

化学笔记整理

修改时间：2022年4月17日

By q779

版本号：4.0

一、常用知识点

- 金属活动性
- 非金属活动性
- 金属离子氧化性
- 简记符号
- 漂白原理

二、书本知识点

1. 实际生活中的化学

- 纯硅的制造
- 吸收二氧化硫
 - a) 燃料脱硫
 - b) 尾气吸收
- 汽车尾气污染

2. 物质的分类

- 氧化物
- 酸碱盐

3. 电离

4. 分散系=分散质+分散剂

5. 摩尔质量

- 物质的量浓度的简化公式
- 气体摩尔体积

6. 物质的分离与提纯

7. 电子层模型

8. 氯碱工业

9. 离子的检验

10. 氧化还原反应

- 常见的氧化剂
- 常见的还原剂

11. 钠

- 钠单质性质很活泼（强还原性）

12. 离子方程式

13. 海洋化学资源的利用

- 海洋元素：溴与碘
- 几种卤素的对比
 - 物理性质对比
 - 氧化性强弱测试
 - 欢乐卤素方程式
 - 检验碘酸根离子

镁

- 单质镁性质很活泼（强还原性）

14. 硫元素

- 硫元素
- 价类二维图

欢乐二氧化硫方程式

欢乐浓硫酸方程式

接触法制硫酸

15.元素周期表

16.微粒间的相互作用力

常见的离子化合物

共价键的分类

常见的共价化合物

电子式

17.物质的多样性

四类晶体的比较

晶体类型的判断方法

物质变化所克服的微粒间作用力类型的判断

a.克服的作用力

b.溶沸点高低的判断

c.化学反应的实质

补充资料

一、常用知识点

金属活动性

强 → 弱

$K > Ca > Na > Li > Mg > H(\text{水}) > Al > Mn > Zn > Cr > Cd > Fe > Ni > Sn > Pb > H(\text{酸}) > Cu > Hg > Ag > Pt > Au$

非金属活动性

25°C, pH=14的水溶液中

$F_2 > Cl_2 > O_3 > Br_2 > I_2 > O_2 > S_8 > C > Si > N_2 > P > H_2$

金属离子氧化性

25°C, pH=0的水溶液中

$Au^{3+} > Pt^{2+} > Hg^{2+} > Ag^+ > Hg_2^{2+} > Fe^{3+} > Cu^{2+} > (H)$
 $> Pb^{2+} > Sn^{2+} > Fe^{2+} > Cr^{3+} > Zn^{2+} > Mn^{2+} > Al^{3+} > Mg^{2+} > Na^+ > Ca^{2+} > K^+ > Rb^+ > Cs^+ > Li^+ \quad (1)$
(注意 Sn^{2+} 、 Pb^{2+} ，不是 Sn^{4+} 、 Pb^{4+})(Hg对应的是 Hg_2^{2+} 而非 Hg^{2+})

简记符号

(s)表示固体

(l)表示液体

(g)表示气体

(aq)表示稀溶液

漂白原理

漂白性物质	漂白原理	变化类型
二氧化硫	生成无色化合物	化学变化
次氯酸	强氧化性	
过氧化钠		
双氧水		
活性炭	吸附性	物理变化

二、书本知识点

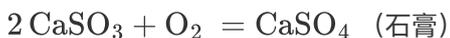
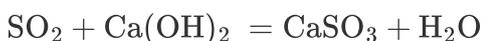
1. 实际生活中的化学

纯硅的制造

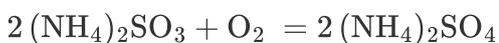


吸收二氧化硫

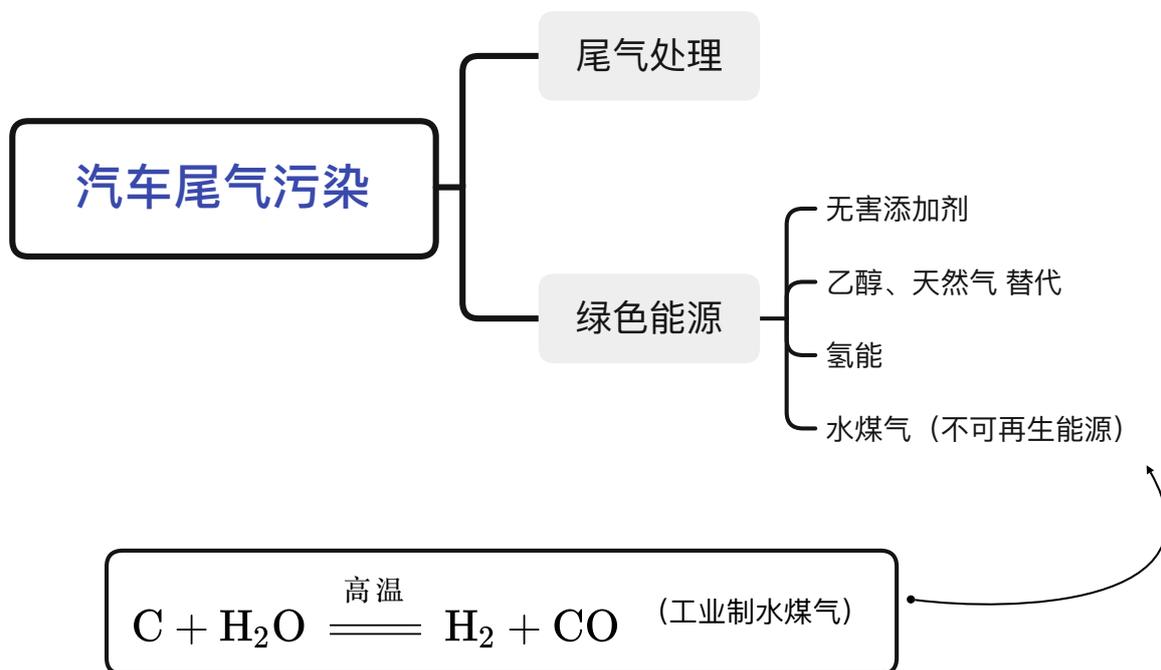
a) 燃料脱硫



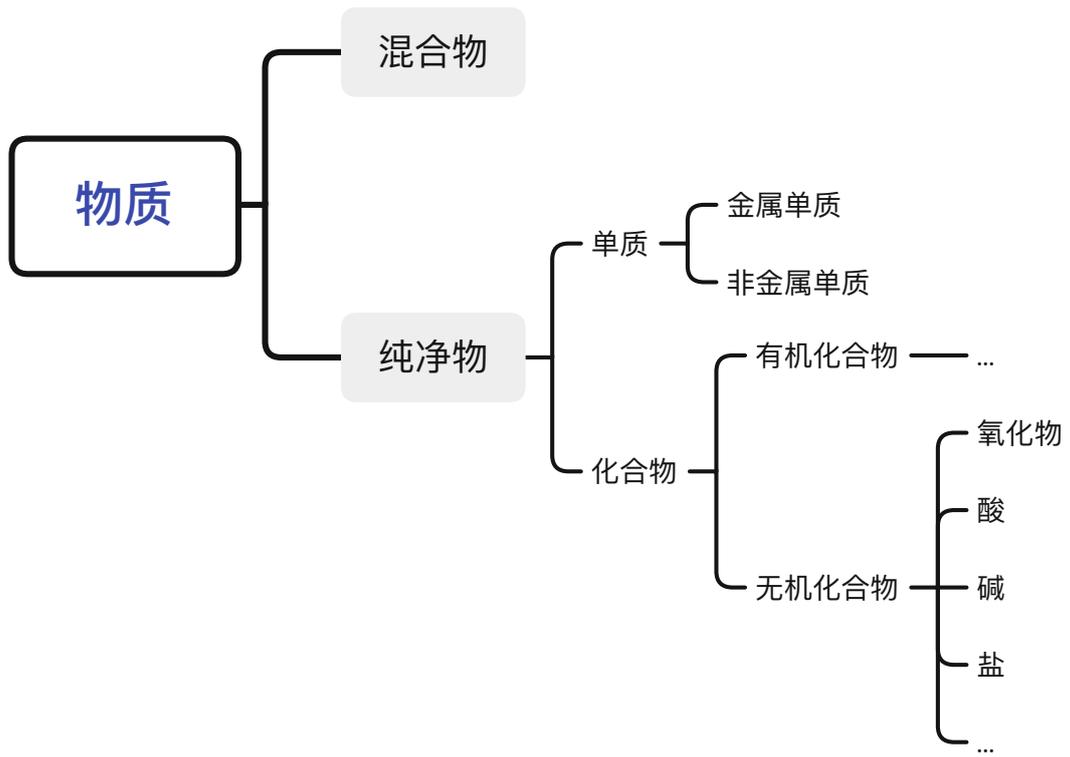
b) 尾气吸收



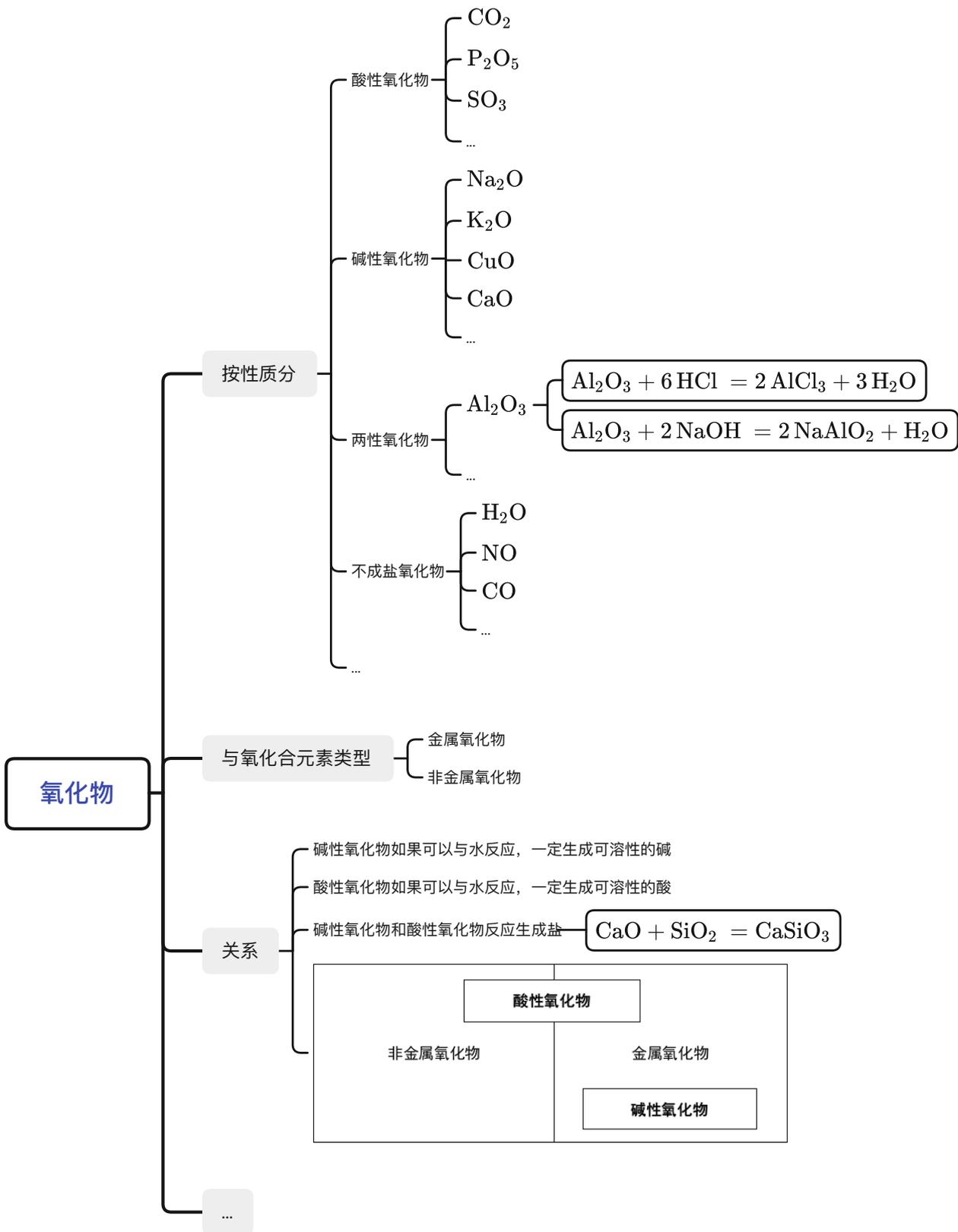
汽车尾气污染



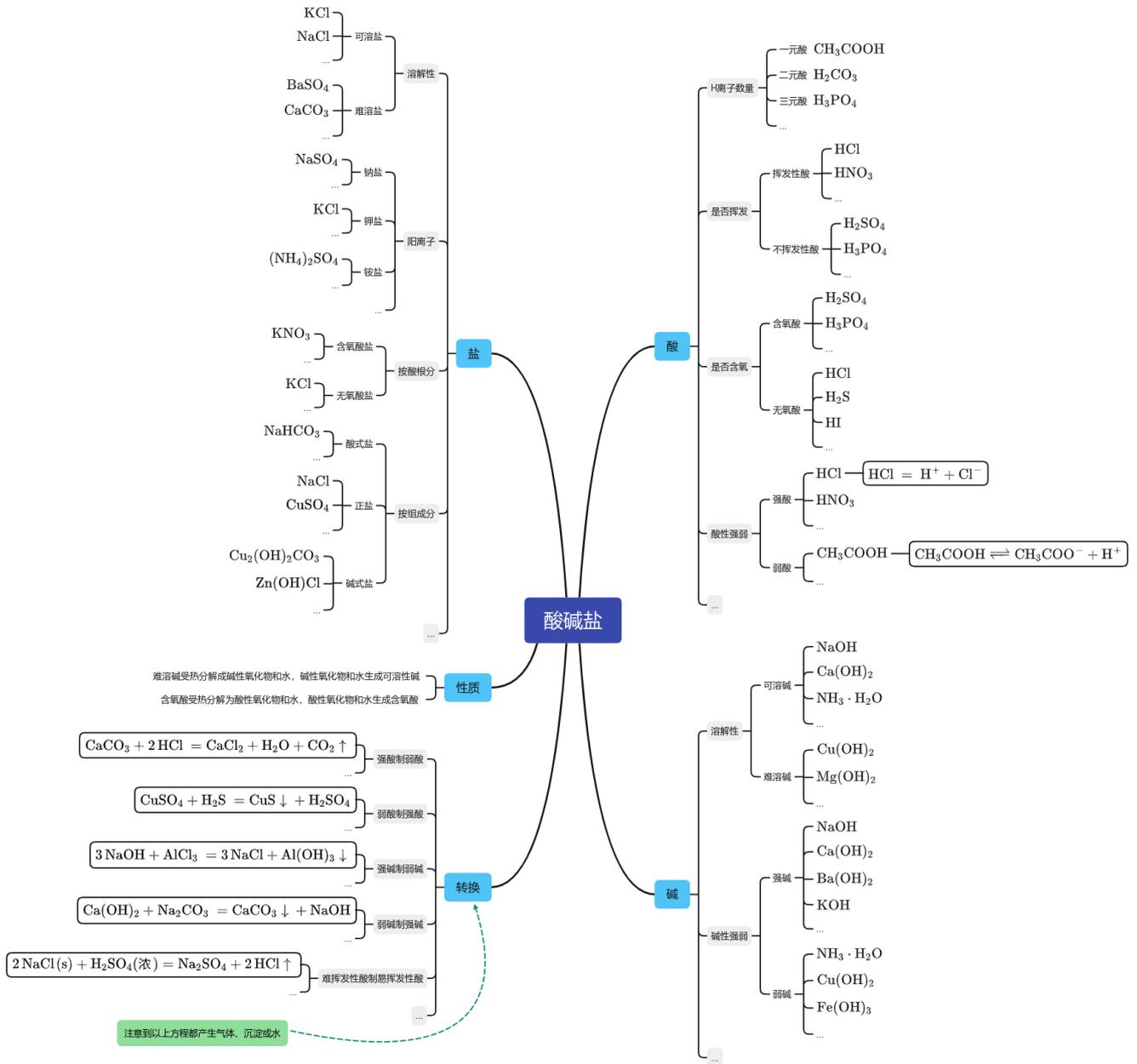
2.物质的分类



氧化物



酸碱盐



3. 电离

电离: 电解质溶于水或熔融离解成自由移动离子的过程

电解质: 在溶于水或熔融状态下能导电的化合物

非电解质: 在溶于水或熔融状态下不能导电的化合物

金属化合物一般是电解质, 例如 电解熔融Al₂O₃制Al

酸碱盐一定是电解质

多数有机物是非电解质

NH₃ 和非金属单质一般是非电解质

辨析:



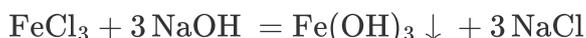
SO₂ 不是电解质, H₂SO₃ 是电解质

纯H₂SO₄是电解质, 但是不导电

4.分散系=分散质+分散剂

分散系	宏观特征	分散质微粒组成	分散质微粒大小 (本质区别)
溶液	均一稳定	分子或离子	$d < 1\text{nm}$
胶体	较均一稳定	较大数目的分子、离子集合体	$1\text{nm} < d < 100\text{nm}$
浊液	不均一不稳定	离子集合体	$d > 100\text{nm}$

丁达尔效应/现象: 当一束光线通过胶体时, 从垂直入射光方向可以观察到胶体里出现的一条光亮的“通路”, 丁达尔效应的出现从而也寓意着光可被看见



人工合成的首个有机物: 尿素CO(NH₂)₂

5.摩尔质量

1 mol 微粒大约 6.02×10^{23} 个

mol 不能是宏观的物体, 且要标明具体名称

物质的摩尔质量在数值上等于其相对原子质量

常见的标况下非气体

液态的有: H₂O, C₂H₅OH, Br₂, H₂SO₄, CCl₄, Hg 等

固体的有: 绝大多数金属、C, S, P, SiO₂、绝大多数的盐、碱

物质的量浓度的简化公式

$$c = \frac{1000\rho\omega}{M}$$

证明: 溶液浓度 ω , 溶液密度 ρ (单位 g/mL)

设溶质质量 m_1 ，溶液质量 m_2 （单位均为 g），体积为 V （单位为 mL）

$$\therefore \omega = \frac{m_1}{m_2}, \rho = \frac{m_2}{V}, n = \frac{m_1}{V_m}$$

$$\therefore m_2 = \frac{m_1}{\omega}$$

$$\therefore \rho = \frac{\frac{m_1}{\omega}}{V} = \frac{m_1}{\omega V}$$

$$\therefore c = \frac{n}{V \times 10^{-3}} = \frac{10^3 \times m_1 M^{-1}}{m_1 (\rho \omega)^{-1}} = \frac{1000 \rho \omega}{M}$$

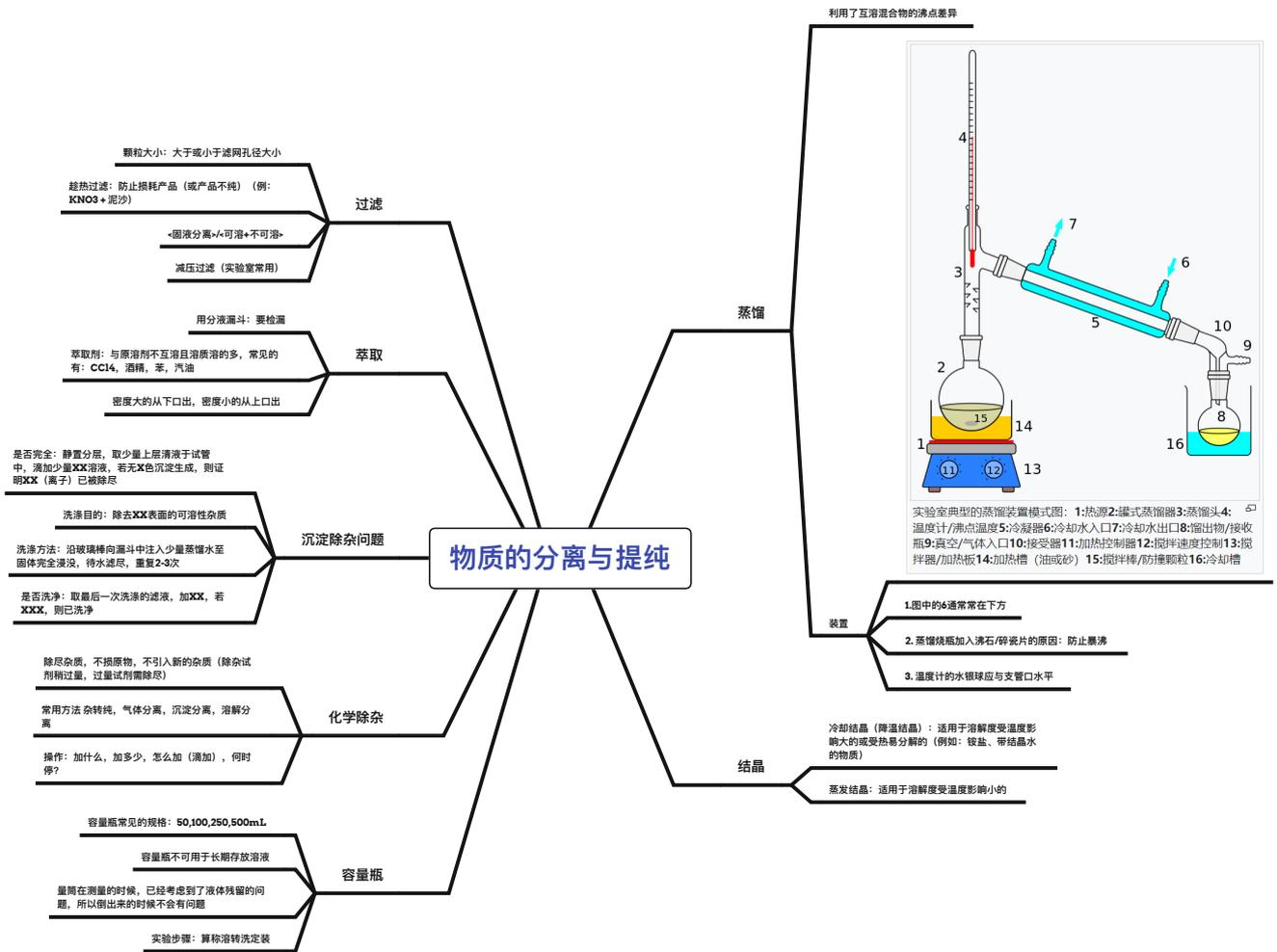
气体摩尔体积

$$pV = nRT \Rightarrow V = n \times \frac{RT}{p} = nV_m$$

标况下 $V_m \approx 22.4\text{L/mol}$

$$\rho = \frac{M}{V_m}$$

6.物质的分离与提纯



7.电子层模型

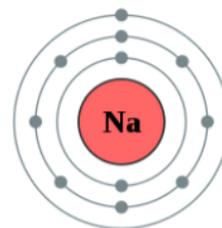
电子层，或称电子壳或电子壳层，是原子物理学中，一组拥有相同主量子数 n 的原子轨道。电子层组成为一粒原子的电子序。这可以证明电子层可容纳最多电子的数量为 $2n^2$ （但当第一层电子为倒数第一层只能容纳2个；倒数第1层只能容纳8个，倒数第2层只能容纳18个），这种全满的电子层称为“闭合壳层”。

亨利·莫塞莱和查尔斯·巴克拉的X-射线吸收研究首次于实验中发现电子层。巴克拉把它们称为K、L和M（以英文字母排列）等电子层。这些字母后来被 n 值1、2、3等取代。它们被用于分光镜的西格班记号法。

电子层的名字起源于波耳模型中，电子被认为一组一组地围绕着核心以特定的距离旋转，所以轨迹就形成了一个壳。

11: Sodium

2,8,1



钠原子电子层模型

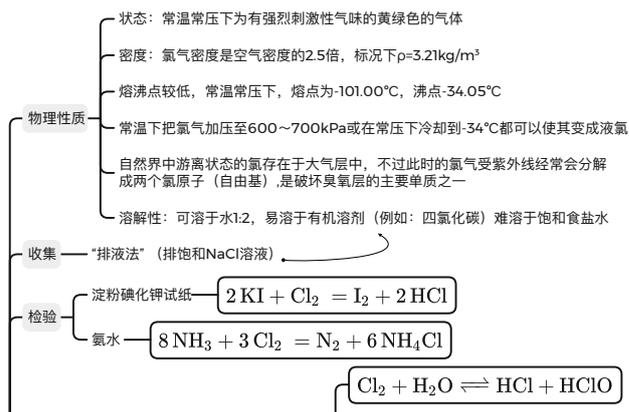
科学家	提出的观点/理论
道尔顿	一切物质由不可分割的原子构成
汤姆生	原子中存在电子
卢瑟福	α 粒子轰击金箔，证明有原子核
波尔	原子结构模型
???	高考不考

电子离核由近到远

—KLMNOPQ—>

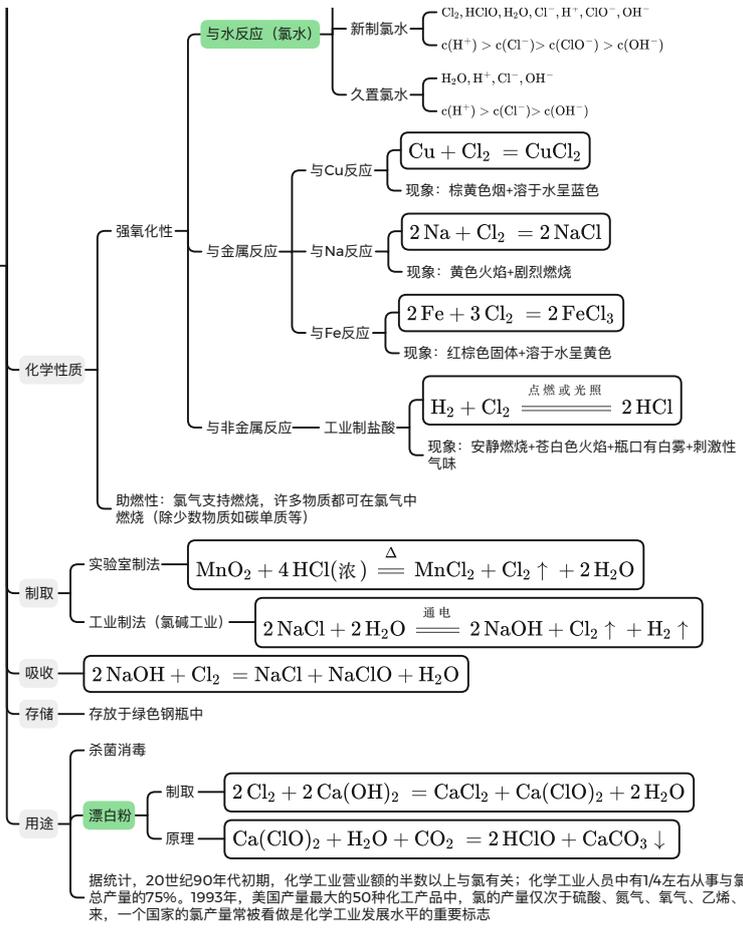
化学反应：原子核不变，核外电子可能变，化学性质取决于最外层电子数

8.氯碱工业

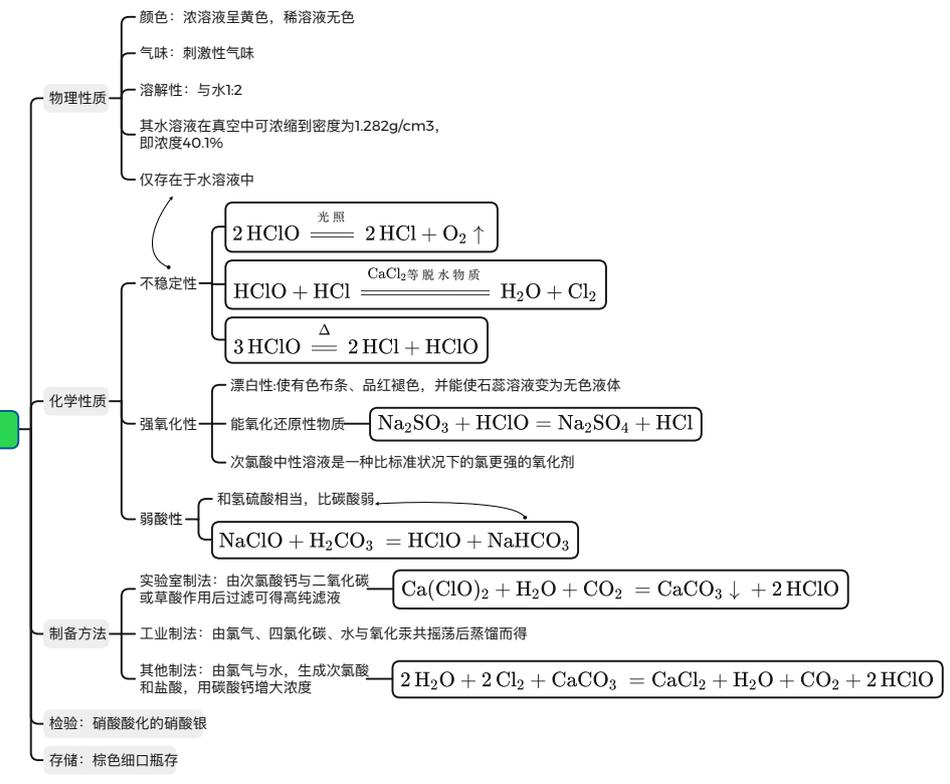


Cl 元素

Cl₂



HClO



物理性质

- 密度: 1.25g/cm³
- 熔点: -16°C
- 沸点: 111°C
- 外观: 白色结晶性粉末
- 溶解性: 可溶于水
- 强氧化性: $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ (与双氧水反应)



9.离子的检验

离子	检验方法	Ex
检验 SO_4^{2-}	先稀HCl后BaCl ₂ 溶液	不用先HNO ₃ 原因: SO_3^{2-} 会被氧化成 SO_4^{2-}
检验 CO_3^{2-}	加BaCl ₂ 溶液, 滤出的沉淀中加盐酸, 若白色沉淀溶解, 则证明溶液中含有 CO_3^{2-}	稀HCl或Ca(OH) ₂ 无法排除HCO ₃ ⁻ 的干扰!
检验 NH_4^+	加碱即可, 用湿润红色石蕊试纸 (变蓝说明生成碱性物质) 方程式: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	试纸要放瓶口, 放里面碰到碱就不对了
检验 Fe^{3+}	加碱, $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ 有红褐色沉淀; 加硫氰化物, $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液变成血红色 (KSCN是硫氰化钾)	
检验 K^+	焰色试验, 透过蓝色钴玻璃有紫色火焰	焰色试验是利用物理性质的
检验 Na^+	焰色试验, 黄色火焰	

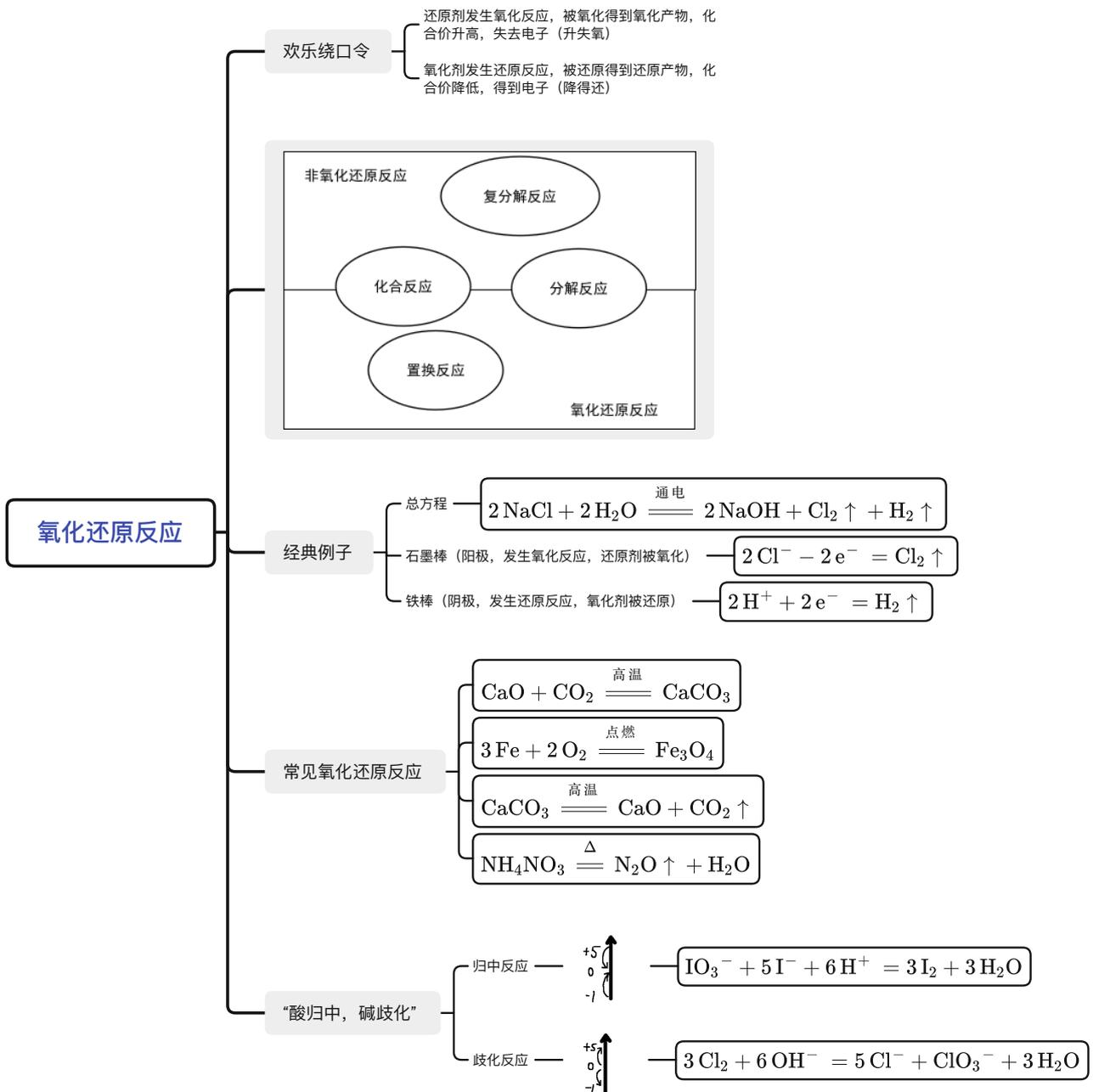
10.氧化还原反应

常见的氧化剂

1. 活泼的非金属单质: $\text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{O}_2$ 等
2. 元素处与高化合价的化合物: $\text{MnO}_2, \text{浓H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3, \text{HClO}, \text{KMnO}_4, \text{FeCl}_3, \text{NaClO}$ 等
3. 过氧化物: $\text{H}_2\text{O}_2, \text{Na}_2\text{O}_2$ 等

常见的还原剂

1. 活泼的金属单质: $\text{Na}, \text{Al}, \text{Zn}, \text{Fe}$ 等
2. 某些非金属单质: $\text{H}_2, \text{C}, \text{Si}$ 等
3. 元素处于低化合价的化合物: $\text{CO}, \text{SO}_2, \text{NH}_3, \text{HCl}, \text{H}_2\text{S}, \text{Na}_2\text{SO}_3, \text{FeSO}_4$ 等



Na 元素

Na

- 物理性质
 - 银白色立方体结构金属，质软而轻可用小刀切割，具有良好的延展性，硬度也低
 - 密度：0.968 g/cm³
 - 熔点：97.72°C
 - 沸点：883°C
 - 颜色：新切面有银白色光泽，在空气中氧化转变为暗灰色
 - 溶解度：能够溶于汞和液态氨，溶于液氨形成蓝色溶液。在-20°C时变硬
 - 具有抗腐蚀性
 - 钠是热和电的良好导体，具有较好的导磁性，钾钠合金（液态）是核反应堆导热剂
- 化学性质——强还原性
 - 与水反应： $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
现象：Na小球被氢气推着跑 --- qwq
先与水反应产生氢氧化钠
 - 与硫酸铜溶液反应： $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
反应放热可能使氢氧化铜变为氧化铜（氢氧化铜不稳定）
 - 与四氯化钛反应： $\text{TiCl}_4 + 4\text{Na} \xrightarrow{700-800^\circ\text{C}} \text{Ti} + 4\text{NaCl}$
 - 与硫磺反应： $2\text{Na} + \text{S} \xrightarrow{\text{研磨}} \text{Na}_2\text{S}$
- 工业制法：电解熔融氯化钠： $2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$
- 存储：保存在煤油中
 - $\rho(\text{煤油}) < \rho(\text{Na})$
 - 隔绝空气
- 用途——制高压钠灯原因：钠蒸气黄光通透性强

Na₂O

- 简单制取： $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$
- $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

Na₂O₂

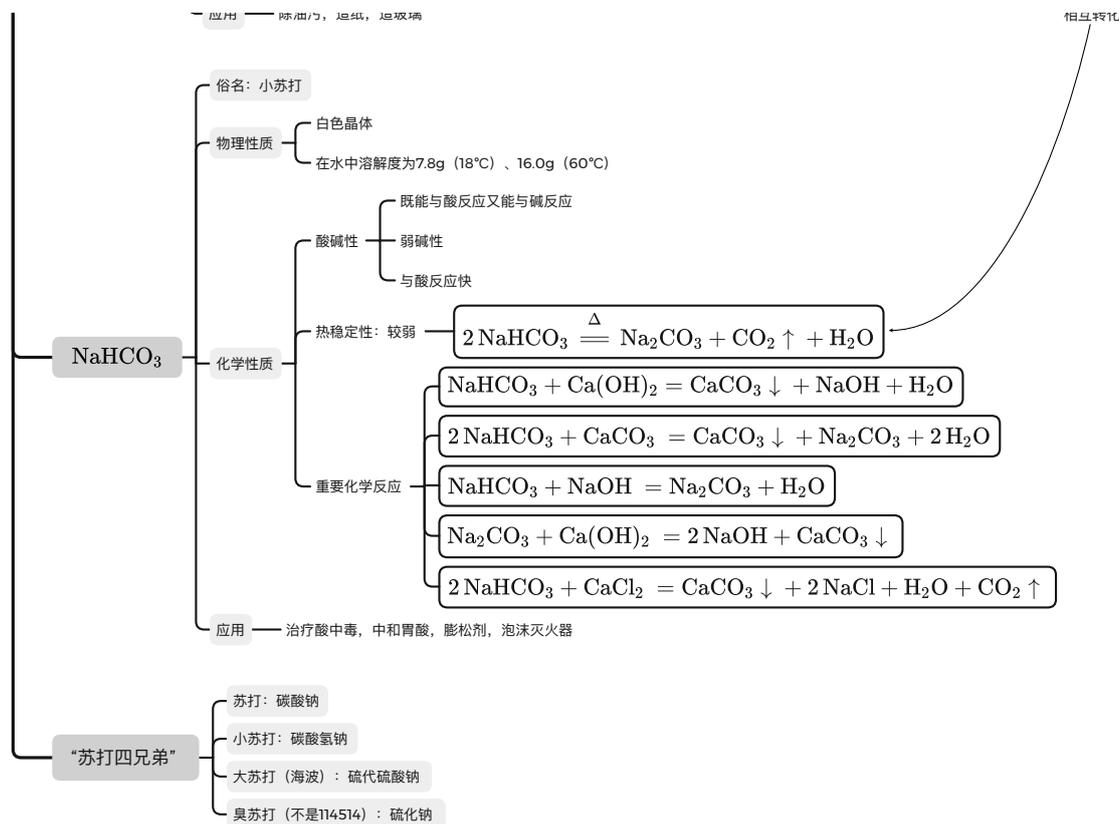
- 简单制取： $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$
现象：熔成闪亮小球，后剧烈燃烧，黄色火焰，淡黄色固体
- $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
- $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

Na₂CO₃

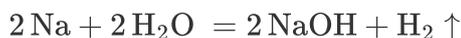
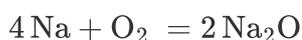
- 俗名：纯碱、苏打
- 物理性质
 - 常温下为白色无气味的粉末或颗粒
 - 有吸水性，露置空气中逐渐吸收1mol/L水分（约15%）
- 化学性质
 - 酸碱性
 - 水溶液呈碱性且有一定的腐蚀性
 - 与酸反应慢
 - 热稳定性：较强
 - 高温会分解： $\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 - 长期暴露在空气中能吸收空气中的水分及二氧化碳，生成碳酸氢钠，并结成硬块： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$
 - 石碱在干燥的空气中易风化： $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$
 - 碳酸钠水解
 - $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
 - $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
 - $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
 - 重要化学反应
 - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \downarrow$
 - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3 \downarrow$

应用——除油污 造纸 玻璃

如下转化



钠单质性质很活泼 (强还原性)

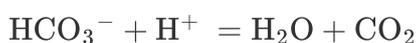
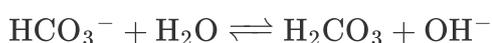


12.离子方程式

拆: 强酸强碱可溶性盐

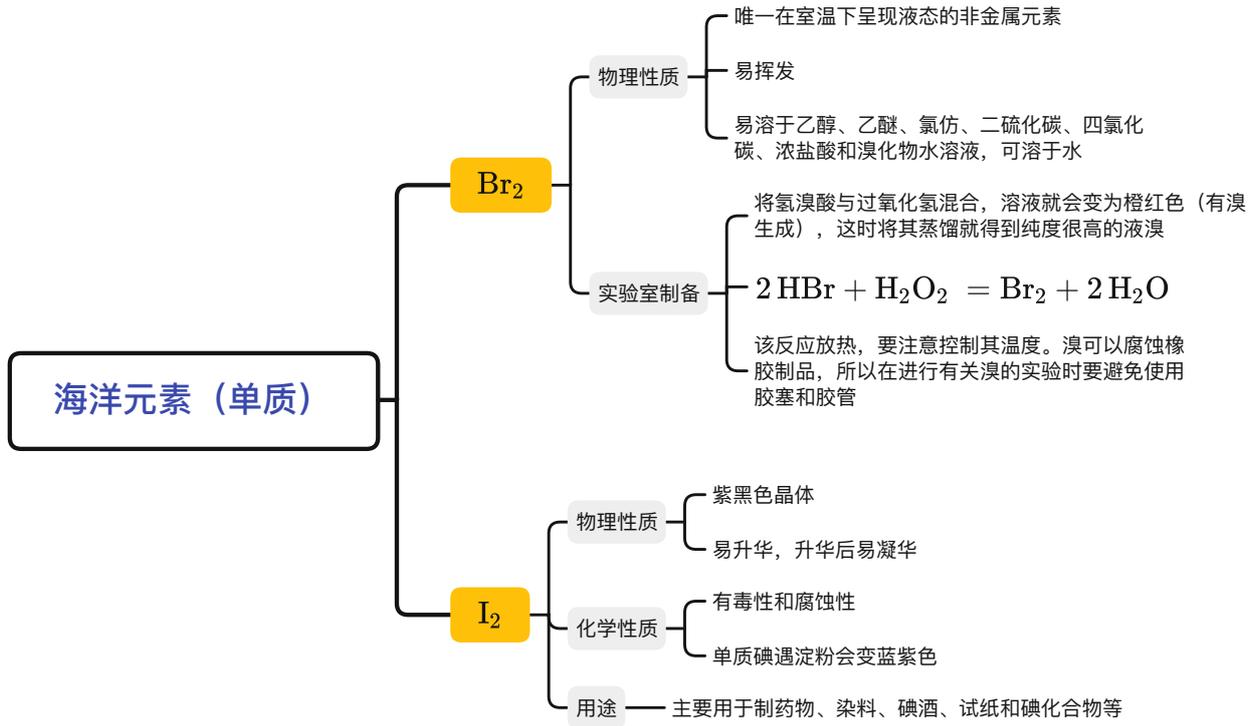
不拆: 弱酸弱碱不可溶性盐, 单质, 氧化物

溶液中不能同时存在大量强还原性和强氧化性的离子

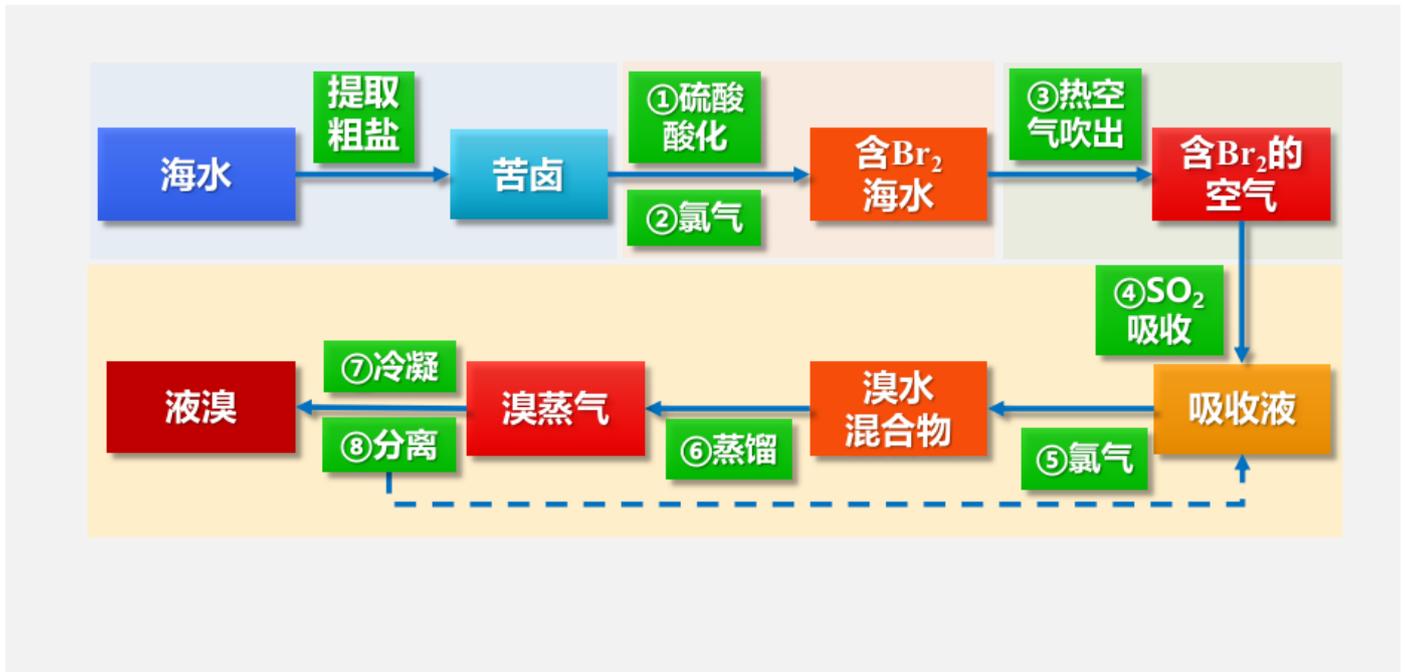


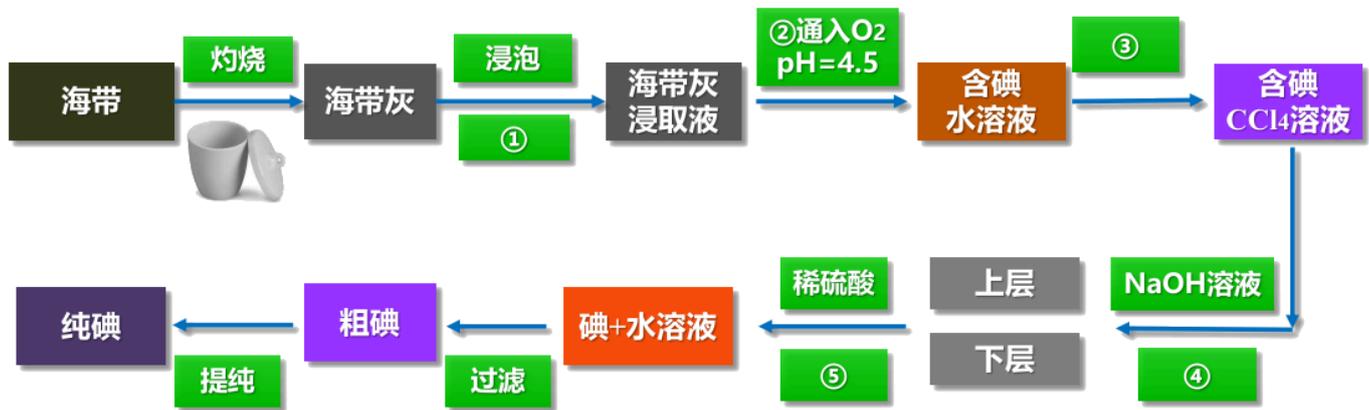
13.海洋化学资源的利用

海洋元素：溴与碘



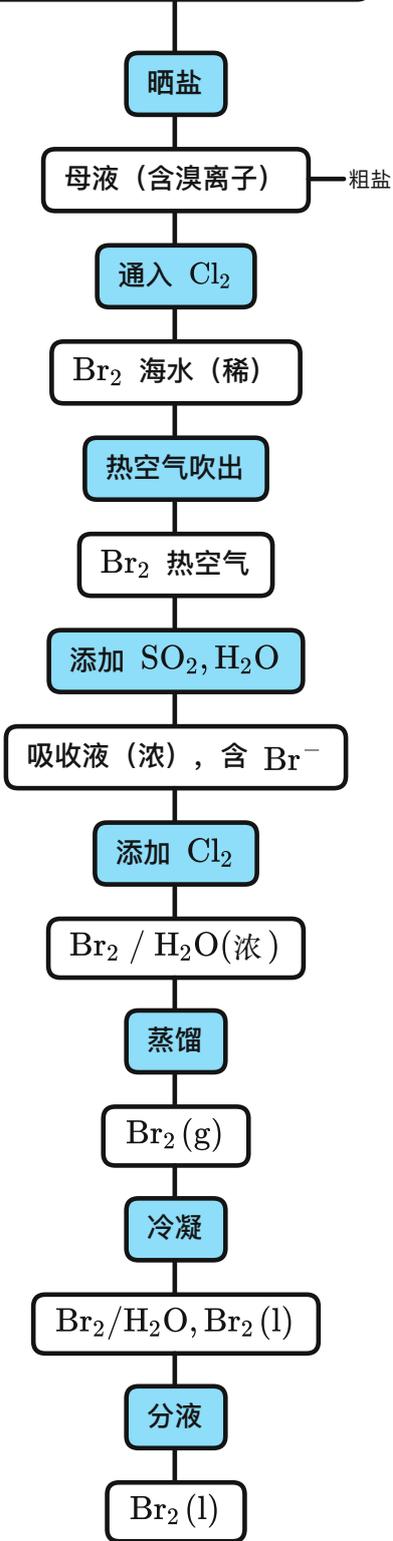
PPT截图版本





板书版本

海水中提取 Br_2



海产品中提取 I_2

晒干并灼烧 (坩埚)

海带灰

浸泡

提取液, 含 I^-

- 1. 氧化性强
 - 2. 绿色环保
 - 3. 不产生杂质
 - 4. 便宜!
- 用氧气最好

添加氧化剂

I_2/H_2O

萃取, 分液

I_2/CCl_4

与萃取过程相反, 被萃取物从有机相返回水相的过程

反萃取

上层: I^-, IO_3^-

下层: CCl_4

酸归中

添加 H_2SO_4

$I_2, H_2O(浓)$

过滤

粗碘

升华

I_2

几种卤素的对比

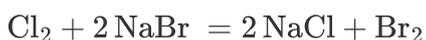
物理性质对比

注：氯Cl₂相关资料略

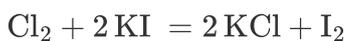
物质	色态	特性	溶解性	H ₂ O溶液颜色	CCl ₄ 溶液颜色
Br ₂	红棕色(l)	易挥发	微溶于水，易溶于有机溶剂	黄	棕红
I ₂	紫黑色(s)	易升华，使淀粉变蓝	同上	棕黄	紫红

注：有机溶剂指 苯，CCl₄，C₂H₅OH，汽油等

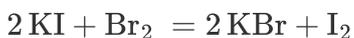
氧化性强弱测试



现象：无色变黄色，加 CCl₄ 先分层（上黄下无），振荡试管后上浅黄下红



无色变黄色，加CCl₄先分层（上黄下无），振荡试管后上浅黄下紫红



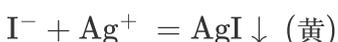
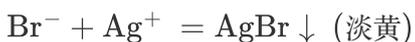
无色变黄色，加CCl₄先分层（上黄下无），振荡试管后上浅黄下紫红

于是提前加好淀粉

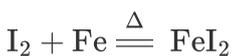
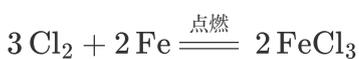
然后在加 Br₂的时候变蓝

欢乐卤素方程式

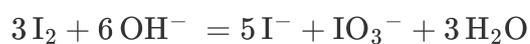
a)与Ag⁺反应



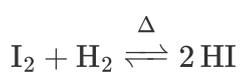
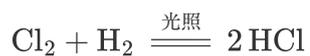
b)与Fe反应



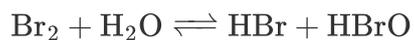
c)与OH⁻反应



d)与H₂反应



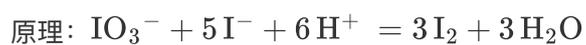
e)与H₂O反应



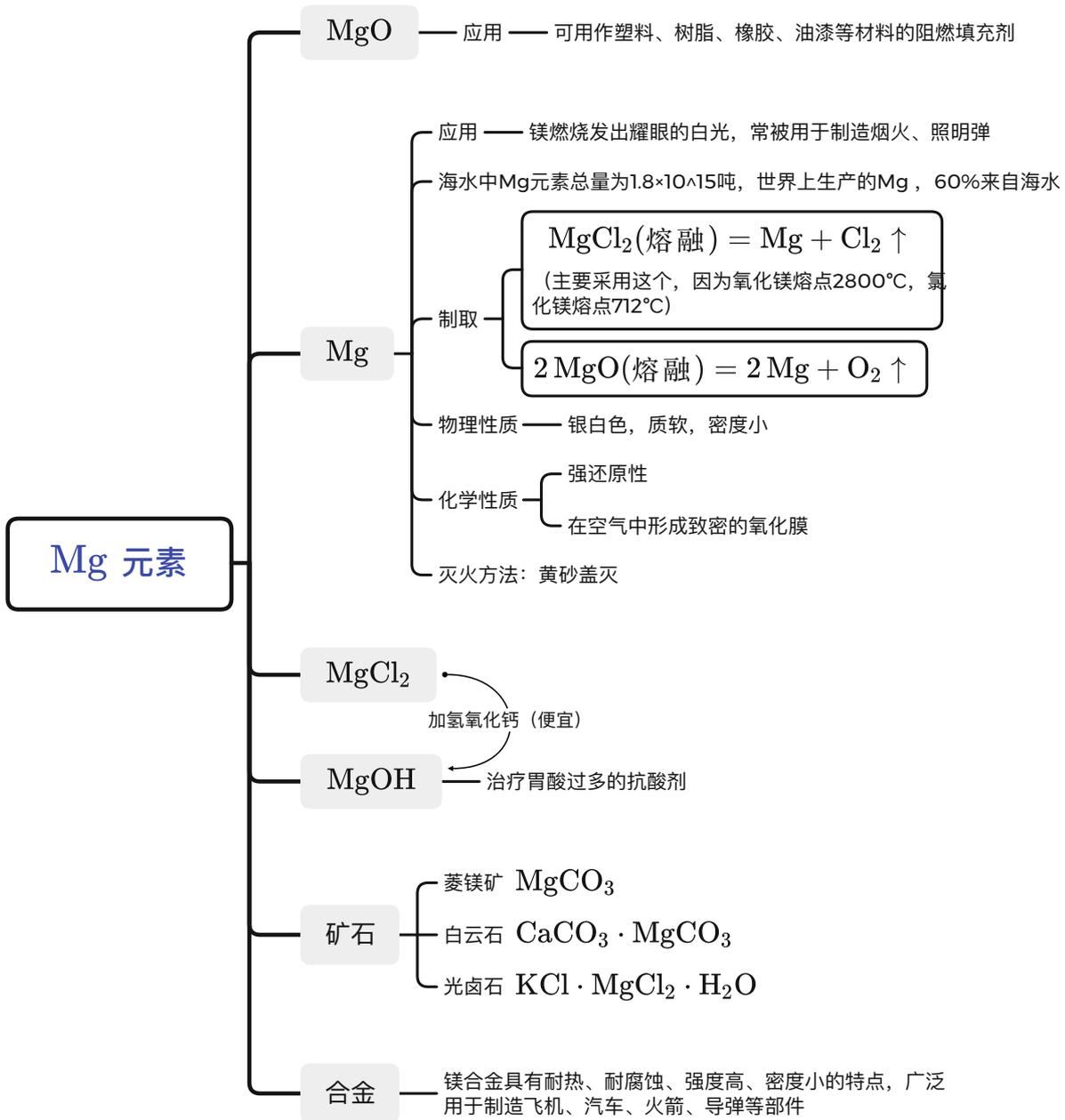
检验碘酸根离子

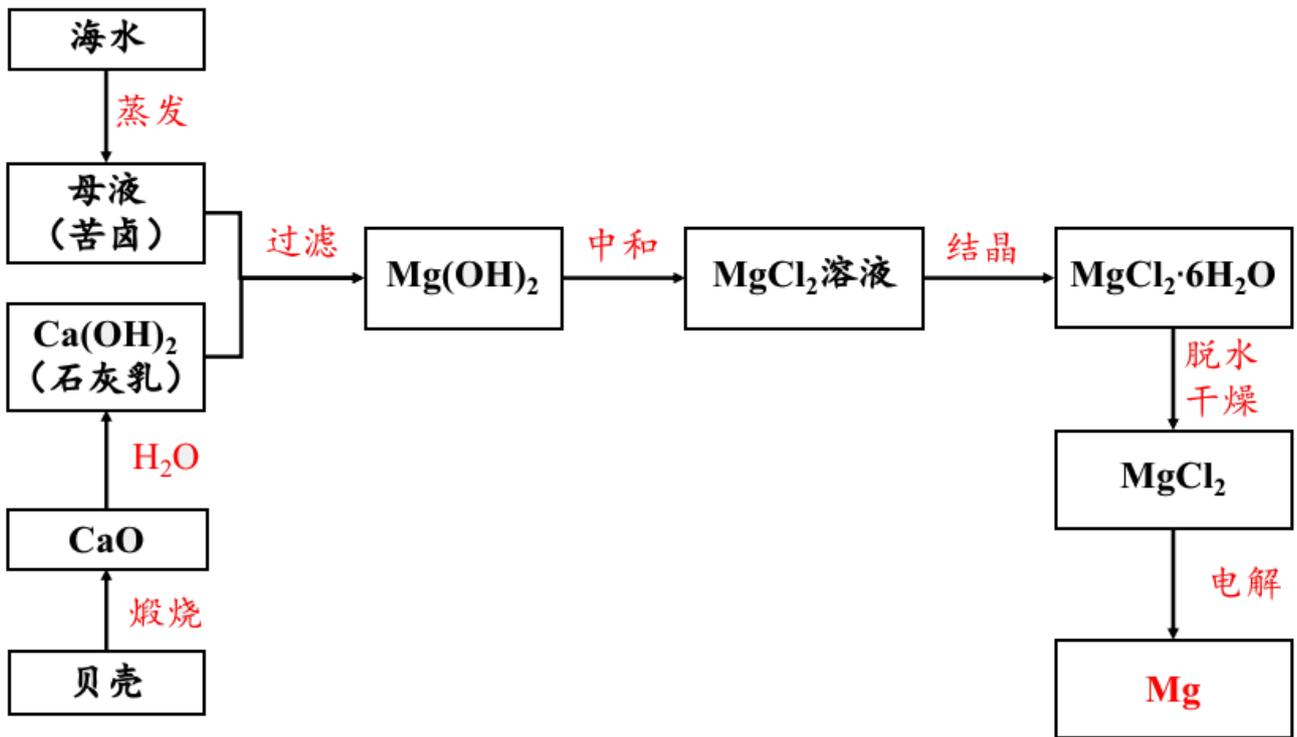
步骤

1. 酸化 (弱酸即可)
2. 淀粉水溶液做分散剂
3. KI溶液

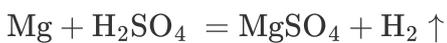
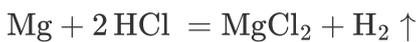
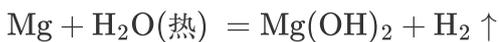
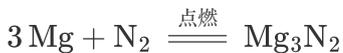
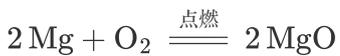


镁



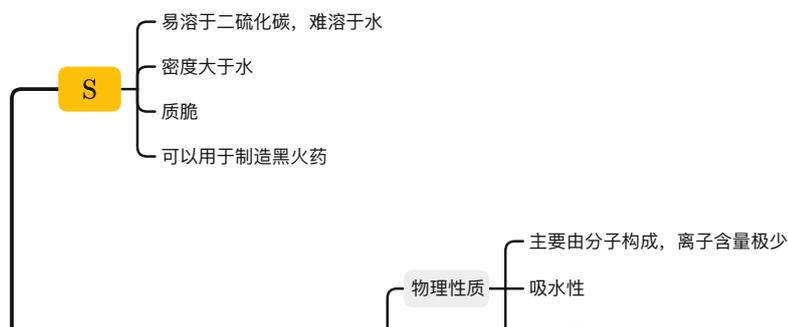


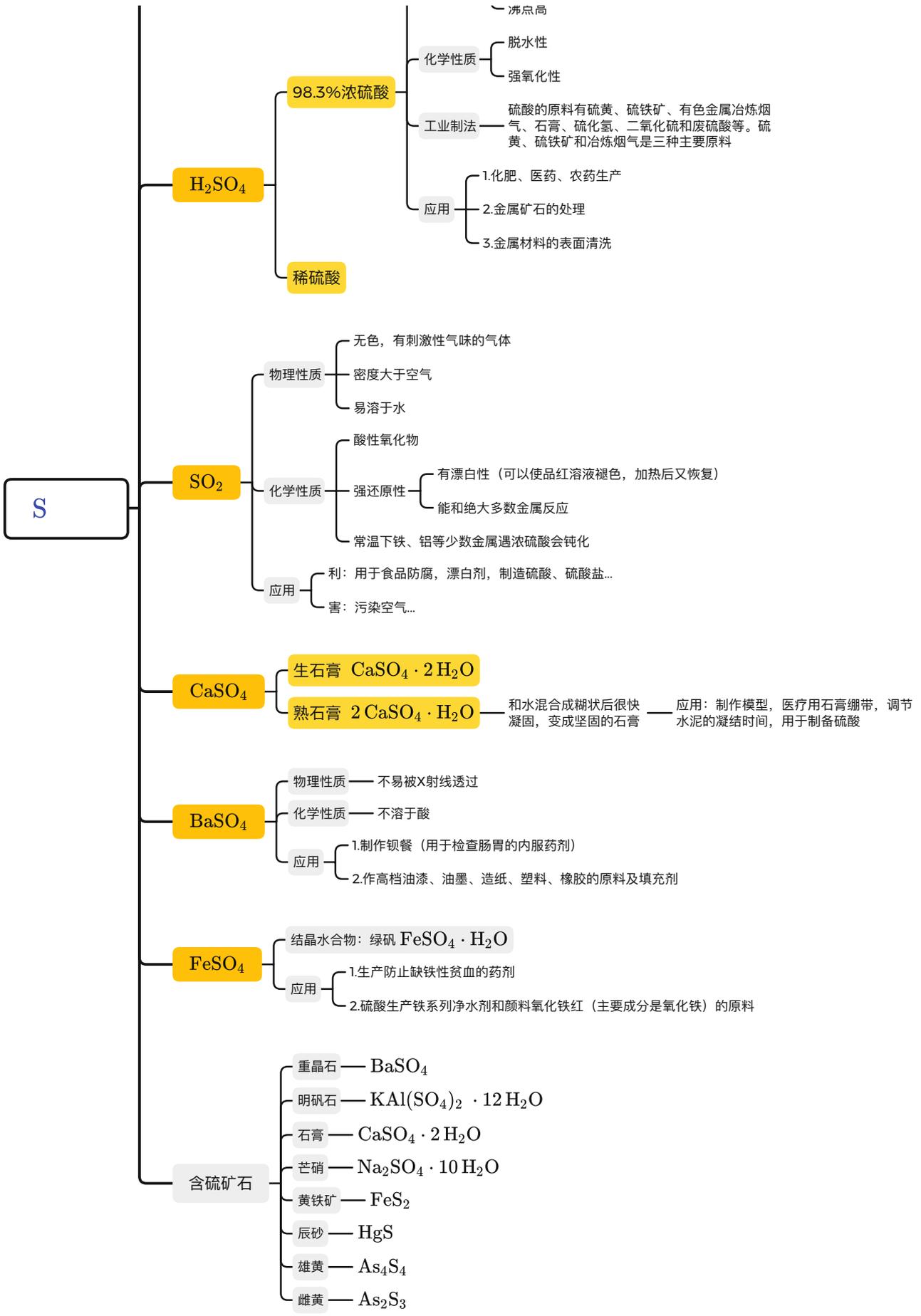
单质镁性质很活泼（强还原性）



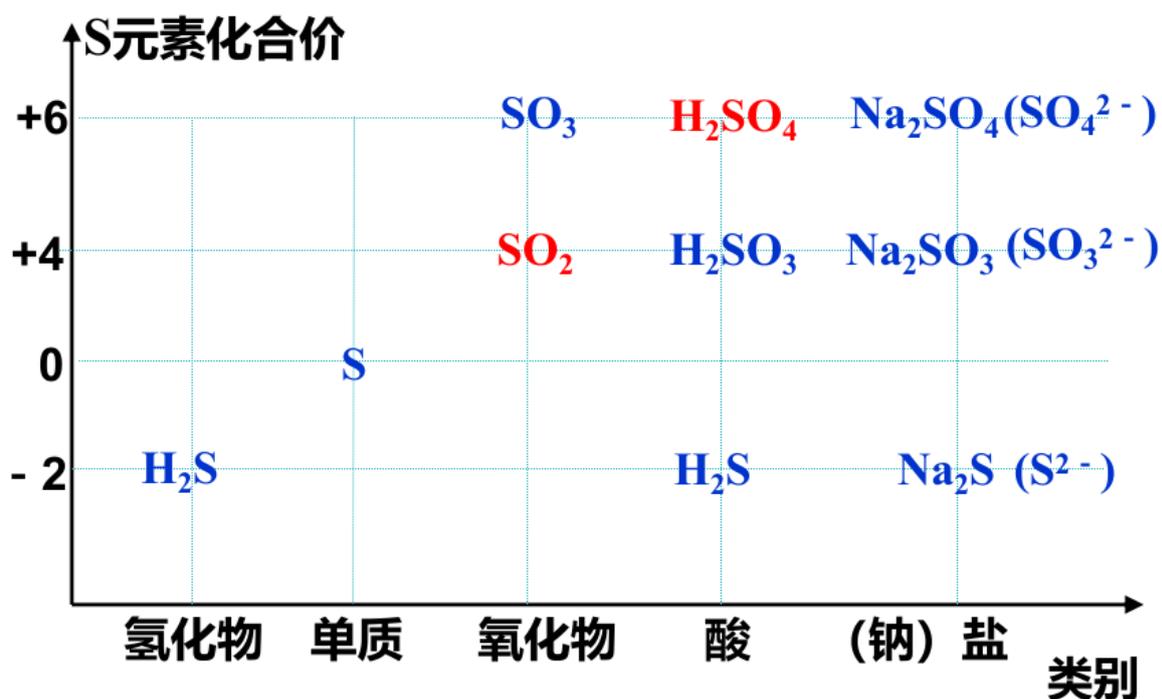
14. 硫元素

硫元素

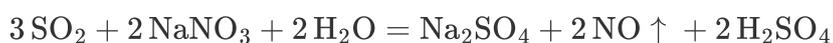
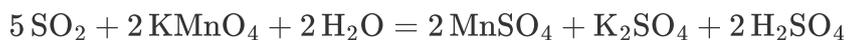
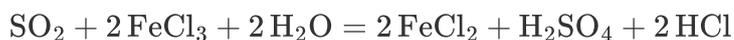
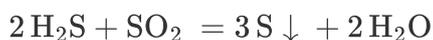
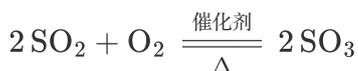
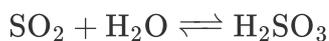




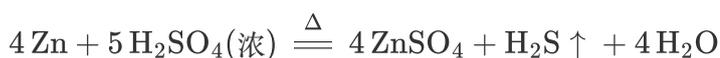
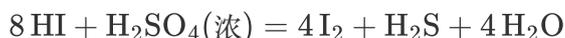
价类二维图



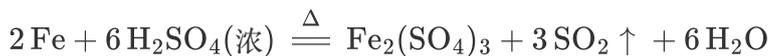
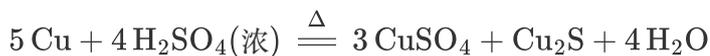
欢乐二氧化硫方程式



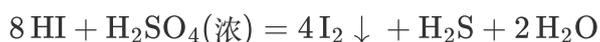
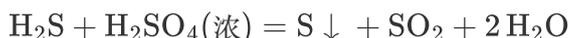
欢乐浓硫酸方程式



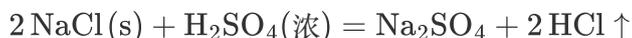
常压加热时，浓硫酸可以与除铍，钪之外的所有金属（包括铂，金）反应，生成高价金属硫酸盐，本身被还原成 SO_2 , S , H_2S 或金属硫化物



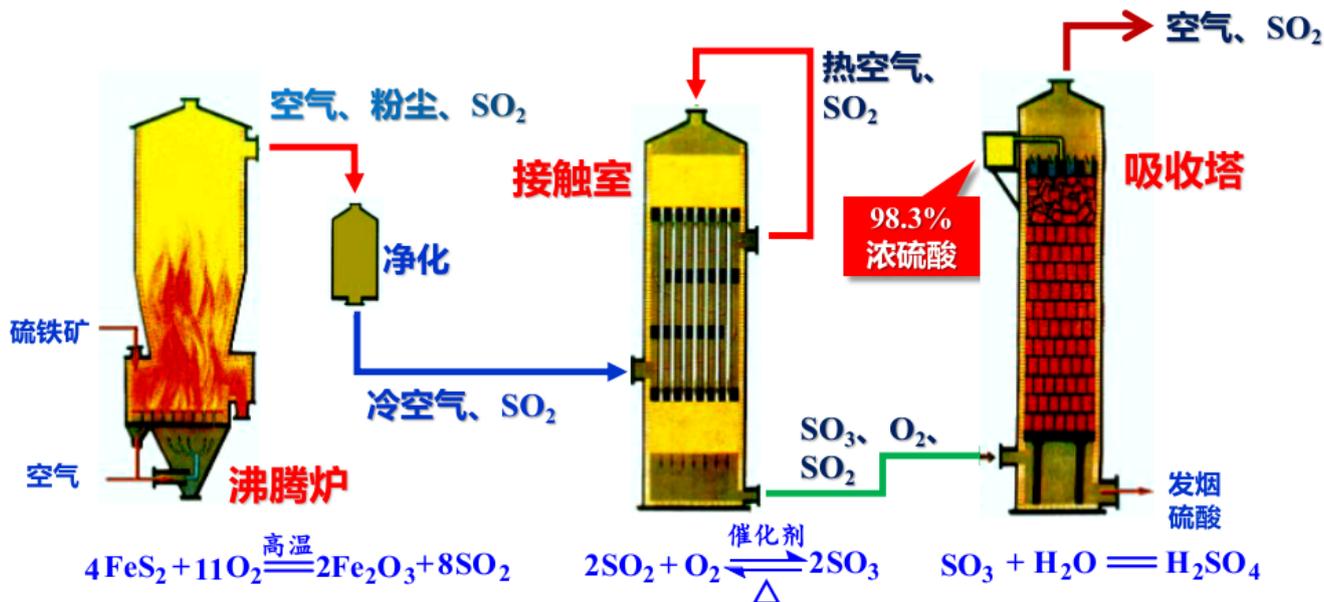
浓硫酸具有强氧化性，实验室制取 H_2S , HI 等还原性气体不能选用浓硫酸做干燥剂



难挥发性酸制易挥发性酸



接触法制硫酸



步骤/流程：（书本内容）

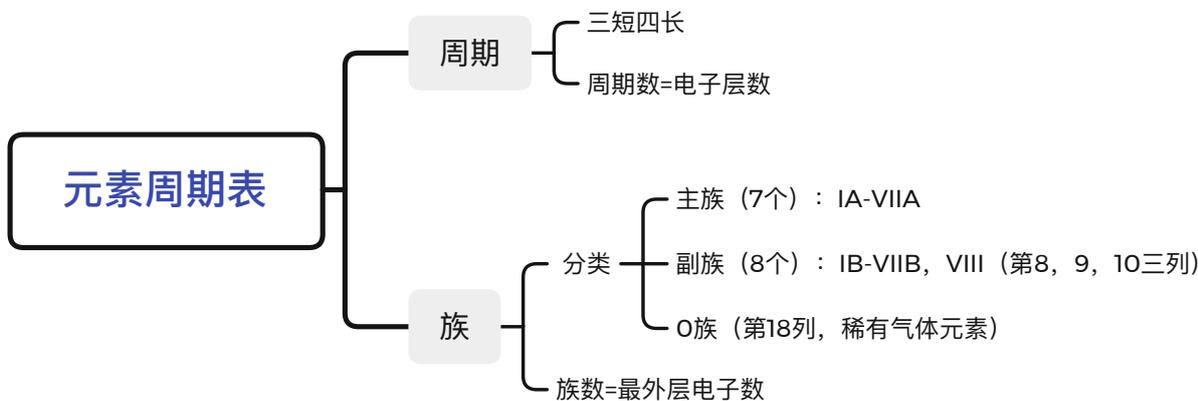
- 一、原料硫铁矿经过粉碎后投入沸腾炉中，通入空气，硫铁矿和氧气在高温条件下充分混合发生反应，产生大量的热
- 二、由于硫铁矿中含有杂质，因此沸腾炉中反应产生的气体需要经过除尘净化后方可通入接触室，二氧化硫在加热、催化剂的作用下在接触室中被氧化为三氧化硫
- 三、上述反应的条件通常在常压、450°C左右，用五氧化二钒 V_2O_5 作催化剂，反应放出大量的热，接触室中安装热交换器，可以充分利用这部分热量来预热进入接触室的二氧化硫和氧气的混合气体，同时冷却反应后生成的三氧化硫
- 四、在吸收塔中，用98.3%的浓硫酸吸收三氧化硫，再稀释成不同浓度的工业产品，不用水吸收三氧化硫，是为了防止三氧化硫溶于水放出大量的热导致酸雾，降低吸收速率

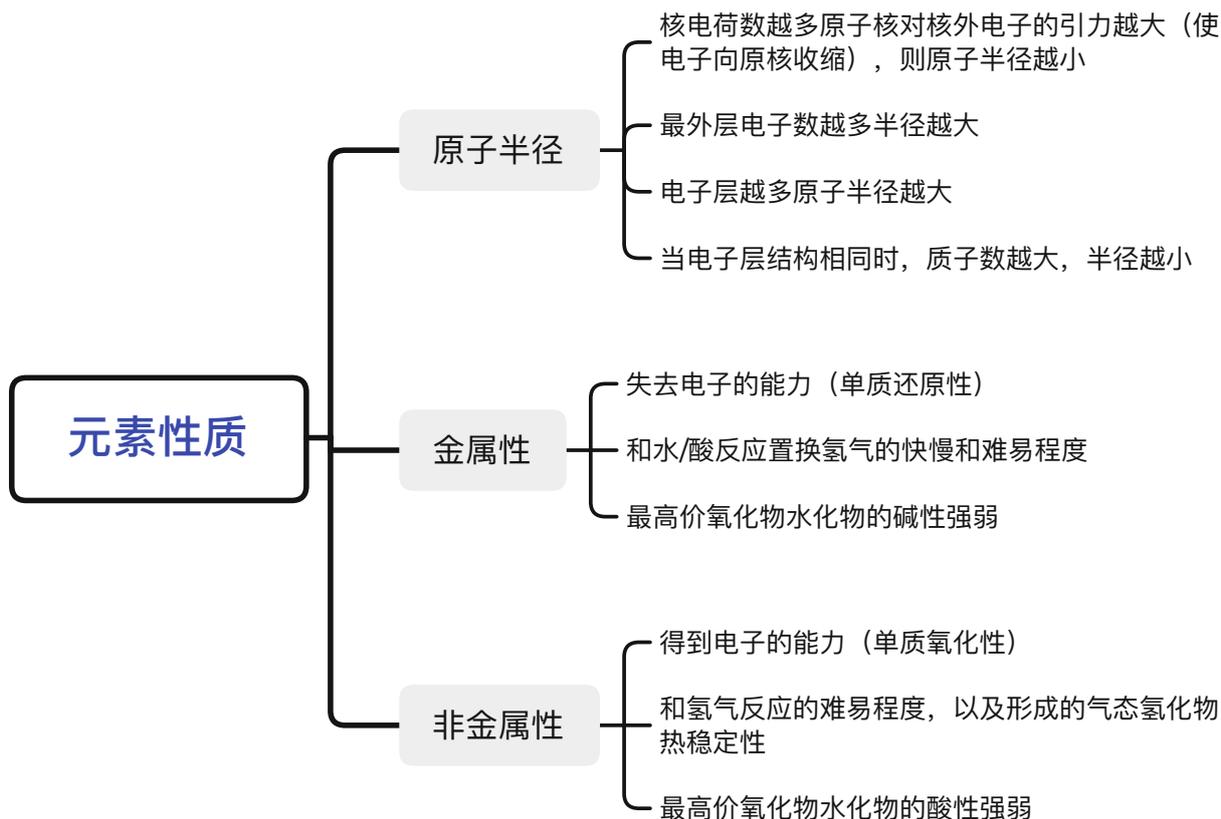
15.元素周期表

元素周期表

周期	IA																	0	电子层	0族	电子数		
1	1 H 氢 1s ¹ 1.008																	2 He 氦 1s ² 4.003	K	2	2		
2	3 Li 锂 2s ¹ 6.941	IIA	4 Be 铍 2s ² 9.012													5 B 硼 2s ² 2p ¹ 10.81	6 C 碳 2s ² 2p ² 12.01	7 N 氮 2s ² 2p ³ 14.01	8 O 氧 2s ² 2p ⁴ 16.00	9 F 氟 2s ² 2p ⁵ 19.00	10 Ne 氖 2s ² 2p ⁶ 20.18	L K	8 2
3	11 Na 钠 3s ¹ 22.99	12 Mg 镁 3s ² 24.31	III B	13 Al 铝 3s ² 3p ¹ 26.98	IV B	14 Si 硅 3s ² 3p ² 28.09	V B	15 P 磷 3s ² 3p ³ 30.97	VIB	16 S 硫 3s ² 3p ⁴ 32.06	VII B	17 Cl 氯 3s ² 3p ⁵ 35.45	18 Ar 氩 3s ² 3p ⁶ 39.95	M L K	8 8 2								
4	19 K 钾 4s ¹ 39.10	20 Ca 钙 4s ² 40.08	21 Sc 钪 3d ¹ 4s ² 44.96	22 Ti 钛 3d ² 4s ² 47.87	23 V 钒 3d ³ 4s ² 50.94	24 Cr 铬 3d ⁵ 4s ¹ 52.00	25 Mn 锰 3d ⁵ 4s ² 54.94	26 Fe 铁 3d ⁶ 4s ² 55.85	27 Co 钴 3d ⁷ 4s ² 58.93	28 Ni 镍 3d ⁸ 4s ² 58.69	29 Cu 铜 3d ¹⁰ 4s ¹ 63.55	30 Zn 锌 3d ¹⁰ 4s ² 65.38	31 Ga 镓 4s ² 4p ¹ 69.72	32 Ge 锗 4s ² 4p ² 72.63	33 As 砷 4s ² 4p ³ 74.92	34 Se 硒 4s ² 4p ⁴ 78.96	35 Br 溴 4s ² 4p ⁵ 79.90	36 Kr 氪 4s ² 4p ⁶ 83.80	N M L K	8 18 8 2			
5	37 Rb 铷 5s ¹ 85.47	38 Sr 锶 5s ² 87.62	39 Y 钇 4d ¹ 5s ² 88.91	40 Zr 锆 4d ² 5s ² 91.22	41 Nb 铌 4d ⁴ 5s ¹ 92.91	42 Mo 钼 4d ⁵ 5s ¹ 95.96	43 Tc 锝 4d ⁵ 5s ² [98]	44 Ru 钌 4d ⁷ 5s ¹ 101.1	45 Rh 铑 4d ⁸ 5s ¹ 102.9	46 Pd 钯 4d ¹⁰ 106.4	47 Ag 银 4d ¹⁰ 5s ¹ 107.9	48 Cd 镉 4d ¹⁰ 5s ² 112.4	49 In 铟 5s ² 5p ¹ 114.8	50 Sn 锡 5s ² 5p ² 118.7	51 Sb 锑 5s ² 5p ³ 121.8	52 Te 碲 5s ² 5p ⁴ 127.6	53 I 碘 5s ² 5p ⁵ 126.9	54 Xe 氙 5s ² 5p ⁶ 131.3	O N M L K	8 18 18 8 2			
6	55 Cs 铯 6s ¹ 132.9	56 Ba 钡 6s ² 137.3	57-71 La~Lu 镧系 镧 5d ¹ 6s ² 178.5	72 Hf 铪 5d ² 6s ² 178.5	73 Ta 钽 5d ³ 6s ² 180.9	74 W 钨 5d ⁴ 6s ² 183.8	75 Re 铼 5d ⁵ 6s ² 186.2	76 Os 锇 5d ⁶ 6s ² 190.2	77 Ir 铱 5d ⁷ 6s ² 192.2	78 Pt 铂 5d ⁹ 6s ¹ 195.1	79 Au 金 5d ¹⁰ 6s ¹ 197.0	80 Hg 汞 5d ¹⁰ 6s ² 200.6	81 Tl 铊 6s ² 6p ¹ 204.4	82 Pb 铅 6s ² 6p ² 207.2	83 Bi 铋 6s ² 6p ³ 209.0	84 Po 钋 6s ² 6p ⁴ [209]	85 At 砹 6s ² 6p ⁵ [210]	86 Rn 氡 6s ² 6p ⁶ [222]	P O N M L K	8 18 32 18 8 2			
7	87 Fr 钫 7s ¹ [223]	88 Ra 镭 7s ² [226]	89-103 Ac~Lr 锕系 钫* (6d ¹ 7s ²) [265]	104 Rf 钚* (6d ² 7s ²) [261]	105 Db 铪* (6d ³ 7s ²) [268]	106 Sg 铌* [271]	107 Bh 钽* [270]	108 Hs 钨* [277]	109 Mt 铑* [276]	110 Ds 钌* [281]	111 Rg 铱* [280]	112 Cn 铂* [285]	113 Nh 铊* [284]	114 Fl 铅* [289]	115 Mc 铋* [288]	116 Lv 钋* [293]	117 Ts 铊* [294]	118 Og 氡* [294]	Q P O N M L K	8 18 32 32 18 8 2			

镧系	57 La 镧 5d ¹ 6s ² 138.9	58 Ce 铈 4f ¹ 5d ¹ 6s ² 140.1	59 Pr 镨 4f ³ 6s ² 140.9	60 Nd 钕 4f ⁴ 6s ² 144.2	61 Pm 钷* 4f ⁵ 6s ² [145]	62 Sm 钐 4f ⁶ 6s ² 150.4	63 Eu 铕 4f ⁷ 6s ² 152.0	64 Gd 钆 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 157.3	65 Tb 铽 4f ⁹ 6s ² 158.9	66 Dy 镝 4f ¹⁰ 6s ² 162.5	67 Ho 铈 4f ¹¹ 6s ² 164.9	68 Er 铈 4f ¹² 6s ² 167.3	69 Tm 铥 4f ¹³ 6s ² 168.9	70 Yb 镱 4f ¹⁴ 6s ² 173.1	71 Lu 镱 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 175.0
锕系	89 Ac 锕 6d ¹ 7s ² [227]	90 Th 钍 6d ² 7s ² 232.0	91 Pa 镤 5f ² 6d ¹ 7s ² 231.0	92 U 铀 5f ³ 6d ¹ 7s ² 238.0	93 Np 镎 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² [237]	94 Pu 钚 5f ⁶ 7s ² [244]	95 Am 镅* 5f ⁷ 7s ² [243]	96 Cm 锔* 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² [247]	97 Bk 锫* 5f ⁹ 7s ² [247]	98 Cf 锿* 5f ¹⁰ 7s ² [251]	99 Es 镆* 5f ¹¹ 7s ² [252]	100 Fm 镆* 5f ¹² 7s ² [257]	101 Md 钷* (5f ¹³ 7s ²) [258]	102 No 锘* (5f ¹⁴ 7s ²) [259]	103 Lr 铹* (5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²) [262]





名称	IA (除H外)	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
别称	碱金属	碱土金属	硼族	碳族	氮族	氧族	卤族	稀有气体

16.微粒间的相互作用力



微粒间的相互作用力

类型

离子化合物不一定是由金属元素和非金属元素形成的化合物（比如氯化铝）
含金属元素的化合物不一定是离子化合物（比如氯化铝）
离子化合物常温下都是固体（晶体）
常温下呈气态或液态的化合物都不是离子化合物，都是共价化合物

共价键

概念：原子间通过共用电子对形成的强烈的相互作用称为共价键

成键粒子：原子

成键条件：同种或不同种非金属元素的原子或不活泼金属与非金属原子间，原子的得失能力相同或能力差异不是特别大，因此不能通过电子转移形成离子，而通过共用电子对形成共价键，如H-H键，H-O键，H-Cl键

存在范围：除了稀有气体外的所有非金属单质中，例如金刚石，白磷(P₄)，硫黄(S₈)等

存在于所有共价化合物中

存在于某些离子化合物中，比如氢氧化钠，过氧化钠，氯化铵等

构成微粒：一般是分子，少数是原子

分子构成的共价化合物一般熔点、沸点较低，硬度较小，原子构成的共价化合物（如碳化硅，二氧化硅等）熔点、沸点较高，硬度大

很多在常温下为气体（如氯化氢，氨气，甲烷，二氧化碳等）

或液体（如水，过氧化氢，硝酸，乙醇，四氯化碳等）

部分共价化合物溶于水能导电（如硫酸，醋酸，氯化铝等）
共价化合物在熔融状态下都不导电

共价化合物一定含有共价键
含共价键的不一定是共价化合物
离子化合物中可能含有共价键
共价化合物中只含有共价键，一定不含离子键

金属键 —— 金属与金属间以共价键相连，亦称金属键

分子间作用力

性质

分子间作用力又被称为范德华力

广泛存在于分子之间，比化学键弱的多

相对分子质量越大，分子间作用力越大

分子构成的物质熔化或汽化时需要克服分子间的作用力，所以分子间的作用力越大，物质的溶沸点越高

溶质分子与溶剂分子间的分子间作用力越大，溶质的溶解度越大（例如氯化氢的溶解度大于溴气的溶解度）

特殊的分子间作用力：氢键

分子中与氢原子形成共价键的非金属原子，若半径很小、吸引电子能力很强（非金属性强），会使氢原子带部分正电荷，该氢原子与另一分子中带部分负电荷的非金属原子之间的静电作用称为氢键

与氢原子形成氢键的非金属原子必须具备很强的吸引电子的能力且原子半径很小，例如F、O、N
也就是说含有F-H键，O-H键，N-H键的分子，例如氟化氢，水，氨气等分子间能形成氢键

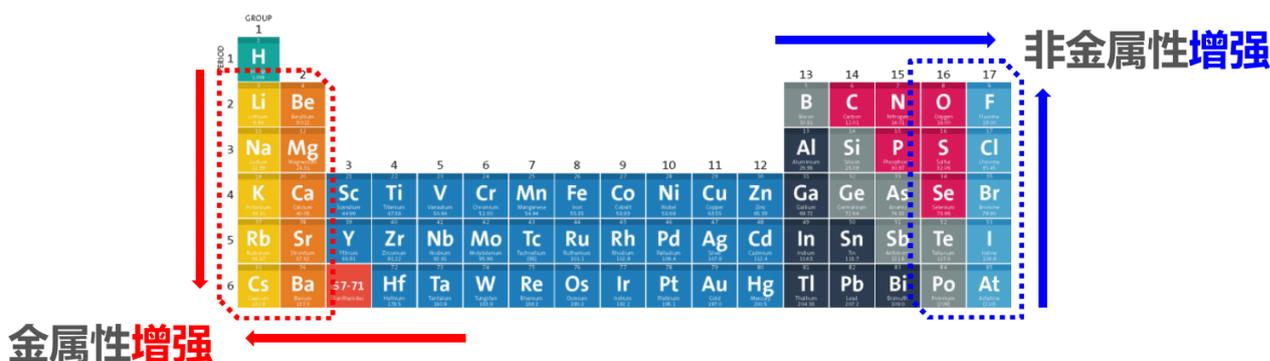
比一般的化学键弱得多，比范德华力强

生命体内许多大分子存在氢键，氢键对维持生物大分子的空间结构和生理活性具有重要意义，例如DNA的双螺旋结构是由两条DNA大分子的含氮碱基通过氢键配对的

什么类型元素的原子能够形成离子键？

活泼金属形成的阳离子

活泼非金属形成的阴离子



注意点：

静电作用 \neq 静电引力

静电作用 (electrostatic interaction) 是化学键--离子键形成的本质，它包括静电引力和静电斥力，离子键是原子得失电子后生成的阴阳离子之间靠静电作用而形成的化学键。离子键的本质是静电作用。由于静电引力没有方向性，阴阳离子之间的作用可在任何方向上，离子键没有方向性。只要条件允许，阳离子周围可以尽可能多的吸引阴离子，反之亦然，离子键没有饱和性。不同的阴离子和阳离子的半径、电性不同，所形成的晶体空间点阵并不相同。

相反电性的带电体存在着相互作用，作用力大小正比于它们带电量的乘积，反比于它们之间距离的平方。这种相互作用即静电引力。

NH_4^+ 和 OH^- 间不形成离子键 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是共价化合物)

H^+ 和含氧酸根阴离子不形成离子键 (H^+ 和酸根阴离子形成强酸或弱酸如 H_2SO_4 , CH_3COOH 等，它们都是分子构成的共价化合物)

H^- 和活泼金属阳离子会形成离子键 (例如NaH)

常见的离子化合物

1. 强碱，如 NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$
2. 由活泼金属元素 (IA, IIA 族) 和活泼非金属元素 (VIA, VIIA族) 之间形成的化合物，如 NaCl , MgCl_2 , Na_2O , CaO 等
3. 活泼金属的氢化物、过氧化物、碳化物、氮化物等，如 NaH , CaO_2 , CaC_2 , Mg_3N_2 等 (阴离子分别是 H^- , O_2^{2-} , C_2^{2-} , N^{3-})
4. 由活泼金属阳离子和酸根 (或酸式根) 离子之间形成的化合物，如 Na_2SO_4 , K_2CO_3 , NaHSO_4 , KHCO_3 等
5. 由铵根离子和酸根离子之间形成的铵盐，如 NH_4Cl , NH_4NO_3

共价键的分类

项目	非极性（共价）键	极性（共价）键
含义	同种原子形成的共价键，共用电子对不发生偏移	不同种原子形成的共价键，共用电子对发生偏移
原子吸引电子的能力	相同	不同
共用电子对	不偏向任何一方	偏向吸引电子能力强的原子
成键原子是否显电性	否	是
判断依据	由同种原子构成	由不同种原子构成
示例	Cl-Cl, O-O, N≡N, C=C	H-Cl, O-H, Al-Cl
存在	非金属单质（如H ₂ ）、共价化合物（如H ₂ O ₂ ）和离子化合物（如Na ₂ O ₂ ）中	共价化合物（如H ₂ O）和离子化合物（如NH ₄ Cl）

常见的共价化合物

1. 所有的含氧酸，如H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄等
2. 所有的非金属氢化物，如HCl, H₂O, NH₃, CH₄等
3. 所有的非金属氧化物，如CO₂, SO₂, P₂O₅等
4. 所有的非金属互化物（不属于氢化物或氧化物），如CS₂, SiF₄, BrCl等
5. 大多数有机物，如蔗糖、乙醇等
6. 少数盐，如AlCl₃, HgCl₂等

电子式

概念：用“·”或“×”表示原子、离子的**最外层电子排布**的式子。

(1) 原子的电子式

	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
原子结构示意图							
原子的电子式	Na·	·Mg·	·Al·	·Si·	·P·	·S·	·Cl·

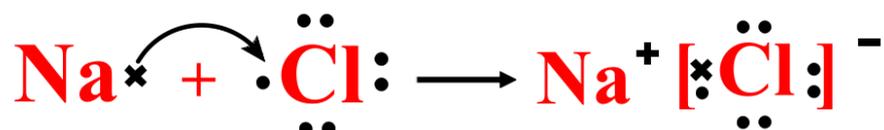
(2) 离子的电子式

	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	K^+	Ca^{2+}	S^{2-}	Cl^-
离子结构示意图							
离子的电子式	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	K^+	Ca^{2+}	$[\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-}$	$[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

(3) 离子化合物的电子式

	氯化钠	氯化镁	氧化钠	氯化钙	硫化钠
化学式	NaCl	MgCl_2	Na_2O	CaCl_2	Na_2S
电子式	$\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$	$[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$	$\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$	$[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Ca}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$	$\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$

(4) 用电子式表示NaCl的形成过程



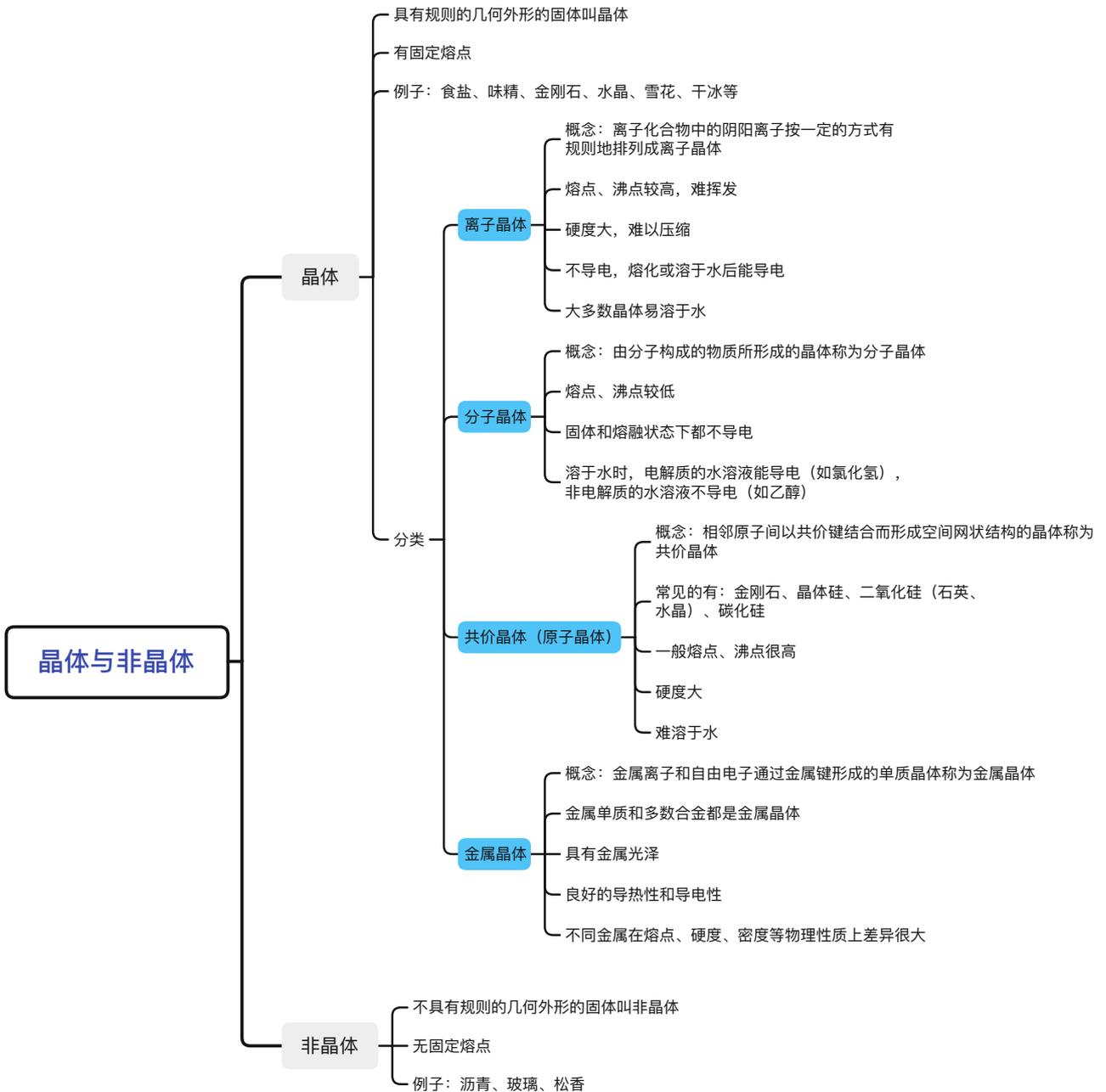
17. 物质的多样性

同素异形体

例子：金刚石、石墨、 C_{60} 、石墨烯

同分异构体

例子：乙醇和二甲醚



四类晶体的比较

类型	离子晶体	共价晶体	分子晶体	金属晶体
构成晶体的微粒	阴、阳离子	原子	分子	金属阳离子、自由电子
形成晶体的作用力	离子键	共价键	分子间作用力	金属键
熔、沸点	较高	很高	低	有高(W)有低(K)
硬度	硬而脆	大	小	有大Cr有小(Na)
导电性	不良导体 (在熔融状态或水溶液中导电)	绝缘体 (或半导体)	不良导体	良导体
传热性	不良	不良	不良	良
延展性	不良	不良	不良	良
典型实例	NaCl, CaCO ₃	金刚石, SiO ₂	干冰、C ₆₀	K, Mg, Cu

在离子晶体和共价晶体里都不存在单个的分子

离子晶体、共价晶体的化学式都是表示物质中离子或原子数目比的式子，是化学式而不是分子式

如NaCl, Na₂O₂, SiO₂, SiC等都不是分子式

晶体类型的判断方法

(1) 根据物质的分类判断

1. 活泼金属的氧化物 (如K₂O等)、强碱 (如NaOH, KOH等) 和绝大多数盐类都是离子晶体
2. 大多数非金属单质 (金刚石、石墨、晶体硅、晶体硼等除外)、气态氢化物、非金属氧化物 (SiO₂等除外)、酸、绝大多数有机物 (有机盐除外) 都是分子晶体
3. 常见的共价晶体单质有金刚石、石墨、晶体硅、晶体硼等；常见的共价晶体化合物有碳化硅、二氧化硅等
4. 金属单质与合金是金属晶体

(2) 依据晶体的物理性质不同进行判断

1. 离子晶体一般熔、沸点较高，硬度较大，其水溶液或熔融状态时能导电
2. 共价晶体一般熔、沸点更高，硬度更大，一般不导电，但也有例外 (晶体硅)
3. 分子晶体一般熔、沸点低，硬度小，一般不导电，但也有部分 (如酸和部分气态氢化物) 溶于水导电

物质变化所克服的微粒间作用力类型的判断

a. 克服的作用力

离子晶体^{熔化}→克服离子键，不破坏共价键 (如NaOH = Na⁺ + OH⁻)，所以熔点较高

共价晶体^{熔化}→克服共价键，所以熔点很高

分子晶体^{熔化 (汽化、升华)}→只克服分子间的作用力，不破坏共价键，所以熔点较低

b. 溶沸点高低的判断

(1) 不同类型晶体的比较规律

一般来说，不同类型晶体的熔、沸点的高低顺序为：共价晶体>离子晶体>分子晶体，例如 $\text{SiO}_2 > \text{NaCl} > \text{CO}_2(\text{s})$ 而金属晶体的熔、沸点高低差异很大

(2) 相同类型晶体的比较规律

1. 同属共价晶体，一般键长越短（原子半径越小），共价键越牢固，晶体的熔、沸点越高，例如 金刚石>碳化硅>硅
2. 同属离子晶体，离子电荷数越大，阴、阳离子核间距越小，则离子键越牢固，晶体的熔、沸点一般越高，例如 $\text{MgO} > \text{NaCl} > \text{NaBr}$
3. 分子组成和结构相似的分子晶体，一般相对分子质量越大，分子间的作用力越强，晶体的熔、沸点越高，例如 $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$

c. 化学反应的实质

一个化学反应的过程，实质上就是旧的化学键断裂和新的化学键形成的过程

如 $2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$ 反应的实质就是H-I键断裂，同时形成H-H键和I-I键

化学反应一定伴随着化学键的变化，化学键的变化不一定发生化学反应，例如 NaCl 受热熔化， NaCl 溶于水等

补充资料

族 →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
↓ 周期																			
1	1 H 氢																		2 He 氦
2	3 Li 锂	4 Be 铍											5 B 硼	6 C 碳	7 N 氮	8 O 氧	9 F 氟	10 Ne 氖	
3	11 Na 钠	12 Mg 镁											13 Al 铝	14 Si 硅	15 P 磷	16 S 硫	17 Cl 氯	18 Ar 氩	
4	19 K 钾	20 Ca 钙	21 Sc 钪	22 Ti 钛	23 V 钒	24 Cr 铬	25 Mn 锰	26 Fe 铁	27 Co 钴	28 Ni 镍	29 Cu 铜	30 Zn 锌	31 Ga 镓	32 Ge 锗	33 As 砷	34 Se 硒	35 Br 溴	36 Kr 氪	
5	37 Rb 铷	38 Sr 锶	39 Y 钇	40 Zr 锆	41 Nb 铌	42 Mo 钼	43 Tc 锝	44 Ru 钌	45 Rh 铑	46 Pd 钯	47 Ag 银	48 Cd 镉	49 In 铟	50 Sn 锡	51 Sb 锑	52 Te 碲	53 I 碘	54 Xe 氙	
6	55 Cs 铯	56 Ba 钡	镧系	72 Hf 铪	73 Ta 钽	74 W 钨	75 Re 铼	76 Os 锇	77 Ir 铱	78 Pt 铂	79 Au 金	80 Hg 汞	81 Tl 铊	82 Pb 铅	83 Bi 铋	84 Po 钋	85 At 砹	86 Rn 氡	
7	87 Fr 钫	88 Ra 镭	锕系	104 Rf 钨	105 Db 铼	106 Sg 钪	107 Bh 铪	108 Hs 钼	109 Mt 钽	110 Ds 钨	111 Rg 铊	112 Cn 钫	113 Nh 铋	114 Fl 铊	115 Mc 钪	116 Lv 铊	117 Ts 钪	118 Og 钪	
			镧系元素	57 La 镧	58 Ce 铈	59 Pr 镨	60 Nd 钕	61 Pm 钷	62 Sm 钐	63 Eu 铕	64 Gd 钆	65 Tb 铽	66 Dy 镝	67 Ho 铥	68 Er 铒	69 Tm 铥	70 Yb 镱	71 Lu 镥	
			锕系元素	89 Ac 锕	90 Th 钍	91 Pa 镤	92 U 铀	93 Np 镎	94 Pu 钚	95 Am 镅	96 Cm 镆	97 Bk 锫	98 Cf 锪	99 Es 镱	100 Fm 镆	101 Md 镎	102 No 锘	103 Lr 铹	

1氢(qīng)2氦(hài)3锂(lǐ)4铍(pí)5硼(péng)6碳(tàn)7氮(dàn)8氧(yǎng)9氟(fú)10氖(nǎi)

11钠(nà)12镁(měi)13铝(lǚ)14硅(guī)15磷(lín)16硫(liú)17氯(lù)18氩(yà)19钾(jiǎ)20钙(gài)

21钪(kàng)22钛(tài)23钒(fán)24铬(gè)25锰(měng)26铁(tiě)27钴(gǔ)28镍(niè)29铜(tóng)30锌(xīn)

31镓(jiā)32锗(zhě)33砷(shēn)34硒(xī)35溴(xiù)36氪(kè)37铷(rú)38锶(sī)39钇(yì)40锆(gào)

41铌(ní)42钼(mù)43锝(dé)44钨(liǎo)45铈(lǎo)46钡(bǎi)47银(yín)48镉(gé)49铟(yīn)50锡(xī)

51铽(tǐ)52碲(dì)53碘(diǎn)54氙(xiān)55铯(sè)56钡(bèi)57镧(lán)58铈(shì)59镨(pǔ)60钕(nǚ)
 61钷(pǐ)62钆(gá)63铈(shì)64钇(yě)65铈(shì)66铈(shì)67铈(shì)68铈(shì)69铈(shì)70铈(shì)
 71铈(shì)72铈(shì)73铈(shì)74铈(shì)75铈(shì)76铈(shì)77铈(shì)78铈(shì)79铈(shì)80铈(shì)
 81铈(shì)82铈(shì)83铈(shì)84铈(shì)85铈(shì)86铈(shì)87铈(shì)88铈(shì)89铈(shì)90铈(shì)
 91铈(shì)92铈(shì)93铈(shì)94铈(shì)95铈(shì)96铈(shì)97铈(shì)98铈(shì)99铈(shì)100铈(shì)
 101铈(shì)102铈(shì)103铈(shì)104铈(shì)105铈(shì)106铈(shì)107铈(shì)108铈(shì)109铈(shì)110铈(shì)
 111铈(shì)112铈(shì)113铈(shì)114铈(shì)115铈(shì)116铈(shì)117铈(shì)118铈(shì)

常用气体的钢瓶颜色标志大全

序号	充装气体名称	化学式	瓶色	字样	字色	色环
1	乙炔	$CH \equiv CH$	白	乙炔不可近火	大红	?
2	氢	H ₂	淡绿	氢	大红	P = 20, 淡黄色单环 P = 30, 淡黄色双环
3	氧	O ₂	淡(酞)兰	氧	黑	P = 20, 白色单环 P = 30, 白色双环
4	氮	N ₂	黑	氮	淡黄	
5	空气	?	黑	空气	白	
6	二氧化碳	CO ₂	铝白	液化二氧化碳	黑	P = 20, 黑色单环
7	氨	NH ₃	淡黄	液化氨	黑	?
8	氯	Cl ₂	深绿	液化氯	白	
9	氟	F ₂	白	氟	黑	
10	一氧化氮	NO	白	一氧化氮	黑	
11	二氧化氮	NO ₂	白	液化二氧化氮	黑	
12	碳酰氯	COCl ₂	白	液化光气	黑	
13	砷化氢	AsH ₃	白	液化砷化氢	大红	
14	磷化氢	PH ₃	白	液化磷化氢	大红	
15	乙硼烷	B ₂ H ₆	白	液化乙硼烷	大红	
16	四氟甲烷	CF ₄	铝白	氟氯烷 14	黑	
17	二氟二氯甲烷	CCl ₂ F ₂	铝白	液化氟氯烷 12	黑	
18	二氟溴氯甲烷	CBrClF ₂	铝白	液化氟氯烷 12B1	黑	
19	三氟氯甲烷	CClF ₃	铝白	液化氟氯烷 13	黑	P = , 深绿色单环
20	三氟溴甲烷	CBrF ₃	铝白	液化氟氯烷 B1	黑	
21	六氟乙烷	CF ₃ CF ₃	铝白	液化氟氯烷 116	黑	
22	一氟二氯甲烷	CHCl ₂ F	铝白	液化氟氯烷 21	黑	?
23	二氟氯甲烷	CHClF ₂	铝白	液化氟氯烷 22	黑	
24	三氟甲烷	CHF ₃	铝白	液化氟氯烷 23	黑	
25	四氟二氯乙烷	CClF ₂ - CClF ₂	铝白	液化氟氯烷 114	黑	
26	五氟乙烷	CF ₃ - CClF ₂	铝白	液化氟氯烷 115	黑	
27	三氟氯乙烷	CH ₂ Cl - CF ₃	铝白	液化氟氯烷 133a	黑	

28	八氟环丁烷	$\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2$	铝白	液化氟氯烷 C318	黑	
29	二氟氯乙烷	CH_3CClF_2	铝白	液化氟氯烷 142b	大红	
30	1, 1, 1 三氟乙烷	CH_3CF_3	铝白	液化氟氯烷 143a	大红	
31	1, 1 二氟乙烷	CH_3CHF_2	铝白	液化氟氯烷 152a	大红	
32	甲烷	CH_4	棕	甲烷	白	P = 20, 淡黄色单环 P = 30, 淡黄色双环
33	天然气	?	棕	天然气	白	?
34	乙烷	CH_3CH_3	棕	液化乙烷	白	P = 15, 淡黄色单环 P = 20, 淡黄色双环
35	丙烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	棕	液化丙烷	白	?
36	环丙烷	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$	棕	液化环丙烷	白	
37	丁烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	棕	液化丁烷	白	
38	异丁烷	$(\text{CH}_3)_3\text{CH}$	棕	液化异丁烷	白	
39	液化石油气	工业用	?	棕	液化石油气	白
		民用	?	银灰	液化石油气	大红
40	乙烯	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	棕	液化乙烯	淡黄	P = 15, 白色单环 P = 20, 白色双环
41	丙烯	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	棕	液化丙烯	淡黄	?
42	丁烯 - 1	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	棕	液化丁烯	淡黄	
43	顺丁烯 - 2	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH} \end{array}$	棕	液化顺丁烯	淡黄	
44	反丁烯 - 2	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH} \\ \parallel \\ \text{HC}-\text{CH}_3 \end{array}$	棕	液化反丁烯	淡黄	
45	异丁烯	$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$	棕	液化异丁烯	淡黄	
46	丁二烯 - 1, 3	$\text{CH}_2=(\text{CH})_2=\text{CH}_2$	棕	液化丁二烯	淡黄	
47	氩	Ar	银灰	氩	深绿	P = 20, 白色单环 P = 30, 白色双环
48	氦	He	银灰	氦	深绿	
49	氖	Ne	银灰	氖	深绿	
50	氪	Kr	银灰	氪	深绿	
51	氙	Xe	银灰	液氙	深绿	?
52	三氟化硼	BF_3	银灰	氟化硼	黑	
53	一氧化二氮	N_2O	银灰	液化笑气	黑	P = 15, 深绿色单环
54	六氟化硫	SF_6	银灰	液化六氟化硫	黑	P = , 深绿色单环
55	二氧化硫	SO_2	银灰	液化二氧化硫	黑	?
56	三氯化硼	BCl_3	银灰	液化氯化硼	黑	
57	氟化氢	HF	银灰	液化氟化氢	黑	
58	氯化氢	HCl	银灰	液化氯化氢	黑	?
59	溴化氢	HBr	银灰	液化溴化氢	黑	

60	六氟丙烯	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2$	银灰	液化全氟丙烯	黑	
61	硫酰氟	SO_2F_2	银灰	液化硫酰氟	黑	
62	氙	D_2	银灰	氙	大红	
63	一氧化碳	CO	银灰	一氧化碳	大红	
64	氟乙烯	$\text{CH}_2=\text{CHF}$	银灰	液化氟乙烯	大红	P = , 深黄色单环
65	1, 1 二氟乙烯	$\text{CH}_2=\text{CF}_2$	银灰	液化偏二氟乙烯	大红	
66	甲硅烷	SiH_4	银灰	液化甲硅烷	大红	?
67	氯甲烷	CH_3Cl	银灰	液化氯甲烷	大红	
68	溴甲烷	CH_3Br	银灰	液化溴甲烷	大红	
69	氯乙烷	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	银灰	液化氯乙烷	大红	
70	氯乙烯	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	银灰	液化氯乙烯	大红	
71	三氟氯乙烯	$\text{CF}_2=\text{CClF}$	银灰	液化三氟氯乙烯	大红	
72	溴乙烯	$\text{CH}_2=\text{CHBr}$	银灰	液化溴乙烯	大红	
73	甲胺	CH_3NH_2	银灰	液化甲胺	大红	
74	二甲胺	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	银灰	液化二甲胺	大红	
75	三甲胺	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	银灰	液化三甲胺	大红	
76	乙胺	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	银灰	液化乙胺	大红	
77	二甲醚	CH_3OCH_3	银灰	液化甲醚	大红	
78	甲基烯基醚	$\text{CH}_2=\text{CHOCH}_3$	银灰	液化乙烯基甲醚	大红	
79	环氧乙烷		银灰	液化环氧乙烷	大红	
80	甲硫醇	CH_3SH	银灰	液化甲硫醇	大红	
81	硫化氢	H_2S	银灰	液化硫化氢	大红	

注

1? 色环栏内的 P 是气瓶的公称工作压力, MPa。

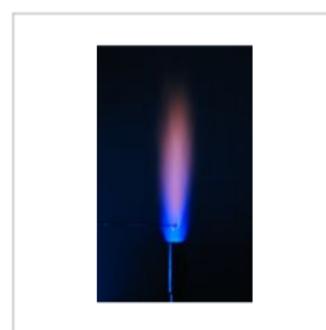
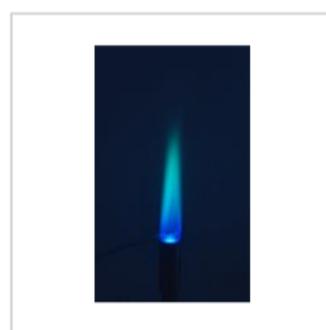
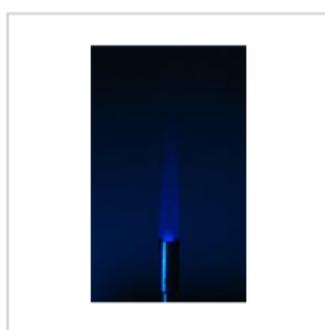
2? 序号 39, 民用液化石油气瓶上的字样应排成二行, “家用燃料”居中的下方为“(LPG)”。

常见元素的焰色反应

元素符号	离子	元素名称	焰色	图片
As	As^{3-}	砷	蓝	
B	B^{3+}	硼	青绿	
Ba	Ba^{2+}	钡	黄绿	

Ca	Ca ²⁺	<u>钙</u>	砖红	
Cs	Cs ⁺	<u>铯</u>	浅紫	
Cu(I)	Cu ⁺	<u>铜</u>	浅蓝	
Cu(II)	Cu ²⁺	<u>铜(II)</u> (无卤素)	祖母绿	
Cu(II)	Cu ²⁺	<u>铜(II)</u> (形成卤素化合物)	蓝绿 ^[2]	
In	In ³⁺	<u>铟</u>	蓝	
K	K ⁺	<u>钾</u>	紫罗兰色, 透过蓝色钴玻璃观察 ^[3]	
Li	Li ⁺	<u>锂</u>	洋红	
Mn(II)	Mn ²⁺	<u>锰</u>	橙色	
Mo	Mo ⁺	<u>钼</u>	黄绿	
Na	Na ⁺	<u>钠</u>	金黄	
P	P ³⁻	<u>磷</u>	青绿	

元素符号	离子	元素名称	焰色	图片
Pb	Pb ²⁺	铅	蓝白	
Rb	Rb ⁺	铷	浅紫	
Sb	Sb ³⁺	锑	浅绿	
Se	Se ²⁻	硒	天蓝	
Sr	Sr ²⁺	锶	深红	
Te	Te ²⁻	碲	浅绿	
Tl	Tl ³⁺	铊	绿	
Zn	Zn ²⁺	锌	蓝绿 (或无色)	



无光焰 (蓝色火焰)

利用钴蓝玻璃观察无光焰 (蓝色火焰)

利用钴蓝玻璃观察硫酸铜的焰色反应

利用钴蓝玻璃观察碳酸钠的焰色反应