反応式の作り方１

金属が溶けて，H_2 を発生する場合

（例）

$$Na\ ,\ H_2O \rightarrow H_2$$
$$Fe\ ,\ H_2SO_4 \rightarrow H_2$$

１．金属と H^+ で考える。

$$2Na + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2$$
$$Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$$

２．水の場合は，OH^- を両辺に加える。
２’．酸の場合は，酸の陰イオンを両辺に加える。
３．たし算をする。

$$2Na + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2$$
$$+) \quad 2OH^- \rightarrow 2OH^-$$
$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$$

$$Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$$
$$+) \quad SO_4^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$$
$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$$

（問）

$Na \ , \ H_2O \ \rightarrow$
$K \ , \ H_2O \ \rightarrow$
$Ca \ , \ H_2O \ \rightarrow$
$Mg \ , \ H_2O \ \rightarrow$
$Zn \ , \ H_2SO_4 \ \rightarrow$
$Fe \ , \ H_2SO_4 \ \rightarrow$
$Al \ , \ HCl \ \rightarrow$

（解）

$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
$2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$
$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$
$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$
$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$
$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$
$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

反応式の作り方２

金属が溶けて，H_2 以外の気体(SO_2,NO,NO_2)を発生する場合

Cu ，HNO_3（濃硝酸）→　NO_2

Cu ，HNO_3（希硝酸）→　NO

Cu ，H_2SO_4（熱濃硫酸）→　SO_2

１．酸化・還元の半反応式を組み合わせる。
２．H^+ がある場合は，酸の陰イオンを組み合わせる。

希硝酸　$HNO_3 + 3H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$

濃硝酸　$HNO_3 + H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$

濃硫酸　$H_2SO_4 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

銅　$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

例１　Cu ，HNO_3（希硝酸）→　NO

$$2HNO_3 + 6H^+ + 6e^- \rightarrow 2NO + 4H_2O$$
$$3Cu \rightarrow 3Cu^{2+} + 6e^-$$
$$+) \quad + 6NO_3^- \rightarrow + 6NO_3^-$$
$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

例２　Cu ，H_2SO_4（熱濃硫酸）→　SO_2

$$H_2SO_4 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow SO_2 + 2H_2O$$
$$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$$
$$+) \quad + SO_4^{2-} \qquad + SO_4^{2-}$$
$$Cu + 2H_2SO_4 \qquad CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

（問）

Cu ， HNO_3（濃硝酸）→

Cu ， HNO_3（希硝酸）→

Cu ， H_2SO_4(熱濃硫酸) →

Ag ， HNO_3（濃硝酸）→

Hg ， HNO_3（希硝酸）→

（解）

Cu ， HNO_3（濃硝酸）→ NO_2

$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

Cu ， HNO_3（希硝酸）→ NO

$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

Cu ， H_2SO_4(熱濃硫酸) → SO_2

$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow 3\,CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

Ag ， HNO_3（濃硝酸）→ NO_2

$Ag + 2HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO_2 + H_2O$

Hg ， HNO_3（希硝酸）→ NO

$3Hg + 8HNO_3 \rightarrow 3Hg(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

反応式の作り方３

塩と酸（塩基）との反応で，気体(SO_2 , CO_2 , HF , NH_3)が発生する反応
強い酸(塩基)により，**弱い酸**(塩基)が**遊離**する場合

（例）

弱い酸の塩（塩基）		強い酸（塩基）		弱い酸（塩基）		
Na**HSO$_3$**	＋	HCl	→	**SO$_2$** ＋ H_2O	＋	NaCl
Na_2**SO$_3$**	＋	2 HCl	→	**SO$_2$** ＋ H_2O	＋	2 NaCl
Na**HCO$_3$**	＋	HCl	→	**CO$_2$** ＋ H_2O	＋	NaCl
Na_2**CO$_3$**	＋	2 HCl	→	**CO$_2$** ＋ H_2O	＋	2 NaCl
Ca**F**$_2$	＋	H_2SO_4	→	2 **HF**	＋	$CaSO_4$
NH$_4$Cl	＋	NaOH	→	**NH$_3$** ＋ H_2O	＋	NaCl
Fe**S**	＋	2 HCl	→	**H$_2$S**	＋	$FeCl_2$

(SO_2 , H_2SO_3 , HSO_3^- , SO_3^{2-})

(CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- , CO_3^{2-})

(NH_3 , NH_4^+)

はそれぞれ同じものであると思え。

気体が水に溶けるときの反応

SO$_2$ ＋ H_2O → **H_2SO_3** → H^+ ＋ **HSO_3^-** → $2H^+$ ＋ **SO_3^{2-}**

CO$_2$ ＋ H_2O → **H_2CO_3** → H^+ ＋ **HCO_3^-** → $2H^+$ ＋ **CO_3^{2-}**

NH$_3$ ＋ H_2O → (NH_4OH) → **NH_4^+** ＋ OH^-

組 み 立 て 方

１．塩と酸（塩基）の電離の式を書く。
２．「気体が水に溶けるときの反応」の逆の反応がおこり，気体が発生する。

$NaHSO_3$ ， **HCl** → SO_2

HSO_3^-	H^+
Na^+	Cl^-

（弱い酸の遊離） $HSO_3^- + H^+ \rightarrow SO_2 + H_2O$

（強い酸の塩の生成） $Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$

$NaHSO_3 + HCl \rightarrow NaCl + SO_2 + H_2O$

Na_2CO_3 ， **HCl** → CO_2

CO_3^{2-}	$2\ H^+$
$2\ Na^+$	$2\ Cl^-$

（弱い酸の遊離） $CO_3^{2-} + 2\ H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$

（強い酸の塩の生成） $2\ Na^+ + 2\ Cl^- \rightarrow 2\ NaCl$

$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$

CaF_2 ， H_2SO_4 → HF

2 F-	2 H^+
Ca^{2+}	SO_4^{2-}

（弱い酸の遊離）
（強い酸の塩の生成）

$2\ F^- + 2\ H^+ \rightarrow 2\ HF$

$Ca^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow CaSO_4$

$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2\ HF$

FeS ， HCl → H_2S

S^{2-}	2 H^+
Fe^{2+}	2 Cl^-

（弱い酸の遊離）
（強い酸の塩の生成）

$S^{2-} + 2\ H^+ \rightarrow H_2S$

$Fe^{2+} + 2\ Cl^- \rightarrow FeCl_2$

$FeS + 2\ HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$

NH_4Cl ， NaOH → NH_3

NH_4^+	OH^-
Cl^-	Na^+

（弱い塩基の遊離）
（強い塩基の塩の生成）

$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$

$Cl^- + Na^+ \rightarrow NaCl$

$NH_4Cl + NaOH \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$

反応式の作り方３'

不揮発性の酸により，揮発性の酸が遊離する場合

(例)

		不揮発性の酸		揮発性の酸	
$NaCl$	,	H_2SO_4	→	HCl	＋
$NaNO_3$	,	H_2SO_4	→	HNO_3	＋

組 み 立 て 方

塩と酸（塩基）の電離の式を書く。

$NaCl$, **H_2SO_4** → HCl

Cl^-	H^+
Na^+	HSO_4^-

（揮発性の酸の遊離） $Cl^- + H^+ \rightarrow HCl$

（不揮発性の酸の塩の生成） $Na^+ + HSO_4^- \rightarrow NaHSO_4$

$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow HCl + NaHSO_4$

さらに高温にすると，$HSO_4^- \rightarrow H^+ + SO_4^{2-}$ の反応が進み

最終的には，下記のようになる。

$2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow 2HCl + Na_2SO_4$

（問）

31　Na_2SO_3 ， HCl →

32　$NaHCO_3$ ， HCl →

33　Na_2CO_3 ， HCl →

34　CaF_2 ， H_2SO_4 →

35　Na_2CO_3 ， CH_3COOH →

36　$NaHCO_3$ ， CH_3COOH →

37　FeS ， HCl →

38　NH_4Cl ， NaOH →

39　$(NH_4)_2SO_4$ ， $Ca(OH)_2$ →

40　NaCl ＋ H_2SO_4 →

（解）

31 $Na_2SO_3 + 2\,HCl \rightarrow 2\,NaCl + SO_2 + H_2O$

32 $NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$

33 $Na_2CO_3 + 2\,HCl \rightarrow 2\,NaCl + CO_2 + H_2O$

34 $CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2\,HF$

35 $Na_2CO_3 + 2\,CH_3COOH \rightarrow 2\,CH_3COONa + CO_2 + H_2O$

36 $NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O$

37 $FeS + 2\,HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$

38 $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$

39 $(NH_4)_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + 2\,NH_3 + 2\,H_2O$

40 $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow HCl + NaHSO_4$

半反応式の作り方

０．物質の変化と酸化数をかく。（これだけは覚えておく）
酸化数がわからない時は，やり方２を使う。

$\underset{+7}{\underline{Mn}O_4^-} \rightarrow \underset{+2}{\underline{Mn}^{2+}}$

やり方１

１．酸化数の変化から，電子数を考える。

$\underline{Mn}O_4^- + 5e^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+}$

２．O の数を，H_2O で合わせる。

$\underline{Mn}O_4^- + 5e^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+} + 4H_2O$

３．H の数を，H^+ で合わせる。

$\underline{Mn}O_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+} + 4H_2O$

４．確認（両辺の電荷を計算，等しいはず）

$-1 \quad +8 \quad -5 = +2 \qquad +2$

やり方２

１．O の数を，H_2O で合わせる。

$\underline{Mn}O_4^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+} + 4H_2O$

２．H の数を，H^+ で合わせる。

$\underline{Mn}O_4^- + 8H^+ \rightarrow \underline{Mn}^{2+} + 4H_2O$

３．電荷を，e^- で合わせる。

$\underline{Mn}O_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+} + 4H_2O$

$-1 \quad +8 \quad \mathbf{-5 = +2} \qquad +2$

半反応式をつくる

酸化剤

$H_2\underline{O_2} \rightarrow 2H_2\underline{O}$

$\underline{Mn}O_4^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+}$

$\underline{Cr}_2O_7^{2-} \rightarrow 2\underline{Cr}^{3+}$

$H\underline{N}O_3 \rightarrow \underline{N}O$

$H\underline{N}O_3 \rightarrow \underline{N}O_2$

$H_2\underline{S}O_4 \rightarrow \underline{S}O_2$

$\underline{S}O_2 \quad ^- \rightarrow \underline{S}$

還元剤

$H_2\underline{O_2} \rightarrow \underline{O}_2$

$H_2\underline{C}_2O_4 \rightarrow 2\underline{C}O_2$

$H_2\underline{S} \rightarrow \underline{S}$

$\underline{S}O_2 \rightarrow \underline{S}O_4^{2-}$

半反応式をつくる　（解答）

酸化剤

$$H_2\underline{O_2} + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2\underline{O}$$

$$\underline{Mn}O_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+} + 4H_2O$$

$$\underline{Cr}_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2\underline{Cr}^{3+} + 7H_2O$$

$$H\underline{N}O_3 + 3H^+ + 3e^- \rightarrow \underline{N}O + 2H_2O$$

$$H\underline{N}O_3 + H^+ + e^- \rightarrow \underline{N}O_2 + H_2O$$

$$H_2\underline{S}O_4 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow \underline{S}O_2 + 2H_2O$$

$$\underline{S}O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow \underline{S} + 2H_2O$$

還元剤

$$H_2\underline{O_2} \rightarrow \underline{O}_2 + 2H^+ + 2e^-$$

$$H_2\underline{C}_2O_4 \quad 2\underline{C}O_2 + 2H^+ + 2e^-$$

$$H_2\underline{S} \rightarrow \underline{S} + 2H^+ + 2e^-$$

$$\underline{S}O_2 + 2H_2O \rightarrow \underline{S}O_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-$$