

## (6) 気体の製法

更新日 2017 年 4 月 24 日

### § 1. 弱酸・弱塩基イオンの性質

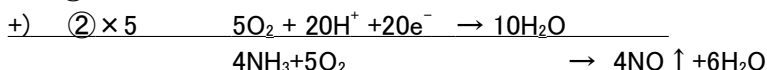
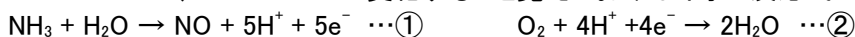
弱酸の遊離	<p>強酸は <math>H^+</math> を放出しやすく、電離した強酸イオンは <math>H^+</math> と結合しにくい。</p> <p>弱酸は <math>H^+</math> を放出しにくく、電離した弱酸イオンは <math>H^+</math> と結合しやすい。</p> <p>弱酸の塩に強酸を加えると、弱酸イオンが陽イオンを放出して <math>H^+</math> と結合する。</p>
弱塩基の遊離	<p>強塩基は <math>OH^-</math> を放出しやすく、電離した強塩基イオンは <math>OH^-</math> と結合しにくい。</p> <p>弱塩基は <math>OH^-</math> を放出しにくく、電離した弱塩基イオンは <math>OH^-</math> と結合しやすい。</p> <p>弱塩基の塩に強塩基を加えると、弱塩基イオンが陰イオンを放出して <math>OH^-</math> と結合する。</p>

### § 2. 気体製法の化学反応式

気体	化学反応式	
(1) $CO_2$	弱酸の塩 + 強酸	塩の加熱
	$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$ $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$ $NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$	$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2 \uparrow$ $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$
(2) $NH_3$	弱塩基の塩 + 強塩基	その他
	$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3 \uparrow$ $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2NH_3 \uparrow$	<p>アンモニア水の加熱</p> <p>(気体の溶解度は右下がり)</p>
(3) $SO_2$	$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2 \uparrow$ $Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + SO_2 \uparrow$	<p>(酸化還元反応)</p> <p>(弱酸の塩 + 強酸)</p>
(4) $NO$	$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO \uparrow$ $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO \uparrow + 6H_2O$	<p>(希硝酸との酸化還元反応)</p> <p>(希硝酸との酸化還元反応)</p>
(5) $NO_2$	$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \uparrow$ $Ag + 2HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + H_2O + NO_2 \uparrow$	<p>(濃硝酸との酸化還元反応)</p> <p>(濃硝酸との酸化還元反応)</p>
(6) $HCl$	$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl \uparrow$ $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl \uparrow$ その他に濃塩酸の加熱もある。	<p>(硫酸の不揮発性による。)</p> <p>(光を当てる)</p>
(7) $O_2$	$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2 \uparrow$ $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2 \uparrow$ $4OH^- \rightarrow O_2 \uparrow + 2H_2O + 4e^-$ $2H_2O \rightarrow O_2 \uparrow + 4H^+ + 4e^-$ 液体空気 の 分留 $O_2$ 沸点 $-183^\circ C$	<p>(酸化マンガン(IV)を触媒とする)</p> <p>(塩素酸カリウムの加熱)</p> <p>(水の電気分解)</p> <p>(水の電気分解)</p>
(8) $H_2$	$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$ $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2OH^-$	<p>(<math>H_2</math> よりイオン化傾向大の金属を使う)</p> <p>(水の電気分解)</p> <p>(水の電気分解)</p>
(9) $N_2$	$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 \uparrow + 2H_2O$ $C_6H_5N=NCI + H_2O \rightarrow C_6H_5OH + HCl + N_2$ 液体空気 の 分留 $H_2$ 沸点 $-196^\circ C$	<p>(亜硝酸アンモニウムの加熱)</p> <p>(塩化ベンゼンジアゾニウムの加熱)</p>
(10) $H_2S$	$FeS + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2S \uparrow$	(弱酸塩 + 強酸)
(11) $Cl_2$	$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$	(酸化還元反応)
(12) $O_3$	$3O_2 \rightarrow 2O_3 \uparrow$	(酸素の無声放電)
(13) $CO$	$HCOOH \rightarrow CO \uparrow + H_2O$ $CO$ (有毒) は血液中のヘモグロビンと結合すると酸素運搬機能が失われる	<p>(ギ酸の加熱)</p>
(14) $CH_4$	$CH_3COONa + NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + CH_4 \uparrow$	(加熱必要)
(15) $C_2H_2$	$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \uparrow$	(加熱不要)

(補足) NO の製法としてオストワルト法で使われるアンモニアの酸化を酸化還元反応で組み立てる。

NH<sub>3</sub>が NO に、O<sub>2</sub>が H<sub>2</sub>O に変化すること覚えておけばイオン反応式の組み立ては



### § 3. 気体の置換法

空気の主要な成分: 窒素:酸素=4:1 (モル比)

$$\text{空気の平均分子量} = 29 \div 28.8 = \frac{(N_2 \text{の分子量}) \times 4 + (O_2 \text{の分子量}) \times 1}{4 + 1}$$

置換法の決め方

① 水に溶けにくい気体は水上置換で集める。

② 水に溶けやすい気体

気体の分子量 < 29 ⇒ 空気より軽い。⇒ 上方置換で集める。

気体の分子量 > 29 ⇒ 空気より重い。⇒ 下方置換で集める。

☆ 水に溶けやすい気体

気体の水溶性を分子の極性の有無で判断することは可能だが、極性分子 CO が水に溶けず、無極性分子 CO<sub>2</sub> が水に溶けるなど例外もある。水中でのイオン生成の有無で判断する方が良い。

タイプ	分子の形	No	気体	色その他	イオン化
極性分子	直線形	1	HF		HF → H <sup>+</sup> + F <sup>-</sup>
		2	HCl		HCl → H <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup>
	折れ線形	3	SO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub> + OH <sup>-</sup> → HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
		4	NO <sub>2</sub>	褐色	(温水) 3NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O → 2HNO <sub>3</sub> + NO (冷水) 2NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O → HNO <sub>3</sub> + HNO <sub>2</sub>
		5	O <sub>3</sub>	淡青色	O <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O + 2e <sup>-</sup> → O <sub>2</sub> + 2OH <sup>-</sup>
	三角錐	6	NH <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub> + H <sup>+</sup> → NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
無極性分子	直線形	7	CO <sub>2</sub>	刺激臭なし	CO <sub>2</sub> + OH <sup>-</sup> → HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
		8	F <sub>2</sub>	黄色	(※1) 2F <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O → 4HF + O <sub>2</sub> (H <sup>+</sup> と F <sup>-</sup> が生成)
		9	Cl <sub>2</sub>	黄緑	(※2) Cl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O → HCl + HClO (H <sup>+</sup> と Cl <sup>-</sup> が生成)

表の気体は周期表で希ガスを除いて右上の元素(C N O F S Cl)あるいはHで生成される。

(※1) O の酸化数変化 -2 → 0 酸化力は F<sub>2</sub> > Cl<sub>2</sub>

(※2) O の酸化数変化 -2 → -1 (HClO = 次亜塩素酸 = 漂白、殺菌作用)

### § 4. 気体の乾燥剤

液性	乾燥剤
酸性の乾燥剤 (塩基性気体には不適)	P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> + 6H <sub>2</sub> O → 4H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> S とは酸化還元反応を起こす) (※参考) シリカゲル (SiO <sub>2</sub> ・nH <sub>2</sub> O)
中性の乾燥剤	CaCl <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> には不適 CaCl <sub>2</sub> + 8NH <sub>3</sub> → CaCl <sub>2</sub> ・8NH <sub>3</sub> )
塩基性の乾燥剤 (酸性の気体には不適)	ソーダ石灰 (NaOH と CaO の混合物)