

## 化学反応式・量的関係

## &lt;化学反応式の表す量的関係&gt;

メタンが完全燃焼する化学反応式

(CH<sub>4</sub>+2O<sub>2</sub>→CO<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O) からは、

① メタン1分子と酸素2分子から二酸化炭素1分子と水2分子ができる。

② メタン1 molと酸素2 molから二酸化炭素1 molと水2 molができる。

③ モル質量を用いて物質量を質量に直すと、

メタン 16 gと酸素 64 gから二酸化炭素( <sup>ア</sup>44 ) gと水( <sup>イ</sup>36 ) gができる。

④ 気体1 molの体積(標準状態)を用いて物質量を体積に直すと、

メタン 22.4 Lと酸素 44.8 Lから二酸化炭素( <sup>ウ</sup>22.4 ) Lができる。

⑤ 反応式の係数の比は、各気体の体積の比とも等しい。

物質	メタン	酸素	二酸化炭素	水
反応式	CH <sub>4</sub>	2O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	2H <sub>2</sub> O
(モデル)	+  →  +			
	CH <sub>4</sub> 1分子	2O <sub>2</sub> 2分子	CO <sub>2</sub> 1分子	2H <sub>2</sub> O 2分子
係数比	1	2	1	2
物質量の比	+  →  +			
	1 mol	2 mol	1 mol	2 mol
質量	16 g	32 g × 2 = 64 g	44 g	18 g × 2 = 36 g
気体の体積	+  →  ( +  )			
	22.4L	22.4L 22.4L	22.4L	液体36.0mL (密度1.0g/mL)
気体の体積の比	1	2	1	

&lt;表1. メタンの燃焼反応における量的関係&gt;

例題7. プロパンC<sub>3</sub>H<sub>8</sub>の燃焼について、次の問いに答えよ。(標準状態)(1) プロパンC<sub>3</sub>H<sub>8</sub>4.4gを完全燃焼させると、生成する二酸化炭素の体積は何Lか。(2) プロパンC<sub>3</sub>H<sub>8</sub>4.4gを完全燃焼させると、生成する水の質量は何gか。(3) プロパンC<sub>3</sub>H<sub>8</sub>3.0Lを完全燃焼させるのに必要な酸素は何Lか。

化学反応式	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> + 5O <sub>2</sub> → 3CO <sub>2</sub> + 4H <sub>2</sub> O
係数比 = 物質量の比	1 : 5 : 3 : 4

例題7. (1)の解答

プロパン $C_3H_8$ の分子量 $=$ (<sup>ア</sup>44)  $\rightarrow$  モル質量 $=$ (<sup>ア</sup>44)g/mol

$$\text{物質質量}[\text{mol}] = \frac{\text{質量}[\text{g}]}{\text{モル質量}[\text{g/mol}]} = \frac{(\overset{イ}{4.4})\text{g}}{(\overset{ア}{44})\text{g/mol}} = (\overset{ウ}{0.10})\text{mol} \text{--- ①}$$

<表1>

化学反応式	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
係数比 = 物質量の比	<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">1</span> : 5 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">3</span> : 4

表1より、二酸化炭素の物質量 $=0.10\text{mol} \times 3 = 0.30\text{mol}$

二酸化炭素の体積[L] $=$ 物質量[ $\text{mol}$ ] $\times$ モル体積[L/mol]

$$= 0.30[\text{mol}] \times (\overset{エ}{22.4})[\text{L/mol}] = (\overset{オ}{6.72})\text{L} \doteq (\overset{カ}{6.7})\text{L} \text{--- ②}$$

例題7. (2)の解答

<表1>

化学反応式	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
係数比 = 物質量の比	<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">1</span> : 5      3 : <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">4</span>

(1)の解答で $C_3H_8$ の物質量が $0.10\text{mol}$ である。

表1より、水の物質量 $=0.10\text{mol} \times 4 = 0.40\text{mol}$

水の分子量 $=18 \rightarrow$  水のモル質量 $=$ (<sup>ア</sup>18)g/mol

水の質量[g] $=$ 物質量[ $\text{mol}$ ] $\times$ モル質量[g/mol]

$$= 0.40[\text{mol}] \times (\overset{イ}{18})[\text{g/mol}] = (\overset{ウ}{7.2})\text{g} \text{--- ①}$$

例題7. (3)の解答

<表1>

化学反応式	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
係数比 = 物質量の比	<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">1</span> : <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">5</span> 3 : 4

反応式の係数の比 $=$ 気体の体積比の関係があるから、

表1より、反応する $C_3H_8$ と $O_2$ の体積比は、1:5になる。

したがって、必要な $O_2$ の体積は、 $3.0\text{L} \times$  (<sup>ア</sup>5)  $=$  (<sup>イ</sup>15) L --- ③

問14 4.6 gのエタノール  $C_2H_6O$  を完全燃焼させた。次の問いに答えよ。

(1) 生成した二酸化炭素と水の質量は、それぞれ何 gか。

(2) 燃焼に必要な酸素は標準状態で何 Lか。

化学反応式	$C_2H_6O + 3O_2$	?	$2CO_2 + 3H_2O$
係数比=物質量の比	1	3	2 3

問14.(1)の解答

エタノール  $C_2H_6O$  の分子量 = (ア 46) → モル質量 = (ア 46) g/mol

$$\text{物質量 [mol]} = \frac{\text{質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}} = \frac{(イ 4.6) \text{ g}}{(ア 46) \text{ g/mol}} = (ウ 0.10) \text{ mol} \text{--- ①}$$

<表1>

化学反応式	$C_2H_6O + 3O_2$	→	$2CO_2 + 3H_2O$
係数比=物質量の比	1	3	2 3

表1より、二酸化炭素の物質量 = (ウ 0.10) mol × 2 = (エ 0.20) mol --- ②

二酸化炭素の質量 = (エ 0.20) mol × (オ 44) g/mol = (カ 8.8) g --- ③

表1より、水の物質量 = (ウ 0.10) mol × 3 = (キ 0.30) mol --- ④

水の質量 = (キ 0.30) mol × (ク 18) g/mol = (ク 5.4) g --- ⑤

問14.(2)の解答

エタノール  $C_2H_6O$  の分子量 = (ア 46) → モル質量 = (ア 46) g/mol

$$\text{物質量 [mol]} = \frac{\text{質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}} = \frac{(イ 4.6) \text{ g}}{(ア 46) \text{ g/mol}} = (ウ 0.10) \text{ mol} \text{--- ①}$$

<表1>

化学反応式	$C_2H_6O + 3O_2$	→	$2CO_2 + 3H_2O$
係数比=物質量の比	1	3	2 3

反応式の係数の比 = 気体の体積比の関係があるから、

表1より、反応する  $C_2H_6O$  と  $O_2$  の体積比は 1 : 3 となる。

反応する  $C_2H_6O$  の体積は、(ウ 0.10) mol × (エ 22.4) L/mol = (オ 2.24) L --- ②

したがって、必要な  $O_2$  の体積は、(オ 2.24) L × 3 = (カ 6.7) L --- ③

問 15 濃度 3.4%の過酸化水素水 50gに酸化マンガン(IV)を加え、完全に分解させた。次の問いに答えよ。(H=1.0 O=16)

- (1) この過酸化水素水に含まれる過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質量は何 molか。  
 (2) 発生した酸素の体積は標準状態で何 Lか。

化学反応式	$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$		
係数比=物質量の比	2	2	1

問 15 (1)の解答 ( $\text{H}_2\text{O}_2$  の分子量 = 34)

- (1) この過酸化水素水中に含まれる  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質量は何 molか。

化学反応式	$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$		
係数比=物質量の比	2	2	1

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O}_2 \text{ の質量} &= \text{過酸化水素水の質量} \times \text{質量パーセント濃度} \\ &= ({}^{\text{ア}} 50 \text{ g}) \times \frac{({}^{\text{イ}} 3.4)}{100} = ({}^{\text{ウ}} 1.7 \text{ g}) \end{aligned}$$

$$\text{H}_2\text{O}_2 \text{ の物質量} = \frac{\text{質量}[\text{g}]}{\text{モル質量}[\text{g/mol}]} = \frac{({}^{\text{ウ}} 1.7 \text{ g})}{({}^{\text{エ}} 34 \text{ g/mol})} = ({}^{\text{オ}} 0.050) \text{ mol}$$

問 15 (2)の解答

化学反応式	$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$		
係数比=物質量の比	2	2	1

- (1)の解答より、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質量は0.050molであるから、  
 $\text{O}_2$  の物質量は、上の表より、0.025molとなる。したがって、  
 $\text{O}_2$  体積 = 物質量[mol] × モル体積[l/mol]  
 $= ({}^{\text{ア}} 0.025) \text{ mol} \times ({}^{\text{イ}} 22.4 \text{ L/mol}) = ({}^{\text{ウ}} 0.56 \text{ L})$  — ①