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^+ — $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ ⇒ $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$) → H^+被转换至OH^-→形成水→并没有电子转换

- 左吸右甩

R.A. —电子→ O.A.

reducing agent, 还原剂人　　oxidating agent, 氧化剂人

2 Skill set

a 判断两种物质之间有没有reaction

- 看reaction是
  - ① 强→弱 ⇒ ✓　$Fe + H_2SO_4(aq) \rightarrow FeSO_4 + H_2$　($Fe > H_2$)
  - ② 弱→强 ⇒ ✗　$Cu + H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4 + H_2$　($Cu < H_2$)

K	钾
Na	钠
Ca	钙
Mg	镁
Al	铝
Zn	锌
Fe	铁
Sn	锡
Pb	铅 (H_2)
Cu	铜
Hg	汞
Ag	银
Au	金

正常acid里react的物质: dilute / conc. HCl, dilute H_2SO_4, very dilute HNO_3

ie 只有K→Pb的金属才能与那些acid react

b 平衡redox reactions

- Redox equations分两种
  - a. Half equation (O.A., R.A.各自的reaction → 有电子!) → 左边→O.A. 右边→R.A.
  - b. Full equation (两个half equation结合在一起,电子应该被约走) → 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)　} HALF EQU.
  - 4 左右两边的LCM加埋　} FULL EQU.
- 例子

1) Half

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

3 $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$

4 $2Fe \rightarrow 2Fe^{3+} + 6e^-$

3和2的LCM→6 ⇒ 两条公式电子数须为6

b. $H_2SO_4 \rightarrow SO_2$

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

$2Fe + 6e^- + 6H^+ + 3H_2SO_4 \rightarrow 2Fe^{3+} + 6e^- + 3SO_2 + 6H_2O$ (6e⁻ crossed out)

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

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→Pb)

+Zn
> $2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$ ← 拆了成离子 → state 为 aq
> $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

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

(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溶不溶水,不溶水不能写成ion)

↳ eg. $Pb + 2H^+ \rightarrow Pb^{2+} + H_2$ → salt为AgCl,不溶水!

↓ Pb^{2+},配两个Cl^-

$+2Cl^-$ ←平衡equ.— $+2Cl^-$

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

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

H_2SO_4

- Dilute H_2SO_4 (K→Pb)

+Zn
> $2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$ ← 拆了成离子 → state 为 aq
> $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

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

- Conc. H_2SO_4 (all metals) ← ☆ 这是liquid

+Zn
> $2e^- + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + H_2O$ → 有choking smell; ← 没拆成离子 (∵ liquid)
> $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

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

☆ 这还是写full equ.比较好 (不知道salt溶不溶水,不溶水不能写成ion)

↳ eg. $2H^+ + Pb(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow Pb^{2+} + SO_2 + 2H_2O$ → 其实salt是$PbSO_4$,不溶水!

↓ Pb^{2+},配一个SO_4^{2-}

$+SO_4^{2-}$ ←平衡equ.— $+SO_4^{2-}$

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

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

HNO_3

- Very dilute HNO_3 (K→Pb)

+Zn
> $2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$ ← 拆了成离子 → state 为 aq
> $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

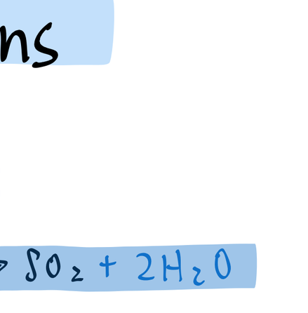
⇒ $2H^+ + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{2+}$

- dilute HNO_3(aq) (all metals)

+Zn
> $3e^- + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow NO + 2H_2O$ (×2: $6e^- + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 2NO + 4H_2O$)
> $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (×3: $3Zn \rightarrow 3Zn^{2+} + 6e^-$) → 可以拆,一定要拆!

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

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



NO不溶于水→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)

- conc. HNO_3(aq) (all metals) ← 尽管是conc.还是aq

+Zn
> $e^- + 2H^+ + NO_3^- \rightarrow NO_2 + H_2O$ (×2: $2e^- + 4H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 2NO_2 + 2H_2O$)
> $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ → 可以拆,一定要拆!

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

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

4 Acid-non-metal reactions

- R.A.
  - Carbon → $2H_2O + C \rightarrow CO_2 + 4H^+ + 4e^-$
  - Sulphur → $2H_2O + S \rightarrow SO_2 + 4H^+ + 4e^-$
- O.A. (only conc. H_2SO_4) → $2e^- + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

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

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

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

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

5 Acid-metal ion reaction

- R.A. — metal ions —especially→ Fe^{2+} — $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$
- O.A. — only conc. H_2SO_4 → $2e^- + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

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

∴ $H_2SO_4(l)$ + Fe will undergo 2 reactions

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

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

1个Fe^{2+} → LCM=2 ← 2个Fe^{2+}

$4H^+ + 2H_2SO_4 + 2Fe \rightarrow 2SO_2 + 2Fe^{2+} + 4H_2O$

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

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

⇓

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

6 Differentiating conc. / dilute acids

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

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