

高考清单一 化学计量在实验中的应用

必记 1 阿伏加德罗常数的应用

应用物质的量与阿伏加德罗常数时的注意事项:

1. 状况条件:考查气体时经常给出非标准状况,如常温常压下等。

[说明]常温常压下的 $V_m > 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, 22.4 L 的气体其物质的量小于 1 mol 。

2. 物质状态:考查气体摩尔体积时,常给出在标准状况下非气态的物质,如 H_2O 、 SO_3 等,其中 SO_3 在标准状况下为固态,常温常压下为液态。

[说明]在标准状况下, CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 及碳原子数为 5 及 5 以上的烷烃、苯及其同系物、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、溴、 HF 等均为非气态。

3. 物质结构:考查一定物质的量的物质中含有多少个粒子(分子、原子、质子、中子等),常涉及稀有气体 He、Ne 等单原子分子; N_2 、 O_2 、 H_2 等双原子分子及 O_3 、 $^{18}\text{O}_2$ 等特殊物质。

4. 一些物质中化学键的数目,如金刚石、石墨、 SiO_2 、 CH_4 、 P_4 、 H_2O_2 、 CO_2 、 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 等。

1 mol	P_4	金刚石	Si	SiO_2	H_2O_2	CH_4	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	石墨
化学键/mol	6	2	2	4	4	4	$3n+1$	1.5

5. 较复杂反应中转移电子数的计算,如 Na_2O_2 与 H_2O 或 CO_2 的反应, Cl_2 与 NaOH 溶液的反应, Al 与 NaOH 溶液的反应,电解 CuSO_4 溶液等。

6. 特别要注意题目中的隐含条件,如考虑水解、平衡移动、部分电离等。

7. 注意胶粒的数目,加 1 mol FeCl_3 水解得到的氢氧化铁胶粒的数目要小于 N_A 。

必记 2 阿伏加德罗定律及其推论

1. 定律:在相同的温度和压强下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

2. 推论

相同条件	结论	
	公式	语言叙述
T 、 p 相同	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$	同温、同压下,气体的物质的量与其体积成正比
T 、 p 相同	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$	同温、同压下,气体的密度与其相对分子质量(或是摩尔质量)成正比
T 、 V 相同	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}$	温度、体积相同的气体,压强与其物质的量成正比
T 、 p 、 V 相同	$\frac{M_1}{M_2} = \frac{m_1}{m_2}$	同温、同压下,体积相同的气体,其摩尔质量(或相对分子质量)与其质量成正比

必记 3 气体摩尔质量的主要求解方法

1. 标况密度法: $M = 22.4 \text{ L/mol} \times \rho \text{ g/L}$ 。

2. 相对密度法: A 气体对 B 气体的相对密度 $D(B) = \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{M_A}{M_B}$, 即 $M_A = D(B)M_B$ 。

3. 体积分数法: $M = M_1 \times V_1\% + M_2 \times V_2\% + \dots$ ($V_1\%$ 、 $V_2\%$ ……表示各组分的体积分数,也等于各组分的物质的量分数)。

必记 4 有关物质的量浓度的计算

1. 物质的量浓度(c)与溶质质量分数(ω)之间的换算

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m(\text{aq})\omega}{MV} = \frac{1000\rho\omega}{M}$$

$$\omega = \frac{cM}{1000\rho} (\rho \text{ 单位为 g/cm}^3)$$

2. 物质的量浓度(c)与溶解度(S)的换算

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{S}{M}}{\frac{100+S}{1000\rho}} = \frac{1000\rho S}{M(100+S)} (\rho \text{ 单位为 g/cm}^3)$$

3. 饱和溶液中溶解度与溶质质量分数的换算

$$\omega = \frac{S}{100+S} \times 100\%$$

4. 气体溶质溶于水制得的溶液物质的量浓度的计算
在标准状况下, 1 L 水中溶解某气体 $V \text{ L}$, 所得溶液密度为 ρ (ρ 单位为 g/cm^3), 则

$$c = \frac{1000\rho V}{22400 + MV}$$

5. 溶液稀释、同种溶质的溶液混合的计算

(1) 稀释定律: $c_1V_1 = c_2V_2$ 。

(2) 混合后溶液体积不变: $c_1V_1 + c_2V_2 = c_{\text{混}}(V_1 + V_2)$ 。

(3) 混合后溶液体积改变: $c_1V_1 + c_2V_2 = c_{\text{混}}V_{\text{混}}$ 。

必记 5 溶液配制过程中的误差分析

1. 分析判断的依据

由 $c_B = \frac{n_B}{V}$ 可分析实验误差, 若 n_B 偏小, V 值准确, 则 c_B 偏小; 若 n_B 准确, V 值偏小, 则 c_B 偏大。

2. 具体分析判断的方法

可能引起误差的一些操作(以配制 0.1 mol/L 的 NaOH 溶液为例)	m	V	c
称量前小烧杯内有水	不变	不变	无影响
称量时间过长	减小	不变	偏小
用滤纸称 NaOH	减小	不变	偏小
称量时所用天平的砝码沾有其他物质或已锈蚀	增大	不变	偏大
称量时, 所用天平的砝码有残缺	减小	不变	偏小

续表

可能引起误差的一些操作(以配制 0.1 mol/L 的 NaOH 溶液为例)	<i>m</i>	<i>V</i>	<i>c</i>
向容量瓶注液时少量流出	减小	不变	偏小
未洗涤烧杯和玻璃棒	减小	不变	偏小
溶液未冷却到室温就注入容量瓶并定容	不变	减小	偏大
定容摇匀时,液面下降,再加水	不变	增大	偏小
定容时,俯视读刻度数	不变	减小	偏大
定容时,仰视读刻度数	不变	增大	偏小

高考清单二 化学物质及其变化

必记 6 物质的分类

物质	纯净物	化合物	单质	金属单质(Na、Cu、Fe 等) 非金属单质(S、N ₂ 、Cl ₂ 等)	
			氧化物	酸性氧化物(SO ₂ 、CO ₂ 等)	
				碱性氧化物(Na ₂ O、MgO 等)	
				两性氧化物(Al ₂ O ₃ 等)	
				不成盐氧化物(CO、NO 等)	
			酸	按强弱	强酸(HCl、HNO ₃ 、H ₂ SO ₄ 等) 弱酸(CH ₃ COOH、H ₂ CO ₃ 等)
				按电离出的 H ⁺ 数	一元酸(HCl、HI 等) 二元酸(H ₂ SO ₄ 、H ₂ CO ₃ 等) 多元酸(H ₃ PO ₄ 等)
				碱	按强弱
			按电离出的 OH ⁻ 数		一元碱(NaOH、KOH 等) 二元碱[Ba(OH) ₂ 、Ca(OH) ₂ 等] 多元碱[Fe(OH) ₃ 等]
			盐	正盐(Na ₂ CO ₃ 、Na ₂ SO ₄ 等)	
酸式盐(NaHCO ₃ 、NaHSO ₄ 等)					
碱式盐[Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃ 等]					
混合物	溶液(NaCl 溶液、KNO ₃ 溶液等) 悬浊液(泥水混合物)、乳浊液(油水混合物) 胶体[Fe(OH) ₃ 胶体、AgI 胶体等]				

必记 7 氧化物的辨析方法

- 碱性氧化物一定是金属氧化物,但金属氧化物不一定是碱性氧化物(如 Mn₂O₇ 为酸性氧化物、Al₂O₃ 为两性氧化物、Na₂O₂ 为过氧化物)。
- 酸性氧化物不一定是非金属氧化物(如 Mn₂O₇)；非金属氧化物也不一定是酸性氧化物(如 CO、NO)。

3. 酸性氧化物、碱性氧化物不一定都能与水反应生成相应的酸、碱(如 SiO₂、CuO)。

必记 8 常见分散系的比较

分散系	溶液	胶体	浊液	
			悬浊液	乳浊液
分散质粒子直径(nm)	<1	1~100	>100	
分散质粒子的构成	分子、离子	少量分子的结合体或大分子	大量分子聚集成的固体小颗粒	大量分子聚集成的液体小液滴
特点	均一、透明、稳定体系	均一、较稳定、透明或半透明	不均一、不透明,久置沉淀	不均一、不透明,久置分层
分散质微粒能否通过滤纸	能	能	不能	
分散质微粒能否透过半透膜	能	不能	不能	
实例	食盐水、蔗糖溶液	Fe(OH) ₃ 胶体、淀粉胶体	泥水、石灰乳	植物油和水的混合物

必记 9 离子方程式的书写和正误判断

判断离子方程式正误的重要依据,同时也是离子方程式书写应注意的事项,解题套路是:

- 看反应能否用离子方程式表示:在无水或非熔融状态下反应不用离子方程式表示,如 Cu 与浓硫酸反应、NH₄Cl(s) 与 Ca(OH)₂(s) 反应等,而 Cu 与浓硝酸反应可用离子方程式表示。
- 看是否符合客观事实:即反应能否发生、是否符合物质的性质,如铁片与稀盐酸反应,应该生成 Fe²⁺,若写成 Fe³⁺ 就违背客观事实。
- 看“=”“ \rightleftharpoons ”“ \uparrow ”“ \downarrow ”等符号使用是否正确:
 - 一般离子的水解反应用“ \rightleftharpoons ”,不注明“ \uparrow ”或“ \downarrow ”;如:Fe³⁺ + 3H₂O \rightleftharpoons Fe(OH)₃ + 3H⁺。
 - 两离子水解相互促进生成沉淀或气体时用“=”,注明“ \uparrow ”或“ \downarrow ”;如:2Fe³⁺ + 3CO₃²⁻ + 3H₂O =



4. 看参加反应的离子是否有遗漏: 有的离子反应不仅是两种离子间的反应, 可能有多种物质参加, 写离子方程式时要分析全面。如 CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合, 应该写成 $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow。$

5. 看电解质拆分是否正确:

(1) 强酸、强碱和可溶性盐写成离子。

(2) 弱酸、弱碱、难溶性盐、单质、氧化物、气体用化学式表示。

(3) 对于微溶性的强电解质。

① 在反应物中视情况而定。如澄清石灰水中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 以 Ca^{2+} 、 OH^- 存在, 可以拆成离子的形式; 石灰乳中主要以不溶的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 存在, 不能拆成离子形式;

② 在生成物中, 一般不能拆, 以化学式形式表示。

(4) 可溶性多元弱酸的酸式盐的酸式根离子在离子方程式中不能拆开写, 如在水溶液中 HCO_3^- 写成 $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 是不对的; 多元强酸的酸式盐的酸式根离子在离子方程式中拆开写。

6. 看是否符合物质的固定组成比例: 如 H_2SO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应, 就不能写成 $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}。$

7. 看是否符合三个守恒: 如 FeCl_2 溶液中通入 Cl_2 , 不能写成 $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 因为电荷不守恒。

必记 10 与量有关的离子方程式的书写

在物质发生化学反应时, 有些反应会因操作顺序或反应物相对量不同而发生不同的反应。

1. 某些氧化还原反应

如 FeBr_2 溶液与不同量的氯水混合

当氯水足量时:



当氯水少量时:



当 FeBr_2 与 Cl_2 为 1:1 时:



2. 铝盐溶液与强碱溶液的反应

铝盐过量: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

强碱过量: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

3. 酸性氧化物与碱溶液反应

碱过量: $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

碱不足: $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$

类似的还有 SO_2 与碱的反应。

4. 酸式盐与碱溶液的反应

(1) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 NaHSO_4 溶液混合

NaHSO_4 溶液足量时:



NaHSO_4 溶液少量时:

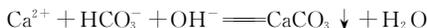


(2) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 NaOH 溶液混合

NaOH 溶液足量时:



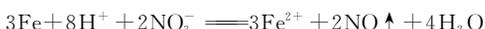
NaOH 溶液少量时:



5. 铁和稀 HNO_3 的反应

铁不足: $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

铁过量:



6. 部分多元弱酸盐 (如 Na_2S 、 Na_2CO_3 、 Na_2SO_3) 与强酸 (如盐酸) 的反应

盐酸不足: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$

盐酸过量: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

必记 11 离子共存的判断

1. 一色——溶液颜色

若限定无色溶液, 则 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 MnO_4^- 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 等有色离子不能存在。

2. 二性——溶液的酸碱性

(1) 在强酸性溶液中, OH^- 及弱酸阴离子 (如 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 CH_3COO^- 等) 均不能大量存在;

(2) 在强碱性溶液中, H^+ 及弱碱阳离子 (如 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等) 均不能大量存在;

(3) 酸式弱酸根离子 (如 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 等) 在强酸性或强碱性溶液中均不能大量存在。

3. 三特殊——三种特殊情况

(1) AlO_2^- 与 HCO_3^- 不能大量共存: $\text{AlO}_2^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$;

(2) “ $\text{NO}_3^- + \text{H}^+$ ” 组合以及 “ ClO^- ” 具有强氧化性, 能与 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 等因发生氧化还原反应而不能大量共存;

(3) NH_4^+ 与 CO_3^{2-} 、 Mg^{2+} 与 HCO_3^- 等组合中, 虽然两种离子都能水解且水解相互促进, 但总的水解程度仍很小, 它们在溶液中能大量共存 (加热时不能共存)。

注意：

各种类型	高考中常见表述	误区点睛
常见题 干要求	(1)一定大量共存 (2)可能大量共存 (3)不能大量共存	审清关键字
常见易 错点	透明	“透明”也可“有色”
常见限 制条件	与 Al 反应产生 H ₂	溶液既可能呈酸性又可能呈碱性
	水电离出 $c(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol/L}$	
	水电离出 $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-12}$ 的溶液	
	$\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 10^{12}$ 的溶液	溶液呈碱性
	溶液中 $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_w}$	溶液呈中性
	通入足量 NH ₃	与 NH ₃ · H ₂ O 反应的离子不能存在
	指示剂显色,如甲基橙呈红色	溶液呈酸性

必记 12 常见离子的检验方法

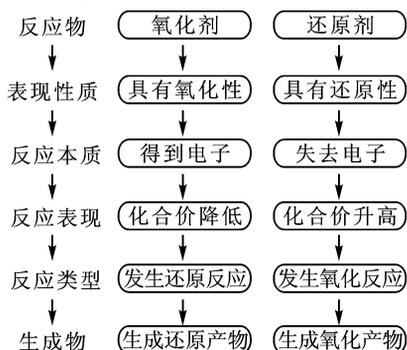
离子的检验主要是通过离子的特征性质进行,常见离子的检验“三法”:

	离子	检验试剂	实验现象	注意
沉淀法	Cl ⁻ 、Br ⁻ 、I ⁻	AgNO ₃ 和稀 HNO ₃	沉淀: AgCl (白色)、AgBr (淡黄色)、AgI (黄色)	加入稀硝酸防干扰
	SO ₄ ²⁻	盐酸和 BaCl ₂ 溶液	白色沉淀	先用稀盐酸酸化
	Fe ²⁺	NaOH 溶液	沉淀颜色: 白色 → 灰绿色 → 红褐色	——
	Al ³⁺	NaOH 溶液	先生成白色沉淀,后溶解	逐滴加入至过量

续表

	离子	检验试剂	实验现象	注意
气体法	NH ₄ ⁺	NaOH 溶液 和 湿润的红色石蕊试纸	无色有刺激性气味的气体,试纸变蓝	一定要加热
	SO ₃ ²⁻	稀硫酸和品红溶液	无色有刺激性气味的气体,能使品红溶液褪色	——
	CO ₃ ²⁻	盐酸和澄清石灰水	无色气体能使澄清石灰水变浑浊	SO ₃ ²⁻ 等有干扰
显色法	I ⁻	氯水(少量),CCl ₄	下层为紫色	——
	Fe ³⁺	KSCN 溶液	溶液呈血红色	——
	Fe ²⁺	KSCN 溶液和氯水	开始不变色,加氯水后变血红色	——
	Na ⁺ 、K ⁺	铂丝、稀盐酸	火焰呈黄色、紫色	K ⁺ 要透过蓝色钴玻璃片观察

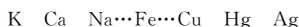
必记 13 氧化还原反应基本概念之间的关系



必记 14 氧化性、还原性强弱的判断方法

物质氧化性、还原性的强弱取决于元素原子得失电子的难易程度,常用的判断方法有:

- 根据反应原理判断
若还原剂 A + 氧化剂 B = 氧化产物 a + 还原产物 b,
则氧化性: B > a, 还原性: A > b。
即氧化性: 氧化剂 > 氧化产物; 还原性: 还原剂 > 还原产物。
- 根据物质活动性顺序判断
(1) 金属活动性顺序(常见元素)



↓
单质还原性逐渐减弱,对应阳离子氧化性逐渐增强

(2) 非金属活动性顺序(常见元素)



单质氧化性逐渐减弱, 对应阴离子还原性逐渐增强

3. 根据元素周期表判断

(1) 同主族元素(从上到下)



非金属元素的单质氧化性逐渐减弱, 对应阴离子还原性逐渐增强



金属单质还原性逐渐增强, 对应阳离子氧化性逐渐减弱

(2) 同周期主族元素(从左到右)



单质还原性逐渐减弱, 氧化性逐渐增强
阳离子氧化性逐渐增强, 阴离子还原性逐渐减弱

4. 根据反应的难易程度判断

不同的还原剂(或氧化剂)与同一氧化剂(或还原剂)反应时, 条件越易, 则还原剂(或氧化剂)的还原性(或氧化性)就越强。

5. 根据原电池、电解池的电极反应判断

- (1) 两种不同的金属构成原电池的两极, 其还原性: 负极 > 正极。
- (2) 用惰性电极电解混合溶液时, 在阴极先放电的阳离子的氧化性较强, 而在阳极先放电的阴离子的还原性较强。

高考清单三 元素及其化合物

必记 15 Na_2O_2 与 CO_2 、 H_2O 的反应规律



1. 气体物质的量关系

无论是 CO_2 或 $H_2O(g)$ 的单一物质还是两者的混合物, 通过足量的 Na_2O_2 时, 气体物质的量或体积都是减半的。

2. 固体质量关系

相当于固体(Na_2O_2)只吸收了 CO_2 中的“CO”、 H_2O 中的“ H_2 ”, 每摩尔 CO_2 或 H_2O 完全反应时, 固体质量分别增加 28 g 和 2 g。

[说明] 烃的含氧衍生物 $C_xH_yO_z$, 其分子式若能改写成



的形式, 则燃烧产物通过 Na_2O_2 后, 固体增加的质量等于原有机物的质量, 如 $C_6H_{12}O_6$ (葡萄糖)、 CH_3COOH 等。

3. 电子转移关系

当 Na_2O_2 与 CO_2 、 $H_2O(g)$ 反应时, 每产生 1 mol O_2 转移 2 mol e^- 。即 $2 \text{ mol } CO_2 (H_2O) \sim 2Na_2O_2 \sim O_2 \sim 2 \text{ mol } e^-$ 。

4. 先后顺序关系

一定量的 Na_2O_2 与一定量的 CO_2 和 $H_2O(g)$ 的混合物反应, 可视为 Na_2O_2 先与 CO_2 反应, 待 CO_2 反应完全后, Na_2O_2 再与 $H_2O(g)$ 发生反应。

必记 16 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 的鉴别与性质比较

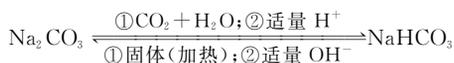
1. 鉴别碳酸钠与碳酸氢钠的常见思路

- (1) 利用热稳定性不同: 分别加热少量固体, 能产生使澄清石灰水变浑浊气体的固体为 $NaHCO_3$ 。
- (2) 与盐的反应: 分别取少量稀溶液, 滴入 $BaCl_2$ 或 $CaCl_2$ 稀溶液, 产生沉淀的为 Na_2CO_3 溶液。
- (3) 利用溶液的碱性不同: 分别测其 $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 溶液的 pH, pH 大的原溶液为 Na_2CO_3 溶液。

注意: 不能用 $Ba(OH)_2$ 或 $Ca(OH)_2$ 溶液鉴别 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液, 这是因为 $Ba(OH)_2$ 或 $Ca(OH)_2$ 溶液与 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 反应的现象相同, 都能产生白色沉淀。

2. 有关 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 主要性质的综合分析

(1) 相互转化



(2) 与足量盐酸反应的比较

- ①速率: 相同情况下, $NaHCO_3$ 与盐酸反应放出 CO_2 的速率比 Na_2CO_3 大;
- ②耗酸量: 等质量的 Na_2CO_3 与 $NaHCO_3$ 前者耗酸多, 等物质的量时前者耗酸多;
- ③ CO_2 的生成量: 等物质的量时产生的 CO_2 相等, 等质量时 $NaHCO_3$ 产生的 CO_2 多。

(3) 与 $Ca(OH)_2$ 溶液的反应

- ① Na_2CO_3 与 $Ca(OH)_2$ 反应时, 只产生沉淀, 产物与用量无关;
- ② $NaHCO_3$ 与 $Ca(OH)_2$ 反应时, 既发生中和反应, 也发生沉淀反应, 产物与用量有关:
 - a. $Ca(OH)_2$ 过量时: $NaHCO_3 + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + NaOH + H_2O$;
 - b. $Ca(OH)_2$ 少量时: $2NaHCO_3 + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + Na_2CO_3 + 2H_2O$ 。

必记 17 铝与酸、碱的反应及相关计算

- 1. 铝能与酸溶液反应生成 H_2 和铝盐(Al^{3+}), 但与稀 HNO_3 反应不生成 H_2 , 且在浓 HNO_3 、浓 H_2SO_4 中发生钝化。
- 2. 铝与强碱溶液反应生成 H_2 和偏铝酸盐(AlO_2^-)。
- 3. 铝与酸或碱溶液反应生成 H_2 的量的关系:

- (1) 等量 Al 分别与足量酸(H^+)和碱(OH^-)溶液反应, 生成 H_2 之比为 1:1, 消耗 H^+ 和 OH^- 之比为 3:1。
- (2) 足量 Al 分别与所含 H^+ 和 OH^- 物质的量相等的溶液反应, 生成 H_2 之比为 1:3。
- (3) 若产生 H_2 之比 $\frac{1}{3} < \frac{V_{H^+}(H_2)}{V_{OH^-}(H_2)} < \frac{1}{1}$, 则必定是: 与酸反应时, Al 过量, H^+ 不足, 而与碱反应时, Al 不足、 OH^- 过量。

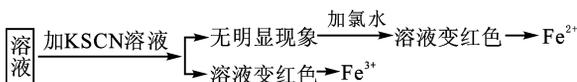
必记 18 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的检验方法

1. 溶液颜色

(1) 含有 Fe^{2+} 的溶液显浅绿色。

(2) 含有 Fe^{3+} 的溶液显黄色。

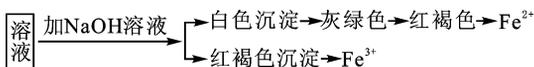
2. 用 KSCN 溶液和氯水：



有关反应： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ (红色)，

$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

3. 用 NaOH 溶液：



必记 19 金属活动性顺序及其应用

金属活动性顺序	K Ca Na	Mg Al Zn	Fe Sn Pb(H)	Cu Hg Ag	Pt Au
原子失电子能力	由大到小,还原性由强到弱				
阳离子得电子能力	由小到大,氧化性由弱到强				
和 O_2 反应	常温易被氧化	常温能被氧化	常温干燥空气中不易被氧化	加热时能被氧化	不能被氧化
和 H_2O 反应	常温置换出氢	加热或与水蒸气反应置换出氢		不能置换出水中的氢	
和酸反应	剧烈反应并置换出酸中的氢	能置换出酸中的氢, Fe、Al 常温在浓 HNO_3 、浓硫酸中钝化		不能置换稀酸中的氢	与强氧化性酸反应 只与王水反应
和碱反应	仅 Al、Zn 能跟强碱水溶液反应				
和盐反应	先与水反应	排在前面的金属能从盐溶液中置换出后面的金属			

必记 20 硅及其化合物的特性及应用

物质	一般规律	硅及其化合物特性
Si	硅还原性大于碳	$2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$
	非金属单质与强碱溶液反应一般不产生 H_2	硅可与强碱溶液反应产生 H_2
	非金属单质一般不与非氧化性酸反应	$\text{Si} + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2 \uparrow$
	非金属单质一般为绝缘体	硅为半导体

续表

物质	一般规律	硅及其化合物特性
SiO_2	酸性氧化物一般与水反应生成相应酸	SiO_2 不溶于水,也不与水反应
	酸性氧化物一般不与酸发生复分解反应	$\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
	“较强酸制较弱酸”是复分解反应的一般规律, H_2CO_3 酸性大于 H_2SiO_3 , 故可发生反应 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$	以下反应不能说明酸性的强弱: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$
H_2SiO_3	无机酸一般易溶于水	硅酸难溶于水
硅酸盐	大多数硅酸盐难溶于水	常见的可溶性硅酸盐为 Na_2SiO_3 , 水溶液俗称水玻璃, 泡花碱

必记 21 氯水的成分和性质

1. 成分

三种分子 (H_2O 、 Cl_2 、 HClO)、四种离子 (ClO^- 、 Cl^- 、 H^+ 、 OH^-)。

2. 性质

氯水的多种成分决定了它具有多重性质： Cl_2 的强氧化性； HCl 的强酸性； HClO 的强氧化性、弱酸性； Cl^- 的性质。

在不同的反应中, 氯水起作用的成分不同, 现列表如下：

参与反应的粒子	所加试剂	实验现象	离子方程式或解释
Cl^-	AgNO_3 溶液	白色沉淀	$\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$
H^+	Na_2CO_3 溶液	有气泡产生	$2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
HClO	有色布条	布条颜色褪去	HClO 具有强氧化性
Cl_2	FeCl_2 溶液	溶液由浅绿色变为棕黄色	$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
HClO 、 H^+	石蕊试液	先变红后褪色	酸性和漂白性
Cl_2 、 H^+	镁粉	氯水的颜色褪去并有气泡产生	因发生反应 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ H^+ 被消耗, 使平衡 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 右移, Cl_2 减少, 颜色变浅直至褪色

必记 22 SO₂ 和 CO₂ 性质的比较

	SO ₂	CO ₂	
物理性质	颜色 气味	无色、有刺激性 气味	无色无味
	密度	比空气大	比空气大
	毒性	有毒	无毒
	溶解性	易溶, 常温常压下 1 : 40	微溶, 常温常压下 1 : 1
	熔点	相对较高, 易液化	相对较低, 难液化
	与水反应	SO ₂ + H ₂ O ⇌ H ₂ SO ₃	CO ₂ + H ₂ O ⇌ H ₂ CO ₃
化学性质	与碱反应	通入澄清的石灰水中, 先生成沉淀, 当气体过量时沉淀又溶解, X ₂ O 代表 CO ₂ 或 SO ₂ 。 Ca(OH) ₂ + XO ₂ = CaXO ₃ ↓ + H ₂ O CaXO ₃ + XO ₂ + H ₂ O = Ca(HXO ₃) ₂	
	氧化性	SO ₂ + 2H ₂ S = 3S ↓ + 2H ₂ O	CO ₂ + C $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2CO
	还原性	能被高锰酸钾、氧气、氯水、溴水、碘水等氧化	无
	漂白性	能与某些有色物质生成不稳定的无色物质而使其褪色	无
	对环境的影响	形成酸雨, 直接危害人体健康	引起温室效应

必记 23 氮的氧化物溶于水的计算方法

1. 方程式法

有关化学反应方程式:



不同情况及剩余气体的体积:

序号	气体	反应	剩余气体	剩余气体的量
I	NO ₂	①	NO	$\frac{1}{3}V(\text{NO}_2)$
II	NO ₂ + NO	①	NO	$V_{\text{原}}(\text{NO}) + \frac{1}{3}V(\text{NO}_2)$

续表

序号	气体	反应	剩余气体	剩余气体的量
III	NO ₂ + O ₂	$\frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{O}_2)} = 4 : 1$ ②	无	0
		$\frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{O}_2)} < 4 : 1$ ②	O ₂	$V_{\text{原}}(\text{O}_2) - \frac{1}{4}V(\text{NO}_2)$
		$\frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{O}_2)} > 4 : 1$ ①②	NO	$\frac{1}{3}[V(\text{NO}_2) - 4V(\text{O}_2)]$
IV	NO + O ₂	$\frac{V(\text{NO})}{V(\text{O}_2)} = 4 : 3$ ③	无	0
		$\frac{V(\text{NO})}{V(\text{O}_2)} > 4 : 3$ ③	NO	$V(\text{NO}) - \frac{4}{3}V(\text{O}_2)$
		$\frac{V(\text{NO})}{V(\text{O}_2)} < 4 : 3$ ③	O ₂	$V(\text{O}_2) - \frac{3}{4}V(\text{NO})$

2. 原子组合法

“4NO₂ + O₂”和“4NO + 3O₂”从组成上均相当于“2N₂O₅”的组成, 即上述反应中的②③两种情况中的总反应式都与 N₂O₅ + H₂O = 2HNO₃ 等效。这为上述问题的解决提供了新的思路, 即利用混合气体中的 N、O 原子个数比进行分析判断。

$$N(\text{N}) : N(\text{O}) \begin{cases} < 2 : 5, \text{ 剩余 O}_2 \\ = 2 : 5, \text{ 恰好完全反应} \\ > 2 : 5, \text{ 剩余 NO} \end{cases}$$

3. 电子守恒法

当 NO₂ 或 NO 转化为 HNO₃ 时要失去电子, 若上述两种气体与 O₂ 混合, O₂ 得电子, 且得失电子数必然相等, 这是电子守恒法解答此类题目的依据。

必记 24 硝酸与金属反应的计算方法

1. 原子守恒法

HNO₃ 与金属反应时, 一部分 HNO₃ 体现酸性, 以 NO₃⁻ 的形式与金属阳离子成盐; 一部分作为氧化剂转化为还原产物, 这两部分的总物质的量等于反应消耗的 HNO₃ 的物质的量。

2. 电子守恒法

HNO₃ 中氮原子得电子的物质的量等于金属失电子的物质的量。

3. 离子方程式计算法

金属与 H₂SO₄、HNO₃ 的混合酸反应时, 由于硝酸盐中 NO₃⁻ 在 H₂SO₄ 提供 H⁺ 的条件下能继续与金属反应, 应用离子方程式计算, 先作过量判断, 然后根据完

全反应的金属或 H^+ 或 NO_3^- 进行相关计算。

注意:铜与浓、稀硝酸所发生的反应是不同的,在解题时要特别注意随着反应进行硝酸由浓变稀的特点,产生的气体往往是 NO 和 NO_2 的混合物。

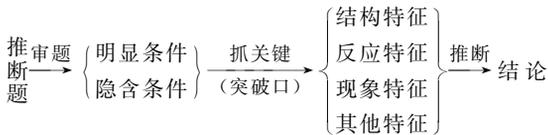
必记 25 各种非金属元素的化合物对环境的影响

元素	化合物	主要来源	对环境的影响
C	CO_2	化石燃料燃烧	温室效应
	碳氢化合物	石油开采、植物腐败	温室效应、光化学烟雾
N	NO 、 NO_2	汽车尾气	硝酸型酸雨、臭氧空洞、光化学烟雾
	铵盐、硝酸盐	化肥、农药、洗涤剂	水体富营养化;赤潮、水华
S	SO_2 、 SO_3	煤的燃烧	硫酸型酸雨
F、Cl	氟氯代烃	空调、冰箱制冷剂	臭氧空洞
P	磷酸盐	洗涤剂	水体富营养化;赤潮、水华

必记 26 无机框图推断题的解题策略

1. 解题策略

无论推断题属于哪种形式,均遵循这样的推断思路:迅速浏览、整体扫描、产生印象、寻找“突破口”,突破口由点到面、随时检验,注意联系、大胆假设、全面分析(正推或逆推),验证确认。解题的关键是仔细审题,依物质的特性或特征转化来确定“突破口”,顺藤摸瓜,进而完成全部未知物的推断,推断题的解题方法及推理过程表示如下:



\rightarrow 验证

2. 解推断题的突破口

(1) 化学常识

- 地壳中含量最多的金属元素是铝;非金属元素是氧,其次是硅;组成化合物种类最多的元素是碳;
- 天然存在最硬的物质是金刚石,熔点最高的物质是石墨;
- 最简单的有机物是甲烷;相对分子质量最小的氧化物是水;相对原子质量最小的原子是氢;
- 通常情况下呈液态的金属是汞;
- 日常生活中应用最广泛的金属是铁。

(2) 物质的特殊结构

- 由非金属元素组成的离子化合物:铵盐;
- 含有非极性键的阴离子: O_2^{2-} 。

(3) 物质的特殊颜色、气味等物理性质

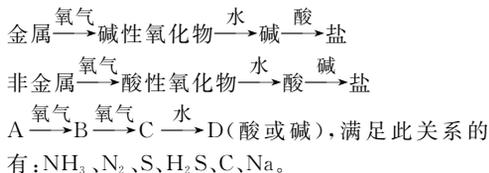
- 气体:臭鸡蛋气味的气体为 H_2S ;有刺激性气味,能使品红溶液褪色的气体为 SO_2 ;黄绿色气体,能使湿润的有色布条褪色的气体为 Cl_2 ;有刺激性气味,能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体是 NH_3 ; NO_2 是红棕色有刺激性气味的气体等;
- 固体:红色(Cu 、 Cu_2O 、 Fe_2O_3),红褐色 $[Fe(OH)_3]$,蓝色 $[Cu(OH)_2]$,白色 $[AgCl$ 、 $BaSO_3$ 、 $BaSO_4$ 、 $CaCO_3$ 、 $Fe(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3]$,黑色(CuO 、 FeO 、 FeS 、 CuS 、 Cu_2S 、 Fe_3O_4),黄色(S 、 Na_2O_2 、 AgI 、 $AgBr$);
- 液体:溴水(橙色), Cu^{2+} (蓝色), Fe^{2+} (浅绿色), Fe^{3+} (棕黄色), MnO_4^- (紫色), I_2 遇淀粉(变蓝), Fe^{3+} 遇 SCN^- (变红色)。

(4) 常见的特征反应现象及对应物质

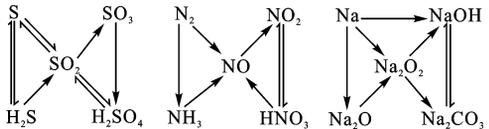
- 焰色反应显黄色的是钠元素,显紫色(透过蓝色钴玻璃观察)的是 K 元素;
- 能使带火星的木条复燃的是 O_2 ;
- 在空气中由无色迅速变为红棕色的气体是 NO ;
- 使澄清石灰水变浑浊,而后又变澄清的是 SO_2 、 CO_2 ;
- 与碱溶液反应生成白色沉淀且放置空气中变灰绿色最终变红褐色的离子是 Fe^{2+} ;
- 投入水中生成气体和难溶物或微溶物的物质是 Mg 、 N_2 、 Al_2S_3 ;
- 既能跟酸反应又能跟碱反应的物质一般有 Al 、 Al_2O_3 、 $Al(OH)_3$ 、 Si 、 SiO_2 、 NH_4HCO_3 、 $(NH_4)_2CO_3$ 等。

(5) 物质间的转化关系

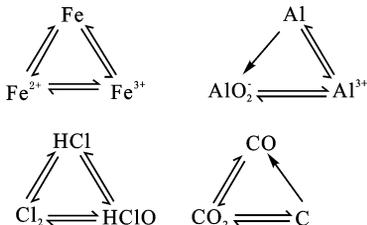
① 直线型转化关系



② 交叉型转化关系



③ 三角型转化关系



(6) 把握信息

题目给予的新信息可与旧知识形成一个新的知识体系,题干中的“常见”“过量”等字眼为推断限定了范围;而反应条件、某些物质的频繁出现等隐含信息都是解题的重要突破口。

另外,平时要注意总结特殊提示语句,如“常见的气体单质”往往是: H_2 、 N_2 、 O_2 、 Cl_2 、 F_2 ;“能与过量的 HNO_3 反应”则意味着某元素可能有变价,如铁元素;白色沉淀 \rightarrow 灰绿色 \rightarrow 红褐色,白色沉淀一定是 $Fe(OH)_2$ 。

高考清单四 物质结构、元素周期表

必记 27 化学键与物质类别的关系

1. 只含非极性共价键的物质:同种非金属元素构成的单质,如: I_2 、 N_2 、 P_4 、金刚石、晶体硅等。
2. 只含极性共价键的物质:一般是不同非金属元素构成的共价化合物,如: HCl 、 NH_3 、 SiO_2 、 CS_2 等。
3. 既含极性键又含非极性键的物质,如: H_2O_2 、 C_2H_2 、 CH_3CH_3 、 C_6H_6 (苯) 等。
4. 只含离子键的物质:活泼非金属元素与活泼金属元素形成的化合物,如: Na_2S 、 $CsCl$ 、 K_2O 、 NaH 等。
5. 既含离子键又含非极性键的物质,如: Na_2O_2 、 CaC_2 等。
6. 无化学键的物质:稀有气体,如:氩等。

注意:两个非金属原子间只能形成共价键,但“非金属原子间只能形成共价键”或者“两种非金属元素间只能形成共价键”或者“只含非金属元素的化合物一定是共价化合物”等说法都是错误的,如 NH_4H 、 NH_4Cl 等铵盐就是反例。

必记 28 粒子半径大小的比较方法

1. 同周期元素的粒子

同周期元素的原子或最高价阳离子或最低价阴离子半径随核电荷数增大而逐渐减小(稀有气体元素除外),如 $Na > Mg > Al > Si$, $Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$, $S^{2-} > Cl^-$ 。

2. 同主族元素的粒子

同主族元素的原子或离子半径随核电荷数增大而逐渐增大,如 $Li < Na < K$, $Li^+ < Na^+ < K^+$ 。

3. 电子层结构相同的粒子

电子层结构相同(核外电子排布相同)的离子半径随核电荷数的增加而减小,如 $O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$ 。

4. 同种元素形成的粒子

同种元素原子形成的粒子电子数越多,半径越大,如 $Fe^{3+} < Fe^{2+} < Fe$, $H^+ < H < H^-$ 。

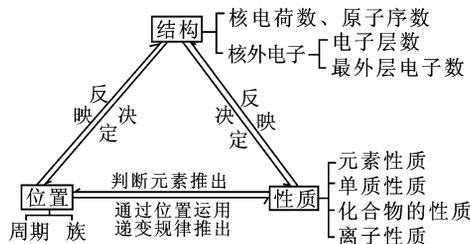
5. 电子数和核电荷数都不同的粒子,可通过一种参照物进行比较

如比较 Al^{3+} 与 S^{2-} 的半径大小,可找出与 Al^{3+} 电子数

相同,与 S^{2-} 同主族的 O^{2-} 比较, $Al^{3+} < O^{2-}$, 且 $O^{2-} < S^{2-}$, 故 $Al^{3+} < S^{2-}$ 。

必记 29 元素“位、构、性”关系的应用

同一元素的“位、构、性”关系可表示如下:



在具体解题过程中,必须具备以下三个方面的基础:

1. 结构与位置互推是解题的基础

(1) 掌握四个关系式

- ① 电子层数 = 周期数;
- ② 质子数 = 原子序数;
- ③ 最外层电子数 = 主族序数;
- ④ 主族元素的最高正价 = 主族序数 (O、F 除外), 负价 = 主族序数 - 8。

(2) 熟练掌握周期表中的一些特殊规律

- ① 各周期元素种数;
- ② 稀有气体元素的原子序数及在周期表中的位置;
- ③ 同主族上下相邻元素原子序数的关系。

2. 性质与位置互推是解题的关键

熟悉元素周期表中同周期、同主族元素性质的递变规律,主要包括:

- (1) 元素的金属性、非金属性。
- (2) 气态氢化物的稳定性。
- (3) 最高价氧化物对应水化物的酸碱性。

3. 结构和性质的互推是解题的要素

- (1) 电子层数和最外层电子数决定元素原子的金属性和非金属性强弱。
- (2) 同主族元素最外层电子数相同,化学性质相似。
- (3) 正确推断原子半径和离子半径的大小及结构特点。
- (4) 判断元素金属性和非金属性。

高考清单五 化学反应原理

必记 30 “四看”法判断热化学方程式的正误

1. “一看”各物质的聚集状态是否正确。
2. “二看” ΔH 变化的“+”“-”是否正确。
3. “三看”反应热的单位是否为 kJ/mol 。
4. “四看”反应热数值与计量数是否相对应。

必记 31 反应热的计算方法

1. 运用盖斯定律求反应热的计算技巧——“三调一加”
一调:根据目标热化学方程式,调整已知热化学方程

式反应物和生成物的左右位置,改写已知的热化学方程式。

二调:根据改写的热化学方程式调整相应 ΔH 的符号。

三调:调整中间物质的化学计量数。

一加:将调整好的热化学方程式及其 ΔH 加起来。

注意:(1)热化学方程式乘以某一个数时,反应热的数值必须乘上该数。

(2)热化学方程式相加减时,物质之间相加减,反应热也必须相加减。

(3)将一个热化学方程式颠倒时, ΔH 的“+、-”随之改变,但数值不变。

2. 根据热化学方程式计算

若题目给出了相应的热化学方程式,则按照热化学方程式给出的 ΔH 计算反应热;若没有给出热化学方程式,则根据条件先写出热化学方程式,再计算反应热。

注意:根据燃烧热计算时,要切记反应物为“1 mol”,生成物为稳定氧化物。

3. 根据反应物和生成物的键能计算

$\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$ 。

注意:正确找出反应物和生成物中所含共价键的数目,尤其是要注意晶体结构中化学键的情况,如 1 mol P_4 含有 6 mol P—P 键,1 mol 晶体硅含有 2 mol Si—Si 键等。

4. 根据反应物和生成物的能量计算

$\Delta H = \text{生成物的总能量} - \text{反应物的总能量}$ 。

必记 32 外界条件对可逆反应化学反应速率的影响规律

1. 浓度

(1)增大反应物(或生成物)浓度,正反应(或逆反应)速率立即增大,逆反应(或正反应)速率瞬时不变,随后增大。

(2)同理可得减小浓度的情况。

[说明]对于固体和纯液体反应物,其浓度可视为常数,改变用量速率不变。

2. 温度

(1)升高温度,正、逆反应速率都增大,但吸热反应速率增大得快。

(2)降低温度,正、逆反应速率都减小,但吸热反应速率减小得快。

3. 压强

(1)若参加反应的物质为固体或液体(溶液),由于压强的变化对它们的浓度几乎无影响,可以认为改变压强反应速率不变。

(2)对于气体反应体系,有以下几种情况:

①恒温时:增大压强 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体积缩小 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 浓度增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率加快;

②恒容时:

a. 充入气体反应物 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 浓度增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 速率加快;

b. 充入稀有气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 总压增大,但各气体物质的量浓度不变,反应速率不变;

③恒压时:充入稀有气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体积增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 各物质浓度减小 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率减慢。

4. 催化剂

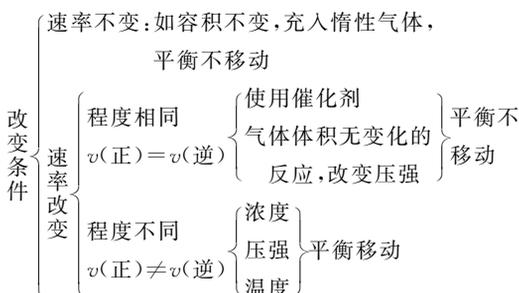
催化剂能够降低反应所需的活化能,增加活化分子的百分数,同等程度地提高正、逆反应的速率。

5. 固体表面积

增加固体表面积可加快化学反应速率。

必记 33 化学平衡的移动

1. 分析化学平衡移动的一般思路



2. 特殊情况

(1)当反应混合物中存在与其他物质不相混溶的固体或液体物质时,由于其“浓度”是恒定的,不随其量的增减而变化,故改变这些固体或液体的量,对平衡没有影响。

(2)对于反应前后气态物质的化学计量数相等的反应,压强的变化对正、逆反应的速率的影响程度是相同的,故平衡不移动。

(3)“惰性气体”对化学平衡的影响

①恒温、恒容

原平衡体系 $\xrightarrow{\text{充入惰性气体}}$ 体系总压强增大 \rightarrow 体系中各组分的浓度不变 \rightarrow 平衡不移动

②恒温、恒压

原平衡体系 $\xrightarrow{\text{充入惰性气体}}$ 容器容积增大,各反应气体的分压减小 \rightarrow 体系中各组分的浓度同倍数减小 \rightarrow

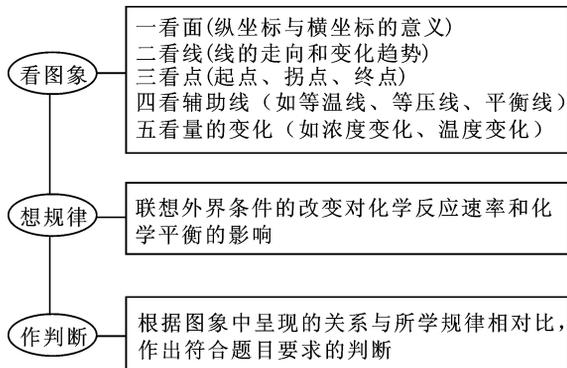
- 体积不变反应 \rightarrow 平衡不移动
- 体积可变反应 \rightarrow 平衡向气体体积增大的方向移动

(等效于减压)

(4)同等程度地改变反应混合物中各物质的浓度时,应视为压强的影响。

必记 34 化学平衡图象题的解题技巧

1. 解题步骤



2. 解答原则(以可逆反应 $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g)$ 为例):

(1) “定一议二”原则

在化学平衡图象中,包括纵坐标、横坐标和曲线所表示的意义三个量,在解题时往往先固定一个量,讨论另两个量的关系。

(2) “先拐先平数值大”原则

在化学平衡图象中,先出现拐点的反应温度较高(如图 A)或压强较大(如图 B),先达到平衡状态。

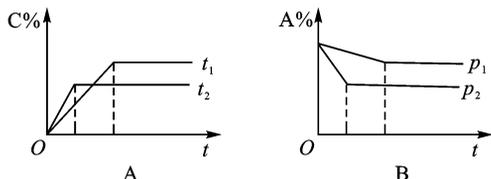


图 A 表示 $t_2 > t_1$, 由 $t_2 \rightarrow t_1$, C% 增大, 平衡右移;

图 B 表示 $p_1 < p_2$, 由 $p_2 \rightarrow p_1$, A% 增大, 平衡左移。

必记 35 改变浓度对平衡转化率的影响

1. 反应物只有一种

反应类型: $aA(g) \rightleftharpoons bB(g) + cC(g)$

根据勒夏特列原理, 增加 A 的量:

若 $a = b + c$, A 的转化率不变;

若 $a > b + c$, A 的转化率增大;

若 $a < b + c$, A 的转化率减小。

2. 反应物有多种

反应类型: $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$

若只增加 A 的量, 平衡正向移动, B 的转化率增大, 而 A 的转化率减小; 若按比例增加反应物 A 和 B 的量, 反应物的转化率与化学方程式中气态物质的系数有关:

若 $a + b = c + d$, 则 A、B 的转化率均不变;

若 $a + b > c + d$, 则 A、B 的转化率均增大;

若 $a + b < c + d$, 则 A、B 的转化率均减小。

必记 36 影响电离平衡的因素

1. 内因

弱电解质本身的性质, 如常温 $K(\text{CH}_3\text{COOH}) > K(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 。

2. 外因

电离平衡属于化学平衡, 受外界条件如温度、浓度等因素的影响, 其规律遵循勒夏特列原理。

以 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ $\Delta H > 0$ 为例:

改变条件	平衡移动方向	$n(\text{H}^+)$	$c(\text{H}^+)$	$c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$	电离程度	导电能力	K_a
加水稀释	向右	增大	减小	减小	增大	减弱	不变
加少量冰醋酸	向右	增大	增大	增大	减小	增强	
加浓盐酸	向左	增大	增大	减小	减小	增强	
加入 NaOH(s)	向右	减小	减小	增大	增大	增强	
加入醋酸钠固体	向左	减小	减小	增大	减小	增强	
加入镁粉	向右	减小	减小	增大	增大	增强	增大
升高温度	向右	增大	增大	增大	增大	增强	

必记 37 强酸与弱酸的比较

强酸与弱酸由于电离程度的不同, 在很多方面表现出不同的性质。

	等物质的量浓度的盐酸(a)与醋酸(b)	等 pH 的盐酸(a)与醋酸(b)
pH 或物质的量浓度	$\text{pH}: a < b$	物质的量浓度: $a < b$
溶液导电性	$a > b$	$a = b$
水的电离程度	$a < b$	$a = b$
$c(\text{Cl}^-)$ 与 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 大小	$c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$	$c(\text{Cl}^-) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$
等体积溶液中和 NaOH 的量	$a = b$	$a < b$
分别加该酸的钠盐固体后 pH	a: 不变 b: 变大	a: 不变 b: 变大
开始时与金属反应的速率	$a > b$	$a = b$
等体积溶液与过量活泼金属产生 H_2 的量	$a = b$	$a < b$

必记 38 水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 或 $c(\text{OH}^-)$ 的计算

(25 °C 时)

1. 中性溶液: $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 。

2. 溶质为酸的溶液

H^+ 来源于酸电离和水电离, 而 OH^- 只来源于水。如计算 $\text{pH}=2$ 的盐酸中水电离出的 $c(\text{H}^+)$: 方法是先求出溶液中的 $c(\text{OH}^-) = 10^{-12} \text{ mol/L}$, 即水电离出的 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-12} \text{ mol/L}$ 。

3. 溶质为碱的溶液

OH^- 来源于碱电离和水电离, 而 H^+ 只来源于水。如 $\text{pH}=12$ 的 NaOH 溶液中的 $c(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol/L}$, 即水电离产生的 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol/L}$ 。

4. 水解呈酸性或碱性的盐溶液

H^+ 和 OH^- 均由水电离产生。如 $\text{pH}=2$ 的 NH_4Cl 溶液中由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{ mol/L}$ [$c(\text{OH}^-) = 10^{-12} \text{ mol/L}$, 是因为部分 OH^- 与部分 NH_4^+ 结合了]; $\text{pH}=12$ 的 Na_2CO_3 溶液中由水电离出的 $c(\text{OH}^-) = 10^{-2} \text{ mol/L}$ 。

必记 39 溶液 pH 的计算

1. 总体原则

(1) 若溶液为酸性, 先求 $c(\text{H}^+)$, 再求 pH 。

(2) 若溶液为碱性, 先求 $c(\text{OH}^-)$, 再由 $c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)}$ 求 $c(\text{H}^+)$, 最后求 pH 。

2. 类型及方法

(1) 强酸溶液

如浓度为 $c \text{ mol/L}$ 的 H_nA 溶液, $c(\text{H}^+) = nc \text{ mol/L}$, 所以 $\text{pH} = -\lg nc$ 。

(2) 强碱溶液

如浓度为 $c \text{ mol/L}$ 的 $\text{B}(\text{OH})_n$ 溶液,
 $c(\text{OH}^-) = nc \text{ mol/L}$, $c(\text{H}^+) = \frac{10^{-14}}{nc} \text{ mol/L}$, 所以
 $\text{pH} = 14 + \lg nc$ 。

(3) 酸碱混合 pH 的计算

① 两强酸混合

$$c_{\text{混}}(\text{H}^+) = \frac{c_1(\text{H}^+)V_1 + c_2(\text{H}^+)V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \text{pH}$$

② 两强碱混合

$$c_{\text{混}}(\text{OH}^-) = \frac{c_1(\text{OH}^-)V_1 + c_2(\text{OH}^-)V_2}{V_1 + V_2} \xrightarrow{K_w} c_{\text{混}}(\text{H}^+) \Rightarrow \text{pH}$$

③ 强酸、强碱混合(一者过量)

$$\text{酸过量: } c_{\text{混}}(\text{H}^+) = \frac{c_{\text{酸}}(\text{H}^+)V_{\text{酸}} + c_{\text{碱}}(\text{OH}^-)V_{\text{碱}}}{V_{\text{酸}} + V_{\text{碱}}} \Rightarrow \text{pH}$$

$$\text{碱过量: } c_{\text{混}}(\text{OH}^-) = \frac{c_{\text{碱}}(\text{OH}^-)V_{\text{碱}} + c_{\text{酸}}(\text{H}^+)V_{\text{酸}}}{V_{\text{酸}} + V_{\text{碱}}} \xrightarrow{K_w} c_{\text{混}}(\text{H}^+) \Rightarrow \text{pH}$$

(4) 酸碱稀释时 pH 的变化

	酸 ($\text{pH}=a$)		碱 ($\text{pH}=b$)	
	弱酸	强酸	弱碱	强碱
稀释 10^n 倍	$<a+n$	$a+n$	$>b-n$	$b-n$
无限稀释	pH 趋向于 7			

必记 40 盐类水解的规律

- “谁弱谁水解, 越弱越水解”。如酸性: $\text{HCN} < \text{CH}_3\text{COOH}$, 则相同条件下碱性: $\text{NaCN} > \text{CH}_3\text{COONa}$ 。
- 强酸的酸式盐只电离, 不水解, 溶液显酸性, 如 NaHSO_4 在水溶液中: $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。
- 弱酸的酸式盐溶液的酸碱性, 取决于酸式酸根离子的电离程度和水解程度的相对大小。
 - 若电离程度小于水解程度, 溶液显碱性, 如 NaHCO_3 溶液中: $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ (次要), $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ (主要)。
 - 若电离程度大于水解程度, 溶液显酸性, 如 NaHSO_3 溶液中: $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ (主要), $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ (次要)。
- 相同条件下的水解程度: 正盐 $>$ 相应酸式盐, 如 $\text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$ 。
- 相互促进水解的盐 $>$ 单独水解的盐 $>$ 水解相互抑制的盐。如 NH_4^+ 的水解: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 > (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 > (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 。

必记 41 盐类水解的应用

应用	举例
判断溶液的酸碱性	FeCl_3 显酸性, 原因是: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$
配制或贮存易水解的盐溶液	配制 CuSO_4 溶液时, 加入少量 H_2SO_4 , 防止 Cu^{2+} 水解
判断盐溶液蒸干后的产物	AlCl_3 溶液蒸干并灼烧时的产物为 Al_2O_3
胶体的制取	制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的离子方程式: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
物质的提纯	除去 MgCl_2 溶液中的 Fe^{3+} , 可加入 MgO 、镁粉或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 或 MgCO_3
离子共存的判断	Al^{3+} 与 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 S^{2-} 、 HS^- 等因水解相互促进而不共存
泡沫灭火器原理	NaHCO_3 溶液与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液发生反应 $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
作净水剂	明矾可作净水剂, 反应原理为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
化肥的使用	铵态氮肥与草木灰不得混用, 原因是 $2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} = 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

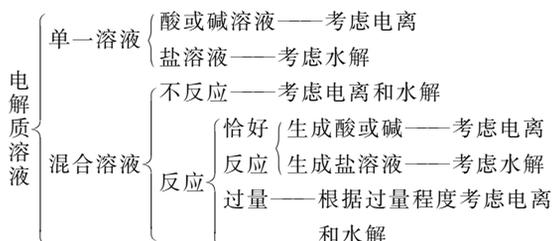
必记 42 盐溶液蒸干灼烧的产物判断

一要考虑本身的受热分解,二要考虑其存在的水解反应,三要考虑温度对其蒸干的影响。其产物大致有几种情况:

1. 盐溶液水解生成难挥发性酸时,蒸干后一般得原物质,如 $\text{CuSO}_4(\text{aq}) \xrightarrow{\text{蒸干}} \text{CuSO}_4(\text{s})$ 。
2. 盐溶液水解生成易挥发性酸时,蒸干灼烧后一般得对应的氧化物,如 $\text{AlCl}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{蒸干}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{灼烧}} \text{Al}_2\text{O}_3$ 。
为了制取其无水盐(AlCl_3 、 FeCl_3),通常将结晶水合物在 HCl 气流中加热,以抑制其水解,如
$$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{在 HCl 气流中}} \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
3. 酸根阴离子易水解的强碱盐,如 Na_2CO_3 溶液等蒸干后可得到原物质。
4. 考虑盐受热是否分解,如 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 NaHCO_3 、 KMnO_4 、 NH_4Cl 等固体受热易分解(KMnO_4 溶液蒸干后得到 K_2MnO_4 和 MnO_2 固体)。

必记 43 溶液中粒子浓度大小比较

1. 溶液中粒子浓度大小比较的解题思路:



2. 两个理论依据

(1) 弱电解质电离理论: 电离粒子的浓度大于电离生成粒子的浓度。例如, H_2CO_3 溶液中: $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{HCO}_3^-) \gg c(\text{CO}_3^{2-})$ (多元弱酸第一步电离程度远远大于第二步电离)。

(2) 水解理论: 水解离子的浓度大于水解生成粒子的浓度。例如, Na_2CO_3 溶液中: $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) \gg c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ (多元弱酸根离子的水解以第一步为主)。

3. 三个守恒关系

(1) 电荷守恒: 电荷守恒是指溶液必须保持电中性,即溶液中所有阳离子的电荷总浓度等于所有阴离子的电荷总浓度。例如: NaHCO_3 溶液中: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ 。

(2) 物料守恒: 物料守恒也就是元素守恒,变化前后某种元素的原子个数守恒。

物料守恒关系式的书写方法(以 Na_2CO_3 溶液为例说明):

- ① 先找出元素之间的固定比例关系: 如在 Na_2CO_3 溶液中, 钠离子与碳原子的固定比例为 2 : 1;
- ② 找出上述粒子在溶液中的所有的存在形式: Na^+

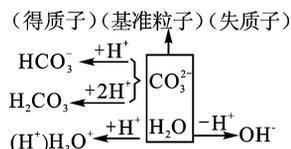
只有一种存在形式,碳原子存在于 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 H_2CO_3 三种微粒中,且每种微粒中只含有一个碳(如果含两个碳,该组分的系数需乘以 2,含三个碳,则该组分的系数乘以 3);

③ 结合上述①和②列出物料守恒关系式: $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)]$ 。

(3) 质子守恒: 由水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 等于由水电离出的 $c(\text{OH}^-)$,在碱性盐溶液中 OH^- 守恒,在酸性盐溶液中 H^+ 守恒。

质子守恒式的书写方法(以 Na_2CO_3 的水溶液为例):

- ① 先找准基准粒子: 即原物质直接对应的粒子和 H_2O 分子,如 Na_2CO_3 水溶液中的基准粒子为 CO_3^{2-} 和 H_2O (不水解的离子不在其列);
- ② 画图: 然后利用画图法分别列出基准粒子得失质子(H^+)后对应的粒子,并在箭头上标上得失质子的个数(箭头上 H^+ 的系数);



③ 利用得失质子数相等列等式: Na_2CO_3 的水溶液中的质子守恒式为 $c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) = c(\text{OH}^-)$ 。

必记 44 原电池中判断正极和负极的方法

1. 根据组成电极的材料判断: 一般活动性较强的金属作负极; 活动性较弱的金属或能导电的非金属作正极。
2. 根据电子的流动方向判断: 在原电池中, 电子流出的一极是负极, 电子流入的一极是正极。
3. 根据原电池内离子的定向移动方向判断: 在原电池的电解质溶液中, 阳离子向正极移动, 阴离子向负极移动。
4. 根据原电池两极发生的反应类型判断: 负极上发生氧化反应, 正极上发生还原反应。
5. 根据现象判断: 溶解的一极是负极, 质量增加或放出气体的一极是正极。
6. 根据电池反应判断: 如碱性甲醇燃料电池, 其总反应为 $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$, 由于 CH_3OH 被氧化, 失电子, 则通入甲醇的一极为负极, 通入氧气的一极为正极。

注意: (1) 冷的浓硝酸作电解质溶液, 铁或铝与铜作电极时, 铁或铝在冷的浓硝酸中钝化, 活动性较弱的铜与浓硝酸发生氧化还原反应充当负极。

(2) NaOH 溶液作电解质溶液。镁与铝作电极时, 因铝能与 NaOH 溶液反应, 充当负极, 而活动性较强的镁充当正极。

必记 45 燃料电池和新型电池电极反应式的书写

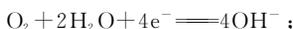
技巧

1. 燃料电池

(1) 正极反应式的书写: 正极通入的气体一般是氧气, 根据电解质的不同, 分以下几种情况:



② 在碱性溶液中生成氢氧根离子:



③ 在固体电解质(高温下能传导 O^{2-})中生成 O^{2-} :

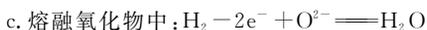
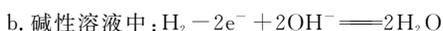
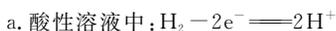


④ 在熔融碳酸盐(如: 熔融 K_2CO_3)中生成碳酸根离子:



(2) 负极反应式的书写: 负极通入的是燃料, 发生氧化反应, 负极生成的离子一般与正极产物结合, 有以下几种情况:

① 若负极通入的气体是氢气, 则



② 若负极通入的气体为含碳的化合物, 如 CO 、 CH_4 、 CH_3OH 等, 碳元素均转化为正四价碳的化合物, 在酸性溶液中生成 CO_2 、在碱性溶液中生成 CO_3^{2-} 、熔融碳酸盐中生成 CO_2 、熔融氧化物中生成 CO_3^{2-} ; 含有的氢元素最终生成水。根据总反应式中 O_2 得电子数写出失去的电子数, 再根据电荷守恒和原子守恒即可写出电极反应式。如 CH_3OH 燃料电池负极反应式在酸性溶液中为 $CH_3OH - 6e^- + H_2O \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + 6H^+$, 在碱性溶液中为 $CH_3OH - 6e^- + 8OH^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + 6H_2O$ 。

注意: 对于比较难写的燃料电池的负极反应式都可采用间接方法书写, 即先正确写出燃料电池的总反应式和正极反应式, 然后在电子守恒的基础上用总反应式减去正极反应式即得负极反应式。

2. 新型电池

(1) 如果题目给出的是图示装置, 先分析正、负极, 再根据正负极反应规律写电极反应式。

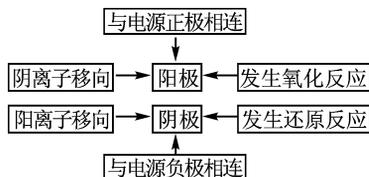
(2) 如果题目给出的是总反应式, 可分析此反应中的氧化反应和还原反应, 选择一个比较简单的变化情况书写电极反应, 另一极的电极反应可直接写或用总反应减去已写出的电极反应即得结果。

(3) 对于可充电电池的反应, 需清楚“充电”“放电”的方向, 放电过程应用原电池原理, 充电过程应用电解原理。

(4) 新型电池电极反应式的书写一定要考虑介质的影响。

必记 46 电解池电极及电解产物的判断

1. 电解池电极的判断



2. 电解时电极产物的判断

(1) 阳极产物的判断

首先看电极, 如果是活性电极(金属活动性顺序表 Ag 以前), 则电极材料失电子, 电极被溶解, 溶液中的阴离子不能失电子; 如是惰性电极(Pt 、 Au 、石墨), 则要看溶液中离子的失电子能力, 此时根据阴离子放电顺序加以判断, 阴离子放电顺序: $S^{2-} > I^- > Br^- > Cl^- > OH^- > \text{含氧酸根} > F^-$ 。

(2) 阴极产物的判断

直接根据阳离子放电顺序进行判断, 阳离子放电顺序与金属活动性顺序相反, 其中: $Ag^+ > Fe^{3+} > Cu^{2+} > H^+$ (酸) $> Fe^{2+} > Zn^{2+} > Al^{3+} > Mg^{2+} > Na^+$ 。

必记 47 以惰性电极电解电解质溶液的类型

类型	电极反应特点	实例	电解对象	电解质浓度	pH	电解质溶液复原
电解水型	阴极: $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$ (或 $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2OH^- + H_2 \uparrow$) 阳极: $4OH^- - 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O + O_2 \uparrow$ (或 $2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons 4H^+ + O_2 \uparrow$)	NaOH	水	增大	增大	加水
		H_2SO_4	水	增大	减小	加水
		Na_2SO_4	水	增大	不变	加水
电解电解质型	电解质电离出的阴、阳离子分别在两极放电	HCl	电解质	减小	增大	通氯化氢
		$CuCl_2$	电解质	减小		加氯化铜
放 H_2 生碱型	阴极: H_2O 放 H_2 生碱 阳极: 电解质阴离子放电	NaCl	电解质和水	生成新电解质	增大	通氯化氢
放 O_2 生酸型	阴极: 电解质阳离子放电 阳极: H_2O 放 O_2 生酸	$CuSO_4$	电解质和水	生成新电解质	减小	加氧化铜

必记 48 金属腐蚀的防护方法

1. 电化学防护法

- (1) 牺牲阳极的阴极保护法: 如在被保护的钢铁设备上装上若干较活泼金属(如 Zn), 让被保护的金属作原电池的正极。
- (2) 外加电流的阴极保护法: 如用被保护的钢铁设备作阴极, 惰性电极作阳极, 外接直流电源。

2. 其他方法

- (1) 改变金属内部结构, 如把金属制成防腐的合金(如不锈钢)。
- (2) 加涂防护层, 如喷油漆、涂油脂、电镀[电镀耐腐蚀的金属(Zn、Sn、Ni、Cr 等)]、喷镀或表面钝化等方法。

高考清单六 化学实验

必记 49 化学试剂的保存方法

保存依据	保存方法	典型实例
防氧化	① 密封或用后立即盖好 ② 加入还原剂 ③ 隔绝空气	① Na_2SO_3 固体, Na_2S 、KI 溶液等用后立即盖好 ② FeSO_4 溶液中加少量铁屑 ③ K、Na 保存在煤油里, 白磷保存在水中, Li 保存在石蜡里
防潮解(或与水反应, 或吸水)	密封保存	NaOH 、 CaCl_2 、 CuSO_4 、 P_2O_5 等固体, 浓 H_2SO_4 等密封保存
防与 CO_2 反应	密封保存, 减小露置时间	NaOH 、 Na_2CO_3 溶液、石灰水、 Na_2O_2 固体等密封保存
防挥发	① 密封、置于阴凉处 ② 液封	① 浓盐酸、浓氨水等置于阴凉处 ② 液溴用水封
防燃烧	置于阴凉处, 不与氧化剂混合贮存, 严禁火种	苯、汽油、酒精等
防分解	保存在棕色试剂瓶中, 置于冷暗处	浓 HNO_3 、 KMnO_4 、 AgNO_3 溶液、氨水等
防水解	加入酸(碱)抑制水解	FeCl_3 溶液中加稀盐酸
防腐蚀	能腐蚀橡胶的物质用玻璃塞或塑料盖	浓 HNO_3 、 KMnO_4 溶液、氯水、溴水等能腐蚀橡胶, 汽油、苯、 CCl_4 等能使橡胶溶胀
防黏结	碱性溶液用橡胶塞	NaOH 、 Na_2CO_3 、 Na_2SiO_3 溶液等

必记 50 装置气密性的检查方法与答题规范

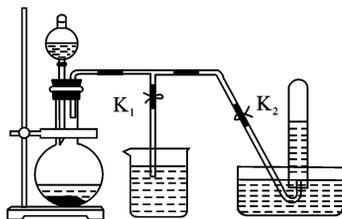
1. 基本思路: 使装置内外产生压强差, 观察气泡或液面变化情况。

2. 检查方法

(1) 常用方法

	微热法	液差法	气压法
原理	升高装置中气体的温度, 使气体膨胀	缩小装置中气体的体积, 增大压强	封闭气体的压强增大, 使液滴不能滴下
图例			
具体操作	塞紧橡胶塞, 将导气管末端伸入盛水的烧杯中, 用手捂热(或用酒精灯微热)试管	塞紧橡胶塞, 用止水夹夹住导气管的橡皮管部分, 从长颈漏斗向试管中注水	塞紧橡胶塞, 关闭止水夹, 打开分液漏斗活塞, 向烧瓶中加水
现象说明	烧杯中有气泡产生, 停止微热, 冷却后导气管末端形成一段水柱, 且保持一段时间不下降	一段时间后长颈漏斗中的液面高于试管中的液面, 且液面差不改变	一段时间后, 液滴不能滴下

(2) 其他方法: 如分段法, 对于较复杂的实验装置气密性的检查, 可分段检查, 方法因具体装置而异。如图, 可分别关闭 K_1 、 K_2 , 分段进行检查。



3. 答题规范

- (1) 顺序: 装置形成封闭体系 → 操作(微热、手捂、热毛巾捂、加水等) → 描述现象 → 得出结论。
- (2) 微热法检查的关键词是封闭、微热、气泡、水柱。
- (3) 液差(封)法的关键词是封闭、液差。
- (4) 答题时易忽略的几句关键性的文字叙述:
 - ① 将导管末端浸入水中;
 - ② 关闭或者开启某些气体通道的活塞或弹簧夹;
 - ③ 加水至“将长颈漏斗下口浸没”。

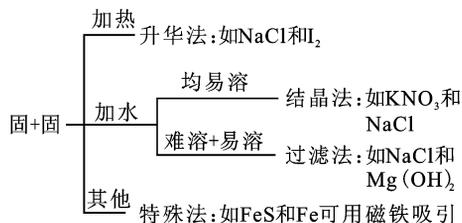
注意: 检查气密性是在装置组装完毕后且装入反应物之前进行。

必记 51 物质分离、提纯的常用方法

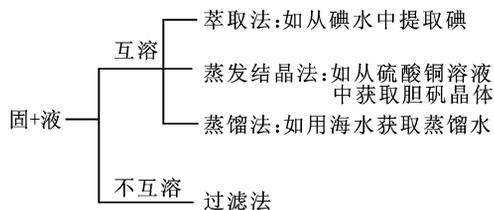
遵循先物理方法后化学方法的原则

1. 物理方法

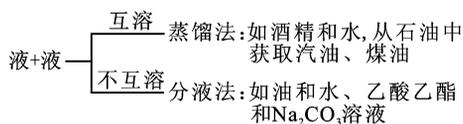
(1) “固+固”混合物的分离(提纯)



(2) “固+液”混合物的分离(提纯)



(3) “液+液”混合物的分离(提纯)



2. 化学方法

方法	原理	杂质成分
沉淀法	将杂质离子转化为沉淀	Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、CO ₃ ²⁻ 及能形成弱碱的阳离子
气化法	将杂质离子转化为气体	CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、HSO ₃ ⁻ 、S ²⁻ 、NH ₄ ⁺
杂转纯法	将杂质转化为需要提纯的物质	杂质中含不同价态的相同元素(用氧化剂或还原剂)、同一种酸的正盐与酸式盐(用酸、酸酐或碱)
氧化还原法	用氧化剂(还原剂)除去具有还原性(氧化性)的杂质	如用酸性KMnO ₄ 溶液除去CO ₂ 中的SO ₂ 、用热的铜粉除去N ₂ 中的O ₂
热分解法	加热使不稳定的物质分解除去	如除去NaCl固体中的NH ₄ Cl等
酸碱溶解法	利用物质与酸或碱溶液混合后的差异进行分离	如用过量的NaOH溶液可除去Fe ₂ O ₃ 中的Al ₂ O ₃
电解法	利用电解原理除去杂质	含杂质的金属作阳极, 纯金属(M)作阴极, 含M的盐溶液作电解质溶液(如铜的电解精炼)

必记 52 化学实验方案的设计要求和步骤

1. 化学实验方案设计的基本要求

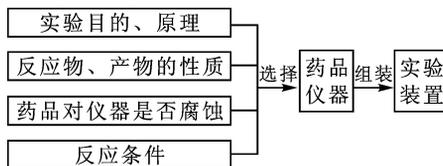
- (1) 科学性: 实验原理正确、实验流程合理。
- (2) 安全性: 保护人身、保护环境、保护仪器。
- (3) 可行性: 条件允许、效果明显、操作方便。
- (4) 简约性: 步骤少、时间短、节省药品、效果好。

2. 化学实验方案的步骤

(1) 明确目的、原理



(2) 选择仪器、药品



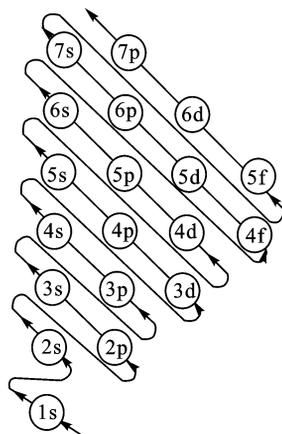
(3) 化学实验方案设计时仪器选用及连接的顺序



高考清单七 物质结构与性质

必记 53 核外电子排布规律

1. 排布原则: (1) 能量最低原理; (2) 泡利不相容原理; (3) 洪特规则。
2. 能级交错现象: 原子核外电子在填充原子轨道的过程中, 并不是按电子层由里到外逐渐排布, 不同电子层的不同能级的能量高低有交错现象, 如 $E(3d) > E(4s)$ 、 $E(4d) > E(5s)$ 、 $E(5d) > E(6s)$ 、 $E(6d) > E(7s)$ 、 $E(4f) > E(5p)$ 、 $E(4f) > E(6s)$ 等。原子核外电子的排布顺序是:



3. 当能量相同的原子轨道在全满(p^6 、 d^{10} 、 f^{14})、半满(p^3 、 d^5 、 f^7)和全空(p^0 、 d^0 、 f^0)状态时,体系的能量最低。
如 $_{24}\text{Cr}$ 的基态原子电子排布式应表示为:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,而不是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ 。

必记 54 杂化轨道理论、价层电子对互斥模型

杂化轨道理论	杂化类型	杂化轨道数目	杂化轨道间夹角	空间构型	实例
	sp	2	180°	直线形	BeCl_2
sp ²	3	120°	平面三角形	BF_3	
sp ³	4	$109^\circ 28'$	正四面体形	CH_4	

分子构型	价层电子对数	成键电子对数	孤对电子数	电子对空间构型	分子空间构型	实例
						实例
2	2	0		直线形	直线形	BeCl_2
3	3	0		三角形	三角形	BF_3
					V形	SnBr_2
4	4	0		四面体	四面体形	CH_4
					三角锥形	NH_3
					V形	H_2O

必记 55 范德华力、氢键、共价键的比较

	范德华力	氢键	共价键
概念	物质分子之间普遍存在的一种相互作用力,又称分子间作用力	由已经与电负性很强的原子形成共价键的氢原子与另一个分子中电负性很强的原子之间的作用力	原子间通过共用电子对所形成的相互作用
作用粒子	分子或原子(稀有气体)	氢原子、氟、氮、氧原子(分子内、分子间)	原子
特征	无方向性、无饱和性	有方向性、有饱和性	有方向性、有饱和性
强度比较	共价键 > 氢键 > 范德华力		
影响强度的因素	①随着分子极性和相因素对分子质量的增大而增大 ②组成和结构相似的物质,相对分子质量越大,分子间作用力越大	对于A—H……B—,A、B的电负性越大,B原子的半径越小,氢键键能越大	成键原子半径越小,键长越短,键能越大,共价键越稳定

续表

	范德华力	氢键	共价键
对物质性质的影响	①影响物质的熔沸点、溶解度等物质性质 ②组成和结构相似的物质,随相对分子质量的增大,物质的熔沸点升高,如 $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$, $\text{CF}_4 < \text{CCl}_4 < \text{CBr}_4$	分子间氢键的存在,使物质的熔沸点升高,在水中的溶解度增大,如熔沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, $\text{HF} > \text{HCl}$, $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$	①影响分子的稳定性 ②共价键键能越大,分子稳定性越强

必记 56 四种晶体的比较

类型比较	分子晶体	原子晶体	金属晶体	离子晶体	
概念	分子间靠分子间作用力结合而形成的晶体	原子之间以共价键结合而形成的具有空间网状结构的晶体	金属阳离子和自由电子以金属键结合而形成的晶体	阳离子和阴离子通过离子键结合而形成的晶体	
结构	构成粒子	分子	原子	金属阳离子、自由电子	
	粒子间的相互作用力	分子间的作用力	共价键	金属键	离子键
性质	密度	较小	较大	有的很大,有的很小	较大
	硬度	较小	很大	有的很大,有的很小	较大
	熔、沸点	较低	很高	有的很高,有的很低	较高
	溶解性	相似相溶	难溶于任何溶剂	难溶于常见溶剂	大多易溶于水等极性溶剂
	导电、传热性	一般不导电,溶于水后有的导电	一般不具有导电性	电和热的良导体	晶体不导电,水溶液或熔融态导电
延展性	无	无	良好	无	

必记 57 晶体熔沸点高低的比较方法

1. 不同类型的晶体

- (1) 一般规律: 原子晶体 > 离子晶体 > 分子晶体。
(2) 金属晶体的熔、沸点差别很大, 如钨、铂等熔、沸点很高; 汞、铯等熔、沸点很低。

2. 原子晶体

原子半径越小 → 键长越短 → 键能越大 → 熔沸点越高

如熔点: 金刚石 > 碳化硅 > 硅。

3. 离子晶体

- (1) 一般地说, 阴阳离子的电荷数越多, 离子半径越小, 则离子间的作用力就越强, 其离子晶体的熔、沸点就越高, 如熔点: $\text{MgO} > \text{MgCl}_2 > \text{NaCl} > \text{CsCl}$ 。
(2) 衡量离子晶体稳定性的物理量是晶格能。晶格能越大, 形成的离子晶体越稳定, 熔点越高, 硬度越大。

4. 分子晶体

- (1) 分子间作用力越大, 物质的熔、沸点越高; 具有氢键的分子晶体熔、沸点反常的高。如 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$ 。
(2) 组成和结构相似的分子晶体, 相对分子质量越大, 熔、沸点越高, 如 $\text{SnH}_4 > \text{GeH}_4 > \text{SiH}_4 > \text{CH}_4$ 。
(3) 组成和结构不相似的物质(相对分子质量接近), 分子的极性越大, 其熔、沸点越高, 如 $\text{CO} > \text{N}_2$, $\text{CH}_3\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_3$ 。
(4) 同分异构体, 支链越多, 熔、沸点越低。

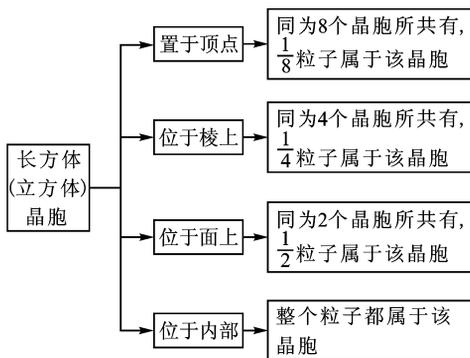
5. 金属晶体

金属离子半径越小, 离子电荷数越多, 其金属键越强, 金属熔、沸点就越高, 如熔、沸点: $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Al}$ 。

必记 58 均摊法确定晶胞化学式的解题通法

通法: 晶胞任意位置上的一个原子如果是被 n 个晶胞所

共有, 那么, 每个晶胞对这个原子分得的份额就是 $\frac{1}{n}$ 。

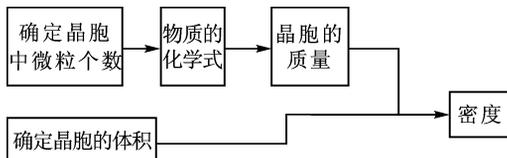


必记 59 均摊法确定化学式的两大陷阱

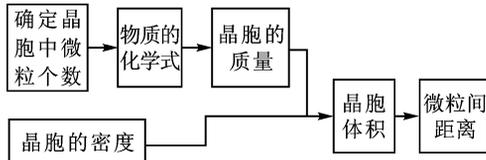
1. 非长方体晶胞误用上述规律计算。均摊法计算晶胞中微粒个数时, 要注意晶胞的形状, 不同形状的晶胞, 先分析任意位置上的一个粒子被几个晶胞所共有, 如六棱柱晶胞中, 顶点、侧棱、底面上的棱、面心依次被 6、3、4、2 个晶胞所共有。
2. 分子(或分子键)中的粒子数目都属于该分子所有, 没有被分割。

必记 60 晶体的密度及微粒间距离的计算方法

1. 计算晶体密度的方法



2. 计算晶体中微粒间距离的方法



若 1 个晶胞中含有 x 个微粒, 则 1 mol 晶胞中含有 x mol 微粒, 其质量为 xM g (M 为微粒的相对“分子”质量); 又 1 个晶胞的质量为 ρa^3 g (a^3 为晶胞的体积), 则 1 mol 晶胞的质量为 $\rho a^3 N_A$ g, 因此有 $xM = \rho a^3 N_A$ 。

高考清单八 有机化学基础

必记 61 有机物分子式和结构简式的确定方法

1. 有机物分子式的确定方法

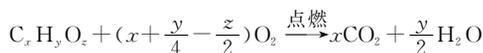
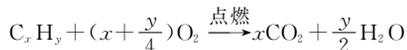
- (1) 直接法: 密度(或相对密度) → 摩尔质量 → 1 mol 气体中各元素原子各多少摩尔 → 分子式。
(2) 最简式法: 分子式为最简式的整数倍, 因此利用相对分子质量及求得的最简式可确定其分子式。如烃的最简式的求法为: $N(\text{C}) : N(\text{H}) = \frac{\text{碳的质量数}}{12} : \frac{\text{氢的质量数}}{1} = x : y$ (最简整数比), 最简式为 C_xH_y , 则分子式为 $(\text{C}_x\text{H}_y)_n$, $n = \frac{M_r}{12x+y}$ (M_r 为烃的相对分子质量, $12x+y$ 为最简式的相对分子质量)。
(3) 商余法: 用烃的相对分子质量除以 14, 得商数和余数。其中商数 A 为烃中的碳原子数。
此法运用于具有确定通式的烃(如烷、烯、炔、苯的

同系物等)。

$$\frac{M_r(C_xH_y)}{M_r(CH_2)} = \frac{M_r}{14} = A \begin{cases} \text{除尽} & \text{为单烯烃或环烷烃} \\ \text{余} 2 & \text{为烷烃} \\ \text{差} 2 & \text{为炔烃或二烯烃} \\ \text{差} 6 & \text{为苯或其同系物} \end{cases}$$

(4) 化学方程式法: 利用燃烧反应方程式, 抓住以下关键: ① 气体体积变化; ② 气体压强变化; ③ 气体密度变化; ④ 混合物平均相对分子质量等, 同时可结合差量法、平均值法、十字交叉法、讨论法等技巧来求得有机物的分子式。

根据题中给的条件依据下列燃烧通式所得的 CO_2 和 H_2O 的量求解 x, y :



2. 有机化合物结构简式的确定

(1) 计算有机化合物分子的不饱和度: $N(C) + 1 -$

$\frac{N(H)}{2}$, 其中 $N(C)$ 为碳原子数; $N(H)$ 为氢原子数。

若含卤素原子, 则将其视为氢原子; 若含氧原子, 则不考虑; 若含氮原子, 则在氢原子总数中减去氮原子数。

(2) 几种官能团的不饱和度

官能团	不饱和度	官能团	不饱和度
一个碳碳双键	1	一个碳环	1
一个碳碳三键	2	一个苯环	4
一个羰基(酮基、羧基、醛基)	1	一个氰基(-CN)	2

(3) 确定有机化合物的官能团

① 利用官能团的化学性质判断有机化合物的可能官能团;

② 利用现代物理方法测定官能团种类:

可通过紫外光谱(UV)、红外光谱(IR)及核磁共振氢谱(NMR)等快速准确地确定有机化合物分子的结构。

必记 62 判断同分异构体数目的方法

- 基元法: 将有机物看作由基团连接而成, 由基团的异构数目可推断有机物的异构体数目。如: 丁基有四种, 则丁醇(C_4H_9-OH)、戊醛(C_4H_9-CHO)、戊酸(C_4H_9-COOH)也分别有四种同分异构体。
- 替代法: 将有机物分子中的不同原子或基团换位进行思考。如: 乙烷分子中共有 6 个 H 原子, 一氯乙烷只

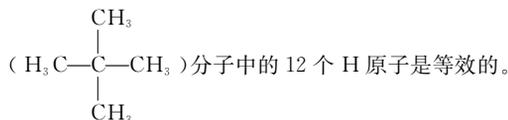
有一种结构, 把 5 个 H 原子用 5 个 Cl 原子代替, 则五氯乙烷也只有一种结构。

- 原子团插入法: 将含氧有机物仍看成在烃分子中的碳碳键或碳氢键之间插入氧原子得到, 插入过程中不影响碳氢原子个数比。如: 分子式为 C_2H_6O 的有机物可以是在乙烷分子中的碳氢键之间插入氧原子, 即为乙醇(C_2H_5OH), 也可认为是乙烷分子在碳碳键之间插入氧原子, 即为甲醚(CH_3OCH_3)。该方法同样适用于酮醛($-C(=O)-$), 酯($-C(=O)O-$)的书写判断。

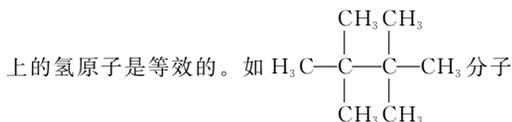
4. 等效氢原子法(又称对称法): 分子中等效氢原子有如下情况:

(1) 同一个碳上的氢原子等效。

(2) 同一个碳的甲基上的氢原子等效。如新戊烷



(3) 分子中处于镜面对称位置(相当于平面镜成像时)



中的 18 个 H 原子是等效的。

5. 定 1 移 2 法: 用于 2 元取代物的分析方法, 如分析



的二氯取代物的所有同分异构体。把分子中所有碳原子分为两类, 先在一类碳原子上固定一个 Cl 不动, 移动另外一个 Cl 的位置, 得到 7 种同分异构

体, 如图所示: (7 种), 图中 X 标示另一

个 Cl 的位置。然后把第一个 Cl 固定到另一类碳原子上, 再移动另一个 Cl, 再得到 3 种同分异构体(此时需注意, 与前面氯原子等效的位置不要再进行取代, 否则会造成重复), 如图所示: (3 种), 所

以共 10 种同分异构体。

必记 63 高聚物单体的判断方法

1. 首先判断聚合反应类型

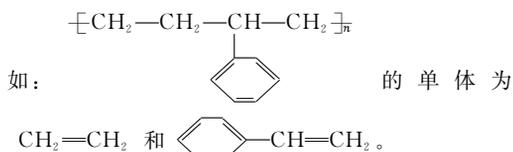
若链节上都是碳原子, 一般是加聚反应的产物; 若链

节上含有 $-C(=O)O-$ 、 $-C(=O)N-$, 一般为缩聚反应

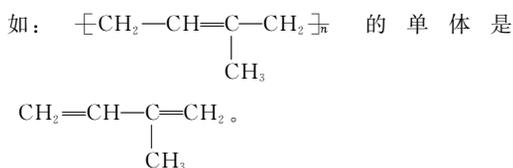
的产物。

2. 加聚反应单体的判断方法

(1) 如果分子中都是碳碳单键, 则是单烯烃型单体加聚产物, 还原时每两个碳原子为一组, 恢复为碳碳双键。



(2) 若分子中存在碳碳双键, 则是二烯烃型单体加聚产物, 以碳碳双键为中心, 4 个碳原子为一组恢复为二烯烃。

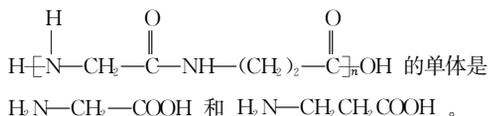


(3) 复杂的高分子化合物, 先分离出二烯烃, 其他部位恢复为单烯烃。

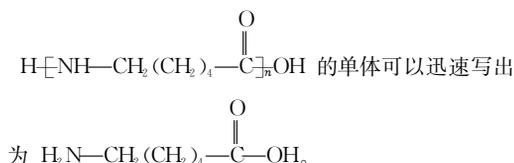
3. 缩聚反应单体的判断方法

(1) 酯类高聚物中含有“ $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-$ ”, 去掉中括号及 n , 从碳氧单键中间断开, $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 恢复为 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$, $-\text{O}-$ 恢复为 $-\text{OH}$ 。

(2) 酰胺类高聚物中含有“ $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}-$ ”, 去掉中括号及 n , 从碳氮单键中间断开, 在亚氨基上加氢, 羰基碳原子上加羟基, 即得高聚物单体。如:



(3) 如果链节中不含“ $-\text{COO}-$ ”或“ $-\text{CO}-\text{NH}-$ ”, 只是在端点含有“ $-\text{CO}-$ ”、“ $-\text{O}-$ ”或“ $-\text{NH}-$ ”, 则说明是只有一种单体缩聚成的, 则只须依照上述方法在羰基上连上羟基“ $-\text{OH}$ ”, “ $-\text{O}-$ ”或“ $-\text{NH}-$ ”上直接连上“ H ”就行了。如:



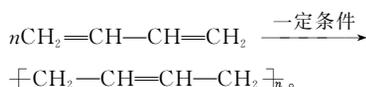
必记 64 聚合产物的书写方法

1. 加聚产物的书写方法

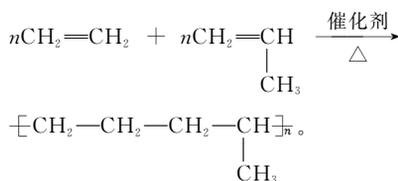
(1) 单烯烃型单体加聚时“断开双键, 键分两端, 添上括号, n 写后面”。如:



(2) 二烯烃型单体加聚时“单变双, 双变单, 破两头, 移中间, 添上括号, n 写后面”。如:

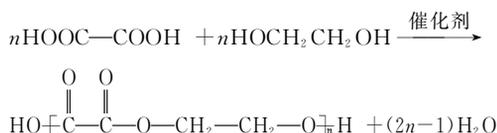


(3) 含有一个双键的两种单体聚合时, “双键打开, 中间相连, 添上括号, n 写后面”。如:

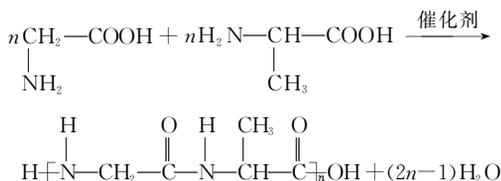


2. 缩聚产物的书写: 下面无论哪种类型, 书写缩聚产物时最后都要加上“ $[-]$ ”。

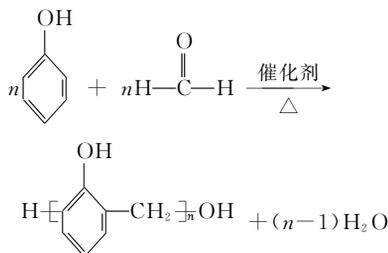
(1) 酸醇缩聚类: 遵循酸失羟基醇失氢的原则:



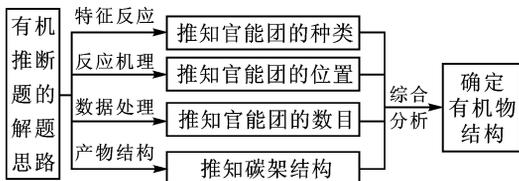
(2) 成肽类: 遵循酸失羟基氨基(基)失氢的原则:



(3) 酚醛树脂是一种比较特殊(羰基氧原子与一个基团中的 2 个活泼氢原子结合成 H_2O) 的缩聚反应产物, 是由甲醛与苯酚缩聚得到的:



1. 有机推断题的解题思路



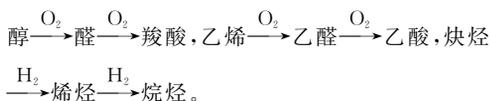
2. 有机推断的突破口

(1) 特殊的现象和物理性质

- ① 特殊的颜色: 酚类物质遇 Fe^{3+} 呈紫色; 淀粉遇碘水呈蓝色; 蛋白质遇浓硝酸呈黄色; 苯酸无色, 但在空气中因部分氧化而显粉红色;
- ② 特殊的气味: 硝基苯有苦杏仁味; 乙醇和低级酯有香味; 甲醛、乙醛、甲酸、乙酸有刺激性气味; 乙二醇、丙三醇、蔗糖、葡萄糖有甜味, 乙炔常因混有 H_2S 、 PH_3 等而带有臭味;
- ③ 特殊的水溶性、熔沸点: 苯酚常温时水溶性不大, 但高于 65°C 时可以与水以任意比互溶; 常温下呈气态的物质有: 碳原子数不大于 4 的烃类、甲醛、新戊烷、 CH_3Cl 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 等;
- ④ 特殊的用途: 甲苯、苯酚、甘油、纤维素能制备炸药; 乙二醇可用作防冻液; 甲醛的水溶液可用来消毒、杀菌、浸制生物标本; 葡萄糖或醛类物质可用于制镜业。

(2) 特殊的化学性质、转化关系和反应

- ① 与银氨溶液或新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液反应的物质有: 醛、甲酸、甲酸盐、甲酸酯、葡萄糖、麦芽糖;
- ② 使溴水褪色的物质有: 含碳碳双键或碳碳三键的物质(加成); 含醛基的物质(氧化); 酚类物质(取代); 液态饱和烃、液态饱和酯、苯及其同系物、氯仿、四氯化碳(萃取);
- ③ 使酸性高锰酸钾溶液褪色的物质有: 含碳碳双键或三键的物质、醛类物质、酚类物质、苯的同系物、还原性糖, 都是因氧化而褪色;
- ④ 直线型转化: (与同一物质反应)



(3) 特定的反应条件

- ① “光照”这是烷烃和烷基中的氢被取代的反应条件, 如 a. 烷烃的取代; b. 芳香烃及其他芳香族化合物侧链烷基的取代; c. 不饱和烃中烷基的取代;

- ② “ $\frac{\text{Ni}}{\Delta}$ ”或“ $\frac{\text{催化剂}}{\Delta}$ ”为不饱和键加氢反应的条件, 包括 $\text{C}=\text{C}$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $\text{C}=\text{O}$ 的加成;

- ③ “ $\frac{\text{浓 H}_2\text{SO}_4}{\Delta}$ ”是 a. 醇消去 H_2O 生成烯烃或炔烃; b. 酯化反应; c. 醇分子间脱水生成醚的反应; d. 纤维素的水解反应;

- ④ “ $\frac{\text{NaOH 醇溶液}}{\Delta}$ ”或“ $\frac{\text{浓 NaOH 醇溶液}}{\Delta}$ ”是卤代烃消去 HX 生成不饱和有机物的反应条件;

- ⑤ “ $\frac{\text{NaOH 水溶液}}{\Delta}$ ”是 a. 卤代烃水解生成醇; b. 酯类水解反应的条件;

- ⑥ “ $\frac{\text{稀 H}_2\text{SO}_4}{\Delta}$ ”是 a. 酯类水解; b. 糖类水解; c. 油脂的酸性水解; d. 淀粉水解的反应条件;

- ⑦ “ $\frac{\text{Cu 或 Ag}}{\Delta}$ ”或“ $\frac{[\text{O}]}{\Delta}$ ”为醇氧化的条件;

- ⑧ “ $\frac{\text{催化剂}}{\Delta}$ ”或“ $\frac{\text{Fe}}{\Delta}$ ”为苯及其同系物苯环上的氢被卤素原子取代的反应条件;

- ⑨ 溴水或 Br_2 的 CCl_4 溶液是不饱和烃加成反应的条件;

- ⑩ “ $\frac{\text{O}_2 \text{ 或 } \text{Cu}(\text{OH})_2}{\text{或 Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}}$ ”或“ $\frac{[\text{O}]}{\Delta}$ ”是醛氧化的条件。

(4) 有机反应中量的关系

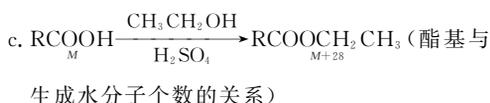
- ① 烃和卤素单质的取代: 取代 1 mol 氢原子, 消耗 1 mol 卤素单质 (X_2);

- ② $\text{C}=\text{C}$ 的加成: 与 H_2 、 Br_2 、 HCl 、 H_2O 等加成时是 1:1 加成;

- ③ 含 $-\text{OH}$ 的有机物与 Na 反应时: 2 mol $-\text{OH}$ 生成 1 mol H_2 ;

- ④ 1 mol $-\text{CHO}$ 对应 2 mol Ag ; 或 1 mol $-\text{CHO}$ 对应 1 mol Cu_2O ;

- ⑤ 物质转化过程中的式量变化



(关系式中 M 代表第一种有机物的相对分子质量)

1. 有机合成路线设计的基本要求

- (1) 原理正确, 原料价廉。
- (2) 途径简捷, 便于操作。
- (3) 条件适宜, 易于分离。
- (4) 符合“绿色、环保”要求。

2. 有机合成问题的分析方法

(1) 对于自行设计合成路线类型的有机合成, 一般采用逆向思维方法。其思维程序可概括为: 产品 → 中间产物 → 原料。

(2) 对于限定合成路线类型的有机合成, 一般采用正向思维方法。其思维程序是: 原料 → 中间产物 → 产品。

注意: 上述两种类型的考虑方法并非固定的, 解题时往往需要综合应用, 尤其是逆向思维方法应用更加广泛。

3. 官能团的引入

(1) 引入羟基(—OH)

- ① 烯烃与水加成;
- ② 醛(酮)与氢气加成;
- ③ 卤代烃水解;
- ④ 酯的水解等;

最重要的是卤代烃的水解。

(2) 引入卤原子(—X):

- ① 烃与 X_2 取代;
- ② 不饱和烃与 HX 或 X_2 加成;
- ③ 醇与 HX 取代等;

最主要的是不饱和烃的加成。

(3) 引入双键:

- ① 某些醇或卤代烃的消去引入碳碳双键;
- ② 醇的氧化引入碳氧双键等。

4. 官能团的消除

(1) 通过加成反应可以消除 $C=C$ 。如: $CH_2=CH_2$ 在催化剂作用下与 H_2 发生加成反应。

(2) 通过消去或氧化反应可消除 —OH。如:

CH_3CH_2OH 消去生成 $CH_2=CH_2$, CH_3CH_2OH 氧化生成乙醛。

(3) 通过加成或氧化反应可消除 —CHO。如: CH_3CHO 氧化生成 CH_3COOH , CH_3CHO 加 H_2 还原生成 CH_3CH_2OH 。

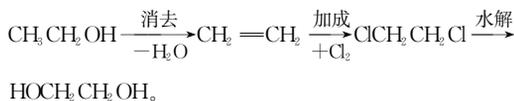
(4) 通过水解反应可消除 —COO。如: $CH_3COOC_2H_5$ 在酸性或碱性条件下的水解。

5. 官能团间的衍变

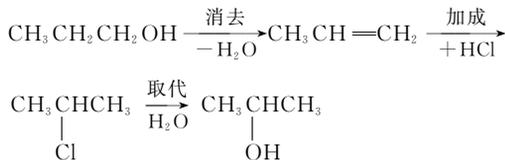
根据合成需要, 可进行有机物的官能团衍变, 以使中间物质向产物递进。

(1) 利用官能团的衍生关系进行衍变, 如: 伯醇(含 $-CH_2OH$) $\xrightarrow{[O]}$ 醛 $\xrightarrow{[O]}$ 羧酸; 乙烯 $\xrightarrow{[O]}$ 乙醛 $\xrightarrow{[O]}$ 乙酸。

(2) 通过某种化学途径使一个官能团变为两个, 如:

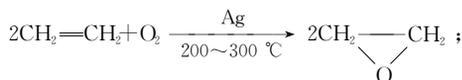


(3) 通过不同的反应, 改变官能团的位置, 如:



(4) 常见碳链成环的方法

① 烯烃氧化成环:



② 羟基—羧基的酯化反应成环;

③ 二元醇的脱水反应成环。

6. 碳骨架的增减

(1) 增长: 有机合成题中碳链的增长, 一般会以信息形式给出, 常见方式为有机物 HCN 反应以及不饱和化合物间的加成、聚合等。

(2) 变短: 如烃的裂化裂解, 某些烃(如苯的同系物、烯烃)的氧化、羧酸盐脱羧反应等。