้น 4.40 g และเมื่อนำโลหะแมกนีเซียม 2.42 g มาเผาที่บอออกซิเจน 1.61 g จะเกิดเป็นแมกนีเซียมออกไซด์ทั้งหมดผลการทดลองนี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

2. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) 8.40 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดแอสติก ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) 20.0 กรัม ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดขึ้น หลังจากทำปฏิกิริยาสิ้นสุดลงแล้ว ปรากฏว่ามีสารเหลืออยู่ทั้งสิ้น 24.0 กรัม แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลกี่กรัม

แบบฝึกหัดที่ 3

1. คาร์บอน (C) 1.20 กรัม ทำ ปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สออกซิเจน (O_2) 3.20 กรัม ได้แก๊สไม่มีสีชนิดหนึ่ง แก๊สชนิดเดียวกันนี้สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริก (HCl) กับแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งวิเคราะห์แล้วพบว่าแก๊สที่เกิดขึ้น 100 กรัม ประกอบด้วยคาร์บอน 27.25 กรัม ข้อมูลเหล่านี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ในการเผาเหล็ก (Fe) 11.17 กรัม กับกำมะถัน (S) 9.00 กรัม พบว่ามีกำมะถันเหลืออยู่ 2.59 กรัม จงคำนวณอัตราส่วนโดยมวล และอัตราส่วนโดยโมลของสารประกอบที่เกิดขึ้น

3. โซเดียม (Na) 2.30 กรัม ทำ ปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สคลอรีน (Cl_2) 3.55 กรัม เกิดเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ ถ้านำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.92 กรัม มาทำให้สลายตัวจะได้โซเดียมและแก๊สคลอรีนอย่างละกี่กรัม

ร้อยละโดยมวลของธาตุ



คือการหาว่าสาร 1 โมล มีองค์ประกอบของธาตุแต่ละชนิดอยู่ร้อยละเท่าใด

$$\text{ร้อยละของธาตุ A ในสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของธาตุ A}}{\text{มวลของสารประกอบ}} \times 100$$



ตัวอย่าง

1. ออกไซด์ของเหล็ก 159.69 กรัม ประกอบด้วยเหล็ก 111.69 กรัม จงคำนวณร้อยละโดยมวลของเหล็ก (Fe) และออกซิเจน (O) ในออกไซด์ของเหล็ก

2. จงคำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุทุกตัวในกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) มวลของโมเลกุลของ H_2SO_4 เท่ากับ 98.07

2. สาร A เป็นสารบริสุทธิ์โดยใน 1 โมเลกุลของสารนี้ประกอบด้วย คาร์บอน 27 อะตอมคิดเป็นร้อยละโดยมวลของคาร์บอนเท่ากับ 80.50 อยากทราบว่าสาร A มีมวลโมเลกุลเท่าไร

แบบฝึกหัดที่ 4

1. จงคำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุแต่ละชนิดในสารต่อไปนี้

1 พารา-ไดคลอโรเบนซีน ($C_6H_4Cl_2$) ซึ่งเป็นส่วนผสมหนึ่งของลูกเหม็น

2 ทิน(II)ฟลูออไรด์ (SnF_2) ซึ่งเป็นส่วนผสมของยาสีฟันบางชนิด

2. จงคำนวณมวลเป็นกรัมของออกซิเจนในแร่ควอตซ์ (SiO_2) และหินปูน ($CaCO_3$) อย่างละ 1.00 กิโลกรัม

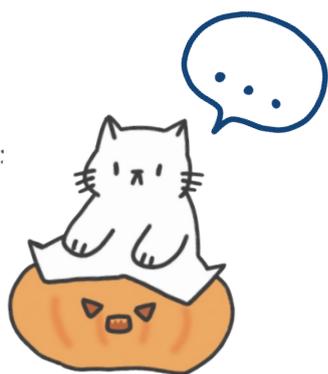
3. สารตัวอย่าง 0.500 กรัม ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เมื่อเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ พบว่าเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.687 กรัม และไอน้ำ (H_2O) 0.140 กรัม จงคำนวณร้อยละโดยมวลของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนในสารตัวอย่าง

การหาสูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่าย



สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้าง
เป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ เช่น กลูโคสมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_6H_{12}O_6$ อัตราส่วนอย่างต่ำของ C:H:O เท่ากับ 1:2:1 กลูโคสจึงมีสูตรเอมพิริคัลเป็น CH_2O	CH_3CH_2OH	$ \begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-O-H \\ & \\ H & H \end{array} $

การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล



ในการคำนวณสูตรเอมพิริคัลนั้น จำเป็นต้องทราบข้อมูลต่อไปนี้

1. สารนั้นมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ
2. ธาตุเหล่านั้นมีมวลอะตอมเท่าใด
3. ทราบน้ำหนักของธาตุที่เป็นองค์ประกอบแต่ละชนิด
4. คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล
5. ทราบมวลโมเลกุล
6. สูตรโมเลกุล



ตัวอย่าง

1. สารประกอบชนิดหนึ่งจำนวน 20.882 กรัม ประกอบด้วยโซเดียม 6.072 กรัม กำมะถัน 8.474 กรัม และออกซิเจน 6.336 สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบชนิดนี้เป็นอย่างไร



ตัวอย่าง

2. คำนวณสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบด้วยร้อยละโดยมวลของธาตุองค์ประกอบดังนี้

ชื่อ	ร้อยละโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ		
	โพแทสเซียม (K)	คลอรีน (Cl)	ออกซิเจน (O)
1	43.18	39.15	17.67
2	31.90	28.93	39.17
3	28.22	25.59	46.19

3. การวิเคราะห์การเผาไหม้ของสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) พบว่าให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.0497 กรัม และไอน้ำ (H_2O) 0.0249 กรัมจงคำนวณ

1. สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบนี้
2. สูตรโมเลกุล ถ้ามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้เท่ากับ 58.12

สารละลาย

เนื้อหาที่ต้องทราบ

- ความเข้มข้นของสารละลาย
- การเตรียมสารละลาย
- สมบัติบางประการของสารละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย



สารเนื้อเดียวที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกัน สารละลายจึงไม่เป็นสารบริสุทธิ์แต่เกิดจากการรวมตัวของสารบริสุทธิ์

ตัวทำละลาย



ตัวถูกละลาย



สารละลาย

ร้อยละหรือส่วนในร้อยส่วน (part per hundred)

ร้อยละโดยมวลต่อมวล (ร้อยละโดยมวล)

$$\text{ร้อยละโดยมวลธาตุ A} = \frac{\text{มวลของธาตุ A (กรัม)}}{\text{มวลของสารละลาย (กรัม)}} \times 100$$

ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (ร้อยละโดยปริมาตร)

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตรธาตุ A} = \frac{\text{ปริมาตรของธาตุ A (ปริมาตร)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (ปริมาตร)}} \times 100$$

ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร)

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรธาตุ A} = \frac{\text{มวลของธาตุ A (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (ปริมาตร)}} \times 100$$

สารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 15 โดยมวล

หมายถึง มี NaCl 15 กรัม ละลายในสารละลาย 100 กรัม

หรือ NaCl 15 กิโลกรัม ละลายในสารละลาย 100 กิโลกรัม



ตัวอย่าง

1. เมื่อละลายกลูโคส 30 g ในน้ำกลั่น 120 g จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นร้อยละโดยมวลเท่ากับเท่าใด

แบบฝึกหัดที่ 5

1. สารละลายซึ่งประกอบด้วยกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) จำนวน 100 g ในน้ำ 200 g มีความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลเป็นเท่าใด

2. จงหาปริมาตรของสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ เข้มข้นร้อยละ 15 โดยมวล ซึ่งมี $Fe(NO_3)_3$ ละลายอยู่ 30 g สารละลายมีความหนาแน่น 1.16 g/cm^3 ที่ $25 \text{ }^\circ\text{C}$

3. สารละลาย HCl เข้มข้น 2% โดยปริมาตร/ปริมาตรจำนวน 200 cm^3 จะมี HCl ปริมาตรกี่ cm^3

4. เมื่อใช้ NaOH 0.5 โมล เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 30% โดยมวล/ปริมาตร จะได้สารละลายกี่ cm^3

ส่วนในล้านส่วน (part per million ใช้สัญลักษณ์ ppm)



ส่วนในพันล้านส่วน (part per billion ใช้สัญลักษณ์ ppb)

เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย และ 1 พันล้านหน่วยตามลำดับ

$$\text{ppm (มวล)} = \frac{\text{มวลหรือปริมาณของตัวละลาย}}{\text{มวลหรือปริมาณของสารละลาย}} \times 10^6$$

$$\text{ppb (มวล)} = \frac{\text{มวลหรือปริมาณของตัวละลาย}}{\text{มวลหรือปริมาณของสารละลาย}} \times 10^9$$

สารละลายเข้มข้น 1 ppm

หมายถึง สารละลายมีตัวละลาย 1 กรัม ละลายอยู่ในสารละลาย 1×10^6 กรัม



ตัวอย่าง

1. เมอร์คิวรี(II)ไนเตรต ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$) 0.0324 กรัม ละลายในน้ำ 100 กรัม สารละลายนี้จะมี ความเข้มข้นกี่ส่วนในล้านส่วน

2. ถ้าในอากาศ 100 cm^3 มีไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ $3.30 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$ จงหาความเข้มข้นของไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ในหน่วยส่วนในพันล้านส่วนโดยปริมาตร

โมลาริตี (mol/dm^3)



เป็นหน่วยที่บอกจำนวนโมลของตัว ถูกละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หน่วยความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อาจเรียกย่อได้เป็นโมลาร์ (Molar) ใช้สัญลักษณ์ M



ตัวอย่าง

1. นำกลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 90 กรัม มาละลายน้ำจนได้สารละลายอันมีปริมาตร 500 cm^3 จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่ โมล/ลิตร

2. ในการเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 ลิตร ต้องใช้ NaOH กี่กรัม (Na=23, O=16, H=1)

3. เมื่อผ่านแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 5.6 dm^3 ที่ STP ลงในน้ำกลั่นเป็นสารละลาย 300 cm^3 ถ้าแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ละลายทั้งหมด จะได้สารละลายเข้มข้นกี่โมล/ลิตร

4. สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

แบบฝึกหัดที่ 6

1. K_2MnO_4 จำนวน 59.1 กรัมละลายในสารละลาย 100 cm^3 สารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่ mol/dm^3
2. เมื่อผ่าน HCl 5.6 dm^3 ที่ STP ลงในน้ำกลั่นเป็นสารละลาย 300 cm^3 ถ้าได้แก๊ส HCl ละลายทั้งหมดจะได้สารละลายเข้มข้นกี่ mol/l
3. สารละลาย CuSO_4 15.95 g/dm^3 เข้มข้นเป็นกี่ mol/dm^3
4. จงคำนวณหา mol/dm^3 ของสารละลาย H_2SO_4 มีความเข้มข้นเป็นร้อยละ 10 โดยมวล ซึ่งมีความหนาแน่น 1.07 g/cm^3

โมลลิตี (mol/kg)

โมลลิตี หรือโมลต่อกิโลกรัม (mol/kg) เป็นหน่วยที่บอกจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 kg ใช้สัญลักษณ์ m

NaCl 3 mol/kg

หมายถึง มี NaCl 3 mol ในตัวทำละลาย 1 kg

$$\text{mol/kg} = \frac{\text{จำนวนโมลตัวละลาย mol}}{\text{มวลของตัวทำละลาย kg}}$$



ตัวอย่าง

1. เมื่อละลายน้ำตาลทราย ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 34.2 กรัม ในน้ำ 500 กรัม สารละลายจะมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม

2. กรดเปอร์คลอริก (HClO_4) มีความเข้มข้น 5 mol/dm³ มีความหนาแน่น 1.54 g/cm³ จงหาความเข้มข้นเป็น mol/kg

3. สารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลมีความเข้มข้นกี่ mol/kg

เศษส่วนโมล



อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นต่อจำนวนโมลของสารทั้งหมดในสารละลาย ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย X



ตัวอย่าง

สารละลายประกอบด้วยสาร A 2 โมล B 5 โมล และ C 3 โมล

$$\text{เศษส่วนโมลของ A } (X_A) = \frac{2}{2+5+3} = \frac{2}{10} = 0.2$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของสาร A} = 0.2 \times 100 = 20$$



ตัวอย่าง

1. สารละลายหนึ่งประกอบด้วยสาร A 2 โมล B 1 โมล และ C 2 โมล เศษส่วนโมลของสารแต่ละชนิดคือข้อใดต่อไปนี้

แบบฝึกหัดที่ 7

1. สิ้นแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัม เมื่อนำ มาวิเคราะห์พบว่ามีโครเมียม(III)ออกไซด์ (Cr_2O_3) อยู่ 0.560 มิลลิกรัม สิ้นแร่ตัวอย่างมีโครเมียม(III)ออกไซด์อยู่ที่ส่วนในล้านส่วน

2. จงคำนวณความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลิตรของสารละลายต่อไปนี้

1. โซเดียมคลอไรด์(NaCl) 3.0 โมล ในสารละลาย 0.650 ลิตร

2. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.015 โมล ในสารละลาย 10 มิลลิลิตร

3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 0.25 โมลต่อกิโลกรัม ถ้าสารละลายนี้มีโซเดียมคลอไรด์ละลายอยู่ 234 กรัม จะมีน้ำ กี่กิโลกรัม

4. จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15.5 โมลต่อลิตร และมีความหนาแน่น 1.760 กรัมต่อมิลลิลิตร

การเตรียมสารละลาย



1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์



ตัวอย่าง

เตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น 1.0 mol/dm^3 จำนวน 250 cm^3

ปริมาตรของสารละลาย NaCl $1,000 \text{ cm}^3$ มีมวลของ NaCl 1.0 mol

ปริมาตรของสารละลาย NaCl 250 cm^3 มีมวลของ NaCl = 0.025 mol

หามวลของ NaCl 0.025 mol

$$\text{จากสูตร} \quad n = \frac{g}{mw}$$

$$0.025 = \frac{g}{58.5}$$

$$g = 0.025 \times 58.5 = 1.4625$$

แบบฝึกหัดที่ 8

ให้นักเรียนคำนวณการเตรียมสารละลาย

เตรียมสารละลาย NaCl 0.40 mol/dm^3 ปริมาตร 100 ml (10 คะแนน)

ขั้นตอนเตรียมสารศึกษาได้ที่ หน้า 66 ของหนังสือเรียน

2. การเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น

$$C_1V_1 = C_2V_2$$



ตัวอย่าง

1. สารละลายชนิดหนึ่ง 100 cm^3 เข้มข้น 3 mol/dm^3 ต้องการเตรียมให้ความเข้มข้นเป็น 2 mol/dm^3 จะต้องเติมน้ำจนมีปริมาตรเป็นกี่ cm^3
2. มี NaOH 1 mol/dm^3 อยู่ 500 cm^3 แบ่งมา 100 cm^3 ทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตรสารละลายนี้ เข้มข้นเท่าใด
3. สารละลายชนิดหนึ่งเข้มข้น 2 mol/dm^3 ปริมาตร 1 dm^3 เมื่อเติมน้ำลงไปอีก 4 dm^3 ความเข้มข้นจะเปลี่ยนเป็นเท่าใด
4. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรด HCl เข้มข้น 1 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 จาก HCl เข้มข้น 4 mol/dm^3 จะต้องการน้ำกี่ cm^3

แบบฝึกหัดที่ 9

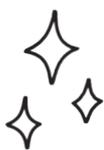
1. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) เข้มข้น 0.10 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะต้องใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรตกี่กรัม

2. คำนวณปริมาตรของสารละลายเริ่มต้น ที่ต้องนำ มาใช้ในการเตรียมสารละลายต่อไปนี้

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 6.00 โมลต่อลิตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 12.00 โมลต่อลิตร

2. สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 1.00 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากสารละลายกรดไนตริก เข้มข้น 16.00 โมลต่อลิตร

สมบัติบางประการของสารละลาย



จุดเดือด (Boiling point) ?

การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

จุดหลอมเหลว (Melting Point) ?

การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย



สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเดือด (°C)
เอทานอล	-	78.50
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	1	79.72
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	2	80.94
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	1	79.72
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	2	80.94

จากตารางทดลอง

พบว่า จุดเดือดสารละลาย สูงกว่า สารบริสุทธิ์ (สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็น mol/kg เท่ากัน จะมีจุดเดือดหรือจุดเยือกแข็งเท่ากัน)

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	อุณหภูมิ (°C)	
		เริ่มหลอม	หลอมเหลวหมด
แนฟทาลีน	-	80.0	81.0
สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีน	1	70.5	76.5
	2	63.5	69.5
สารละลายฟีนิลเบนซีนในแนฟทาลีน	1	71.0	76.0
	2	64.0	70.0

จากตารางพบว่า

จุดเยือกแข็ง สารละลาย ต่ำกว่า สารบริสุทธิ์ (สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็น mol/kg เท่ากัน จะมีจุดเดือดหรือจุดเยือกแข็งเท่ากัน)

จุดเดือด

$$\Delta T_b = K_b \cdot m$$

$$(T_{\text{สารละลาย}} - T_{\text{ทำละลาย}})$$

จุดเยือกแข็ง

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

$$(T_{\text{ทำละลาย}} - T_{\text{สารละลาย}})$$



ตัวอย่าง

1. จงหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ในน้ำเข้มข้น 0.02 โมลแลนน้ำมีค่า $K_b = 0.51 \text{ } ^\circ\text{C}/m$ และค่า $K_f = 1.86 \text{ } ^\circ\text{C}/m$
2. สารละลายที่มีสาร A มวลโมเลกุล 50 จำนวน 240 กรัม ในน้ำ 2 กิโลกรัม พบว่ามีจุดเยือกแข็งเป็น $-3.72 \text{ } ^\circ\text{C}$ จงหาค่า K_f
3. สาร X 5 กรัม ละลายในเบนซีน 20 กรัม สารละลายเดือดที่อุณหภูมิ $83.3 \text{ } ^\circ\text{C}$ จุดเดือดของ X และเบนซีนเท่ากับ 300 และ $80.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ตามลำดับ ถ้า K_b ของเบนซีนเท่ากับ $2.53 \text{ } ^\circ\text{C}$ มีมวลโมเลกุลเท่าไร

แบบฝึกหัดที่ 10

-
1. คำนวณจุดเยือกแข็งของสารละลายต่อไปนี้
 1. สารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 3.00 กรัม ในเบนซีน 190 กรัม

 2. สารละลายเมทานอล (CH_4O) ในน้ำ เข้มข้น 1.50 โมลล

 3. สารละลายแนฟทาลีน (C_{10}H_8) 1.00 กรัม ในไซโคลเฮกเซน (C_6H_{12}) 25.0 กรัม

 4. สารละลายกรดเบนโซอิก ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) 0.00250 โมล ในน้ำ 200 กรัม

ปริมาณสัมพันธ์

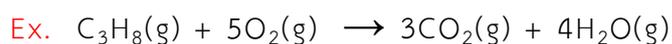
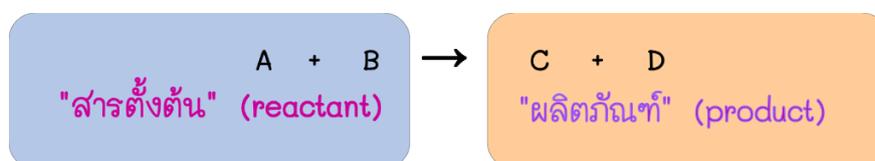
เนื้อหาที่ต้องทราบ

- ปริมาณสัมพันธ์
- สมการเคมี
- การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี
- สารกำหนดปริมาณ
- ผลได้ร้อยละ

ความเข้มข้นของสารละลาย

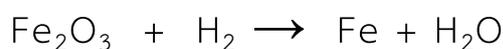
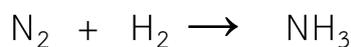
ปฏิกิริยาเคมี Chemical reaction

กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม

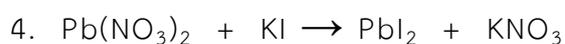
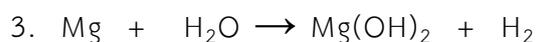
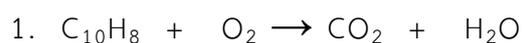


สมการเคมี

การดุลสมการเคมี

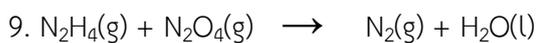
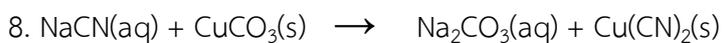
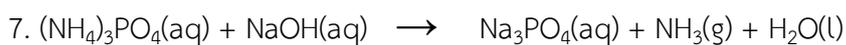
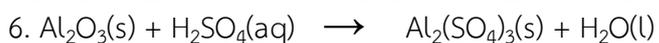
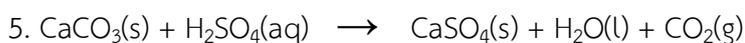
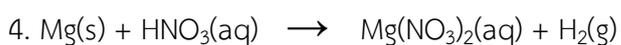
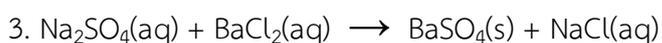
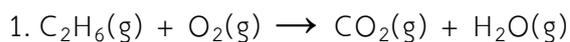


ตัวอย่าง



แบบฝึกหัดที่ 11

ดุลสมการเคมีต่อไปนี้



การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี



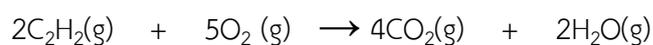
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี ถ้าทราบปริมาณของสารใดสารหนึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณของสารอื่นได้

	CO ₂ (g) +	Ca(OH) ₂ (aq) →	CaCO ₃ (s) +	H ₂ O(l)
จำนวนโมล	1	1	1	1
จำนวนอนุภาค	1(6.02 × 10 ²³)			
มวล (g)	1(44)	1(74)	1(100)	1(18)
ปริมาตร STP	1(22.4)	1(22.4)	1(22.4)	1(22.4)



ตัวอย่าง

1. การเผาไหม้ของแก๊สอะเซทิลีนในอากาศ

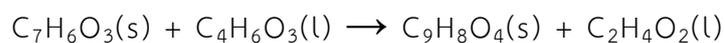


- ก. จงหามวลของ H₂O ที่เกิดจากแก๊ส C₂H₂ 3 โมล
- ข. จงคำนวณหามวลของ O₂ ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส C₂H₂(g) 50 g
- ค. ถ้าใช้แก๊ส C₂H₂ 10 dm³ สิ้นดาไปแล้วเกิดแก๊ส CO₂ กี่ dm³ ที่ภาวะเดียวกัน



2. จากสมการ $\text{Zn(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{g}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ จะต้องใช้ชิ้นสังกะสีหนักกี่กรัมในการเตรียมแก๊สไฮโดรเจนปริมาตร 4.5 dm^3 ที่ STP

3. แอสไพริน ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) สามารถสังเคราะห์จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซาลิซิลิก ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$) กับแอสติคแอนไฮไดรด์ ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$) ดังสมการ

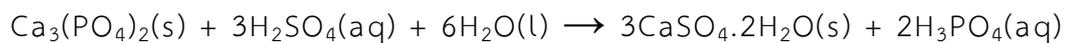


ก. มวลของแอสติคแอนไฮไดรด์ที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดซาลิซิลิก จำนวน 5.00×10^2 กรัม



ตัวอย่าง

4. การผลิตกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เพื่อการค้าจะใช้สารทำปฏิกิริยากัน ดังสมการ



จงคำนวณหามวลของกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) ที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับแคลเซียมฟอสเฟต ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) จำนวน 100.0 กรัม

5. โลหะสังกะสีทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เขียนสมการเคมีได้ดังนี้

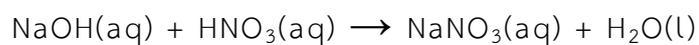


(สมการยังไม่ดุล) $\text{Zn}(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{ZnCl}(\text{aq})$ ถ้าใช้โลหะสังกะสี 13.07 กรัม จะต้องใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2.0 โมลต่อลิตรปริมาตรกี่มิลลิลิตร



ตัวอย่าง

6. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.00 โมลาร์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร มาทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.800 โมลาร์จะต้องใช้สารละลายกรดไนตริกกี่มิลลิลิตร และได้โซเดียมไนเตรตเข้มข้นกี่โมลาร์



การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊ส

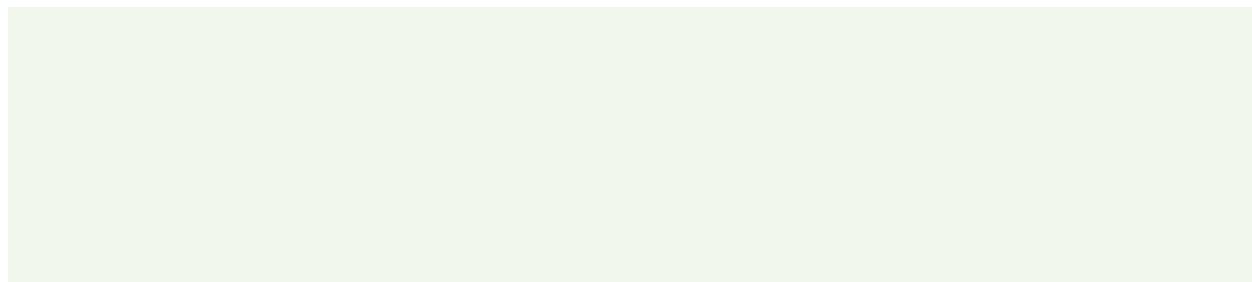


ตัวอย่าง

1. ปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ ที่ STP ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 13.44 ลิตร จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่านกี่กรัม

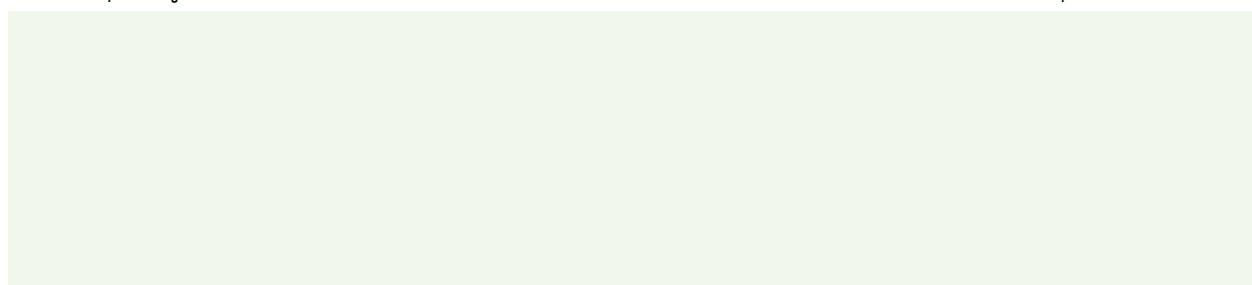
กฎของเกย์-ลูสแซก

“ที่อุณหภูมิและความดันคงที่อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวเลขจำนวนเต็มง่ายๆ”



กฎของอาโวกาโดร

“ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊สใดๆที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน”



ตัวอย่าง

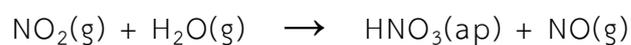
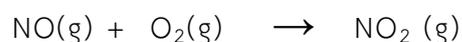
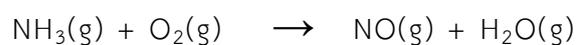
2. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ ถ้าอากาศมีแก๊สออกซิเจนอยู่ร้อยละ 21 โดยปริมาตร จะต้องใช้แก๊สมีเทน (CH_4) กี่ลิตร จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับอากาศปริมาตร 30.0 ลิตร

การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน



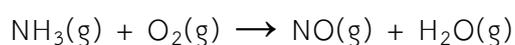
ตัวอย่าง

1. จงคำนวณหาปริมาตรของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ที่ STP ซึ่งต้องใช้ในการผลิตกรดไนตริก (HNO_3) จำนวน 1.0×10^6 กิโลกรัม โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ (สมการยังไม่ได้ดุล)



ตัวอย่าง

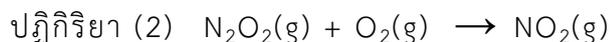
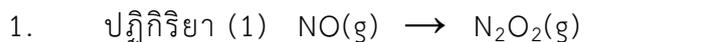
2. ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) สามารถเตรียมได้ดังนี้



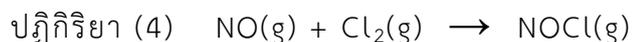
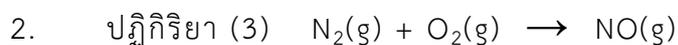
ถ้าใช้แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 24.2 กรัม และแก๊สมีเทน (CH_4) 25.1 กรัม จะเกิดไฮโดรเจนไซยาไนด์กี่กรัม

แบบฝึกหัดที่ 12

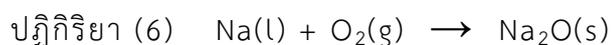
1. ดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาย่อย พร้อมทั้งเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยารวมต่อไปนี้



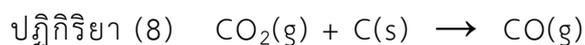
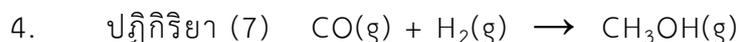
ปฏิกิริยารวม



ปฏิกิริยารวม

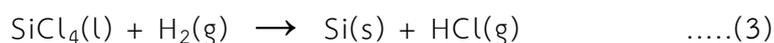
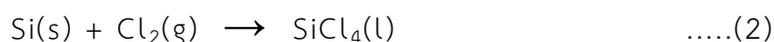
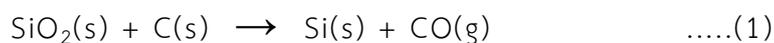


ปฏิกิริยารวม



ปฏิกิริยารวม

2. ซิลิคอนที่ใช้ในชิ้นส่วนของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ซิลิคอนบริสุทธิ์ ดังสมการ (สมการเคมียังไม่ดุล)

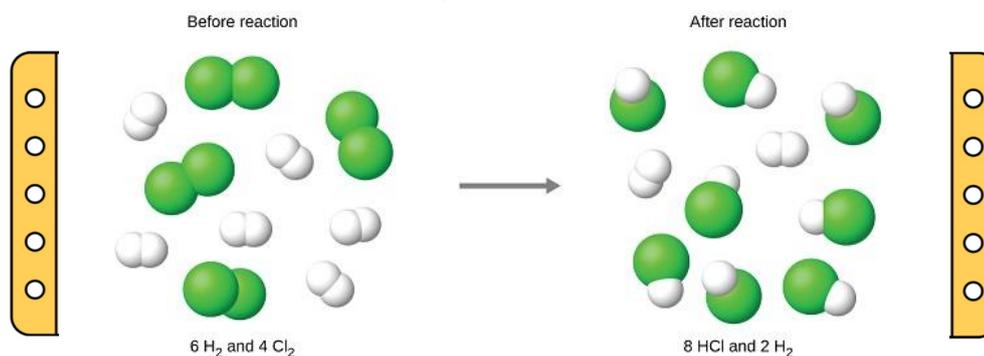


ถ้าต้องการซิลิคอน 100.0 กิโลกรัม จะต้องใช้คาร์บอนในการผลิตกี่กิโลกรัม

สารกำหนดปริมาณ



สารกำหนดปริมาณ คือ สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่น



ตัวอย่าง

1. จากปฏิกิริยา $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ถ้าผสมแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) อย่างละ 5.00 กรัม เมื่อปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์แล้วจะเหลือสารใดและเหลืออยู่กี่กรัม

2. แคลเซียมคาร์บอเนตทำ ปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



เมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 50.0 กรัม ทำ ปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก 0.500 โมล จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตร ที่ STP



ตัวอย่าง

3. จากปฏิกิริยาเคมี $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

ถ้าผสมแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างละ 5.00 กรัม เมื่อปฏิกิริยาเคมีเกิดอย่างสมบูรณ์จะเหลือสารใด และเหลืออยู่กี่กรัม

4. ถ้าให้แก๊สมีเทน CH_4 จำนวน 8 g เผาไหม้ในบรรยากาศของแก๊สออกซิเจน O_2 จำนวน 48 g
- ก. สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ สารใดเหลือและเหลืออยู่กี่กรัม
- ข. จงคำนวณหามวลของแก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้น



ตัวอย่าง

5. จงคำนวณหามวลของอะลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) เมื่อนำผงอะลูมิเนียม (Al) จำนวน 0.150 กรัม ทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน (Cl_2) จำนวน 1 กรัม

ผลได้ร้อยละ



ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสมการที่ดุลแล้วเมื่อสารกำหนดปริมาณทำปฏิกิริยาหมดไป เรียกว่า ผลตามทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งเรียกว่า ผลได้จริง รายงานผลการทดลองนอยมเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลตามทฤษฎีเป็นร้อยละเรียกว่า ผลได้ร้อยละ

$$\text{ผลได้ร้อยละ} = \frac{\text{ผลได้จริง (กรัม หรือ โมล)}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี (กรัม หรือ โมล)}} \times 100$$



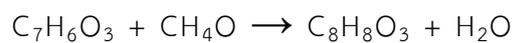
ตัวอย่าง

1. จากการทดลองนำกรดบิวทานอิก ($C_4H_8O_2$) 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับเอทานอล (C_2H_6O) 3.14 กรัม ได้เอทิลทาโนเอต ($C_6H_{12}O_2$) และน้ำ จงคำนวณหา
 - ก. สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ
 - ข. มวลของเอทิลบิวทานอเอตที่เกิดขึ้น
 - ค. ถ้าการทดลองพบว่าเกิดเอทิลบิวทานอเอต 5.30 กรัม ผลได้ร้อยละเป็นเท่าไร



ตัวอย่าง

2. น้ำมันระกำ เตรียมได้จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



กรดซาลิซิลิก เมทานอล น้ำมันระกำ

จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้กรดซาลิซิลิก 15.0 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกับเมทานอล 11.20 กรัม จะได้ น้ำมันระกำ 12.4 กรัม จงหาผลได้ร้อยละจากการทดลองนี้