

Reactions: acid - R.A.s

1 Redox reactions

☆ transfer of electrons

→ forming of ionic compounds

→ acid-metal reactions

✗ acid-base reactions (这是 transfer of H^+ — $NaOH + HCl \Rightarrow NaCl + H_2O \Rightarrow H^+ + OH^- \Rightarrow H_2O$)
 $\rightarrow H^+$ 被转换至 $OH^- \rightarrow$ 形成水 \rightarrow 并没有电子转换

— 左吸右甩

R.A. $\xrightarrow{\text{氧化}}$ O.A.
reducing agent, 还原剂 oxidising agent, 氧化剂

2 Skill set

a 判断两种物质之间有没有reaction

— 看 reaction 是

① 强 \rightarrow 弱 $\Rightarrow \checkmark$ $Fe + H_2SO_4(aq) \rightarrow FeSO_4 + H_2$ ($Fe > H_2$)

② 弱 \rightarrow 强 $\Rightarrow \times$ $Cu + H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4 + H_2$ ($Cu < H_2$)

K	钾
Na	钠
Ca	钙
Mg	镁
Al	铝
Zn	锌
Fe	铁
Sn	锡
Pb	铅
Cu	铜
Hg	汞
Ag	银
Au	金

正常 acid 里 react 的物质
只有 K 到 Pb 的金属才能与那些 acid react

dilute / conc. HCl
dilute H_2SO_4
very dilute HNO_3

b 平衡 redox reactions

— Redox equations 分两种

a. Half equation (O.A., R.A. 各自的 reaction \rightarrow 有电子!)
 \rightarrow 左边 \rightarrow O.A.
 \rightarrow 右边 \rightarrow R.A.

b. Full equation (两个 half equation 结合在一起, 电子应该被约掉) \rightarrow 可以有 ions

— 四部曲

① 欠 O 加水

② 欠 H 加 H^+

③ 平衡电荷 (加电子)

④ 左右两边的 LCM 加理

HALF EQU.

FULL EQU.

— 例子

1) Half

a. $Fe \rightarrow Fe^{3+}$

③ $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$

④ $2Fe \rightarrow 2Fe^{3+} + 6e^-$

b. $H_2SO_4 \rightarrow SO_2$
 3 和 2 的 LCM $\rightarrow 6 \Rightarrow$ 两条公式电子数须为 6

① $H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

② $2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

③ $2e^- + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

④ $6e^- + 6H^+ + 3H_2SO_4 \rightarrow 3SO_2 + 6H_2O$

2) Full

$2Fe + 6H^+ + 3H_2SO_4 \rightarrow 2Fe^{3+} + 3SO_2 + 6H_2O$

$\hookrightarrow 2Fe + 6H^+ + 3H_2SO_4 \rightarrow 2Fe^{3+} + 3SO_2 + 6H_2O$

3 Acid-metal reactions

HCl

☆ HCl 不管是 dilute 还是 conc., reaction 也是一样的 (只是 rate 不同)

— Dilute / conc. HCl ($K \rightarrow Pb$)

$> 2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$
 \leftarrow 拆了阴离子 \rightarrow state 没变

$+2H^+ \rightarrow Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 \leftarrow 拆了阴离子 \rightarrow state 没变

$\Rightarrow 2H^+ + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{2+}$

(ionic equ., full equ. 为 $2HCl + Zn \rightarrow H_2 + ZnCl_2$)

☆ 这还是写 full equ. 比较好 (不知道 salt 落不落水, 不落水不能写成 ion)

\hookrightarrow eg. $Pb + 2H^+ \rightarrow Pb^{2+} + H_2 \rightarrow$ salt 为 $AgCl$, 不落水!

$+2Cl^- \xrightarrow{\text{平衡 equ.}} +2Cl^-$

$\hookrightarrow Pb + 2H^+ + 2Cl^- \rightarrow PbCl_2 + H_2$

$\hookrightarrow Pb + 2HCl \rightarrow PbCl_2 + H_2$

H_2SO_4

— Dilute H_2SO_4 ($K \rightarrow Pb$)

$> 2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$
 \leftarrow 拆了阴离子 \rightarrow state 没变

$+2H^+ \rightarrow Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 \leftarrow 拆了阴离子 \rightarrow state 没变

$\Rightarrow 2H^+ + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{2+}$

☆ 这还是写 full equ. 比较好 (不知道 salt 落不落水, 不落水不能写成 ion)

\hookrightarrow eg. $2H^+ + Pb(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow Pb^{2+} + SO_2 + 2H_2O \rightarrow$ 某 salt 是 $PbSO_4$, 不落水!

$+SO_4^{2-} \xrightarrow{\text{平衡 equ.}} +SO_4^{2-}$

$\hookrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-} + Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

$\hookrightarrow Pb + 2H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

— Conc. H_2SO_4 (all metals)

$> 2e^- + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + H_2O$
 \leftarrow 有 choking smell

$+2H^+ \rightarrow Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 \leftarrow 提提前离子 (\rightarrow liquid)

$\Rightarrow 2H^+ + H_2SO_4 + Zn \rightarrow SO_2 + H_2O + Zn^{2+}$

HNO_3

— Very dilute HNO_3 ($K \rightarrow Pb$)

$> 2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$
 \leftarrow 拆了阴离子 \rightarrow state 没变

$+2H^+ \rightarrow Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 \leftarrow 拆了阴离子 \rightarrow state 没变

$\Rightarrow 2H^+ + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{2+}$

— dilute HNO_3 (aq) (all metals)

$> 3e^- + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow NO + 2H_2O$
 \leftarrow 可以拆一这题折!

$+2H^+ \rightarrow Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 \leftarrow 可以拆一这题折!

$\Rightarrow 8H^+ + 2NO_3^- + 3Zn \rightarrow 2NO + 4H_2O + 3Zn^{2+}$

☆ 附加一条公式: $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

NO 不溶于水 \rightarrow 产生 colourless gas bubbles
NO 在离开水后会与空气里的 O_2 react 成 NO_2 (棕色)

dilute HNO_3
 Zn
 brown gas (colourless gas bubbles)

— Conc. HNO_3 (aq) (all metals)

$> e^- + 2H^+ + NO_3^- \rightarrow NO_2 + H_2O$
 \leftarrow 可以拆一这题折!

$+2H^+ \rightarrow Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 \leftarrow 可以拆一这题折!

$\Rightarrow 4H^+ + 2NO_3^- + Zn \rightarrow 2NO_2 + 2H_2O + Zn^{2+}$

NO_2 虽然溶于水 可是没有足够的水 多余的 NO_2 会变成 brown fumes 从水里喷出来

conc. HNO_3
 Zn
 brown fumes

4 Acid-non-metal reactions

— R.A. \leftarrow Carbon $\rightarrow 2H_2O + C \rightarrow CO_2 + 4H^+ + 4e^-$

— Sulphur $\rightarrow 2H_2O + S \rightarrow SO_2 + 4H^+ + 4e^-$

— O.A. (only conc. H_2SO_4) $\rightarrow 2e^- + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

$\hookrightarrow 2H_2O + C + 4H^+ + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 4H^+ + 2SO_2 + 4H_2O$

$\Rightarrow C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

$2H_2O + S + 4H^+ + 2H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 4H^+ + 2SO_2 + 4H_2O$

$\Rightarrow S + 2H_2SO_4 \rightarrow 3SO_2 + 2H_2O$

5 Acid-metal ion reaction

— R.A. — metal ions $\xrightarrow{\text{especially}} Fe^{2+}$ — $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$

— O.A. — only conc. $H_2SO_4 \rightarrow 2e^- + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

$\hookrightarrow 2Fe^{2+} + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow 2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O$

$\therefore H_2SO_4$ (aq) + Fe will undergo 2 reactions

① $2H^+ + H_2SO_4 + Fe \rightarrow SO_2 + Fe^{2+} + 2H_2O$ ② $2H^+ + H_2SO_4 + 2Fe^{2+} \rightarrow SO_2 + 2Fe^{3+} + 2H_2O$

\downarrow \downarrow
1 个 Fe^{2+} $\xrightarrow{LCM=2}$ 2 个 Fe^{2+}
 \downarrow \downarrow
 $4H^+ + 2H_2SO_4 + 2Fe \rightarrow 2SO_2 + 2Fe^{2+} + 4H_2O$ $2H^+ + H_2SO_4 + 2Fe^{2+} \rightarrow SO_2 + 2Fe^{3+} + 2H_2O$
 \downarrow \downarrow
 $6H^+ + 3H_2SO_4 + 2Fe \xrightarrow{2Fe^{2+}} 3SO_2 + 2Fe^{2+} + 2Fe^{3+} + 6H_2O$
 \downarrow
 $6H^+ + 3H_2SO_4 + 2Fe \rightarrow 3SO_2 + 2Fe^{3+} + 6H_2O$

6 Differentiating conc. / dilute acids

分辨 conc. / dilute acid \leftarrow chemical equ. \leftarrow metals — Pb / Cu / Ag
 \leftarrow reaction rate — base — CO_3^{2-} / HCO_3^- — 这两个才有 colourless gas bubbles
 别用 base! (conc. 与 dilute acid 也是一样)

	dilute HCl (aq)	conc. H_2SO_4 (aq)	conc. HNO_3 (aq)
Pb	$Pb + 2HCl \rightarrow PbCl_2 + H_2$ \hookrightarrow white precipitate	$Pb + 2H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + SO_2 + 2H_2O$ \hookrightarrow white precipitate \hookrightarrow choking smell	$4H^+ + Pb + 2HNO_3 \rightarrow Pb^{2+} + 2NO_2 + 4H_2O$ \hookrightarrow brown fumes
Cu	X Reaction	$2H^+ + Cu + H_2SO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_2 + 2H_2O$ \hookrightarrow colourless solution \rightarrow blue \hookrightarrow choking smell	$4H^+ + Cu + 2NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_2 + 2H_2O$ \hookrightarrow colourless solution \rightarrow blue \hookrightarrow brown fumes