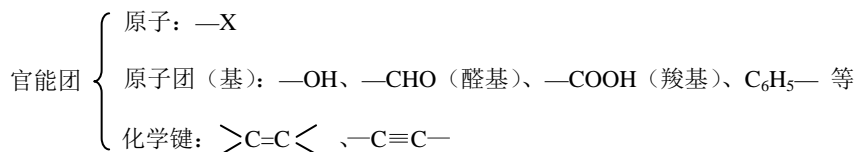


高考化学有机化学知识点梳理

一、有机物的结构与性质

1、官能团的定义：决定有机化合物主要化学性质的原子、原子团或化学键。



2、常见的各类有机物的官能团，结构特点及主要化学性质

(1) 烷烃

A) 官能团：无；通式： C_nH_{2n+2} ；代表物： CH_4

B) 结构特点：键角为 $109^\circ28'$ ，空间正四面体分子。烷烃分子中的每个 C 原子的四个价键也都如此。

C) 物理性质：1. 常温下，它们的状态由气态、液态到固态，且无论是气体还是液体，均为无色。

一般地， $C_1\sim C_4$ 气态， $C_5\sim C_{16}$ 液态， C_{17} 以上固态。

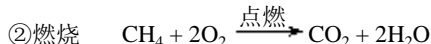
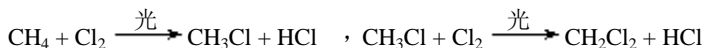
2. 它们的熔沸点 (1) 不同碳时碳数多熔沸点高；(2) 同碳时，支链多的熔沸点低。

3. 烷烃的密度由小到大，但都小于 $1g/cm^3$ ，即都小于水的密度。

4. 烷烃都不溶于水，易溶于有机溶剂

D) 化学性质：

① 取代反应 (与卤素单质、在光照条件下)



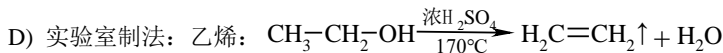
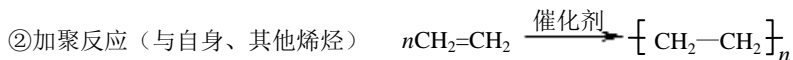
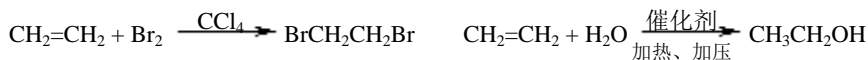
(2) 烯烃：

A) 官能团： $>C=C<$ ；通式： $C_nH_{2n}(n \geq 2)$ ；代表物： $H_2C=CH_2$

B) 结构特点：键角为 120° 。双键碳原子与其所连接的四个原子共平面。

C) 化学性质：

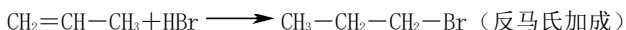
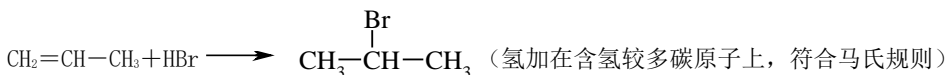
① 加成反应 (与 X_2 、 H_2 、 HX 、 H_2O 等)



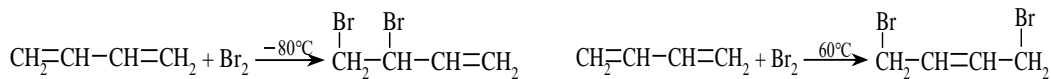
注：1. V 酒精：V 浓硫酸=1：3 (被脱水，混合液呈棕色) 2. 排水收集 (同 Cl_2 、 HCl) 控温 $170^\circ C$ ($140^\circ C$ ：乙醚)

3. 碱石灰除杂 SO_2 、 CO_2 4. 碎瓷片：防止暴沸

E) 反应条件对有机反应的影响：



F) 温度不同对有机反应的影响:



G) 乙烯可使溴水或溴的四氯化碳溶液褪色(加成反应) 乙烯可使高锰酸钾褪色(氧化反应)

(3)炔烃:

A) 官能团: $\text{—C}\equiv\text{C—}$; 通式: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}(n\geq 2)$; 代表物: $\text{HC}\equiv\text{CH}$

B) 结构特点: 碳碳叁键与单键间的键角为 180° 。两个叁键碳原子与其所连接的两个原子在同一条直线上。

C) 物理性质: 纯乙炔为无色无味的易燃、有毒气体。微溶于水, 易溶于乙醇、苯、丙酮等有机溶剂。工业品乙炔带轻微大蒜臭。由碳化钙(电石)制备的乙炔因含磷化氢等杂质而有恶臭。

C) 化学性质:

①氧化反应:

a. 可燃性: $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

现象: 火焰明亮、带浓烟, 燃烧时火焰温度很高 ($>3000^\circ\text{C}$), 用于气焊和气割。其火焰称为氧炔焰。

b. 被 KMnO_4 氧化: 能使紫色酸性高锰酸钾溶液褪色。

$3\text{CH}\equiv\text{CH} + 10\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CO}_2 \uparrow + 10\text{KOH} + 10\text{MnO}_2 \downarrow$ 所以可用酸性 KMnO_4 溶液或溴水区别炔烃与烷烃。

②加成反应: 可以跟 Br_2 、 H_2 、 HX 等多种物质发生加成反应。

如: 现象: 溴水褪色或 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色

与 H_2 的加成 $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2$


D) 乙炔实验室制法: $\text{CaC}_2 + 2\text{H—OH} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow$

注: 1.排水收集 无除杂 2.不能用启普发生器

3. 饱和 NaCl : 降低反应速率 4. 导管口放棉花: 防止微溶的 Ca(OH)_2 泡沫堵塞导管

注意: 乙炔可使溴水或溴的四氯化碳溶液褪色(加成反应) 乙炔可使高锰酸钾褪色(氧化反应)

(4)苯及苯的同系物: 苯的同系物: 苯上的氢原子被烷基取代的产物。

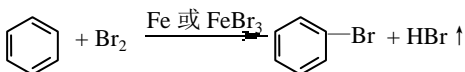
A) 通式: $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}(n\geq 6)$; 代表物: 

B)结构特点: 苯分子中键角为 120° , 平面正六边形结构, 6 个 C 原子和 6 个 H 原子共平面。

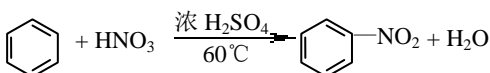
C)物理性质: 在常温下是一种无色、有特殊气味的液体, 易挥发。苯不溶于水, 密度比水。如用冰冷却, 可凝成无色晶体。苯是一种良好的有机溶剂, 溶解有机分子和一些非极性的无机分子的能力很强。

C)化学性质:

①取代反应(与液溴、 HNO_3 、 H_2SO_4 等)



硝化反应:

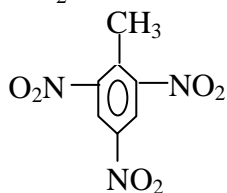
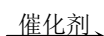
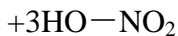
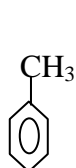
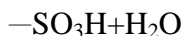
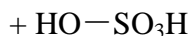


磺化反应:



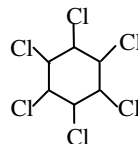
注: V 苯: V 溴=4: 1 长导管: 冷凝 回流 导气 防倒吸 NaOH 除杂
现象: 导管口白雾、浅黄色沉淀 (AgBr)、 CCl_4 : 褐色不溶于水的液体(溴苯)

注: 先加浓硝酸再加浓硫酸 冷却至室温再加苯
 $50^\circ\text{C}-60^\circ\text{C}$ 【水浴】 温度计插入烧杯 除混酸: NaOH
硝基苯: 无色油状液体 难溶 苦杏仁味 毒



注：三硝基甲苯，淡黄色晶体，不溶于水，烈性炸药。

②加成反应（与 H_2 、 Cl_2 等）



D)侧链和苯环相互影响：侧链受苯环易氧化，苯环受易取代。

(5)卤代烃：

A)官能团：—X 代表物： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$

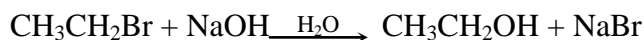
B)物理性质：基本上与烃相似，低级的是气体或液体，高级的是固体。它们的沸点随分子中碳原子和卤素原子数目的增加（氟代烃除外）和卤素原子序数的增大而升高。比相应的烃沸点高。密度降低（卤原子百分含量降低）。

C)化学性质：

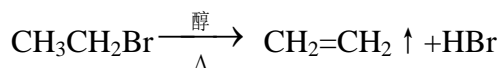
①取代反应（水解）



注：NaOH 作用：中和 HBr 加快反应速率
检验—X：加入硝酸酸化的 AgNO_3 观察沉淀



②消去反应（邻碳有氢）：



注：卤素原子相邻 C 原子上有 H 才可消去
加 H 加在 H 多处，脱 H 脱在 H 少处（马氏规律）
醇溶液：抑制水解（抑制 NaOH 电离）

(6)醇类：

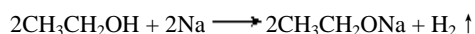
A) 官能团：—OH（醇羟基）；通式： $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ （一元醇 / 烷基醚）；代表物： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

B) 结构特点：羟基取代链烃分子（或脂环烃分子、苯环侧链上）的氢原子而得到的产物。结构与相应的烃类似。

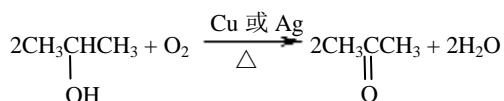
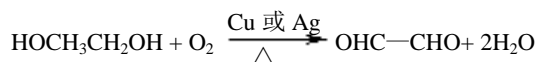
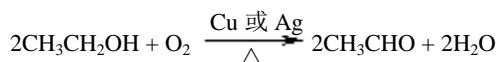
C) 物理性质（乙醇）：无色、透明，具有特殊香味的液体（易挥发），密度比水小，能跟水以任意比互溶（一般不能做萃取剂）。是一种重要的溶剂，能溶解多种有机物和无机物。

C) 化学性质：

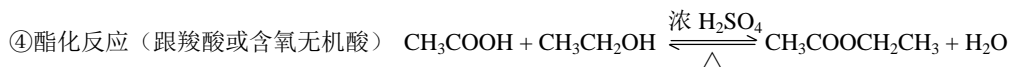
①置换反应（羟基氢原子被活泼金属置换）



③催化氧化（ $\alpha\text{-H}$ ）

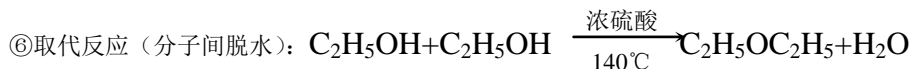
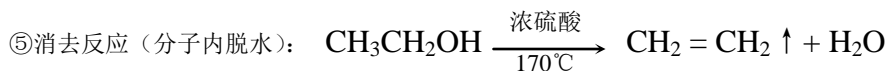


现象：铜丝表面变黑
浸入乙醇后变红
液体有特殊刺激性气味



注：1. 【酸脱羟基醇脱氢】（同位素示踪法） 2. 碎瓷片：防止暴沸

3.浓硫酸：催化 脱水 吸水 4.饱和 Na₂CO₃：便于分离和提纯



乙醚：无色 无毒 易挥发 液体 麻醉剂

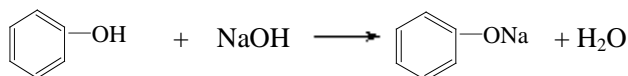
(7)酚类：

A) 官能团：；通式：C_nH_{2n-6}O（芳香醇 / 酚）

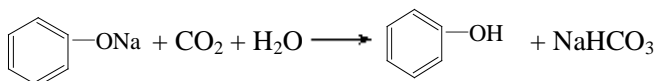
B) 物理性质：纯净的本分是无色晶体，但放置时间较长的苯酚往往是粉红色的，这是由于苯酚被空气中的氧气氧化所致。具有特殊的气味，易溶于乙醇等有机溶剂。室温下微溶于水，当温度高于 65℃ 的时候，能与水混容。

C) 化学性质：

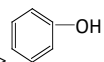
①酸性：苯酚与氢氧化钠溶液反应



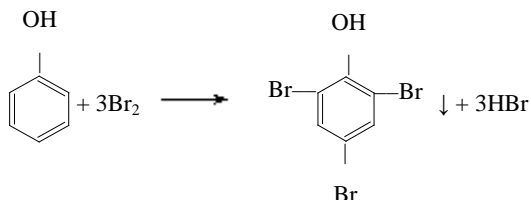
②苯酚钠溶液中通入二氧化碳



无论少量过量一定生成 NaHCO₃

酸性：H₂CO₃ >  > HCO₃⁻

③苯酚的定性检验定量测定方法：



④显色反应：加入 Fe³⁺ 溶液呈紫色。

⑤制备酚醛树脂（电木）：

(8)醛酮

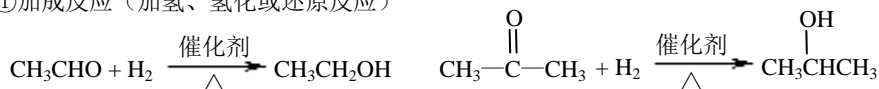
A) 官能团： $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—H} \end{array}$ （或—CHO）、 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$ （或—CO—）；通式（饱和一元醛和酮）：C_nH_{2n}O；代表物：CH₃CHO

B) 结构特点：醛基或羰基碳原子伸出的各键所成键角为 120°，该碳原子跟其相连接各原子在同一平面上。

C) 物理性质（乙醛）：无色无味，具有刺激性气味的液体，密度比水小，易挥发，易燃，能跟水，乙醇等互溶。

D) 化学性质：

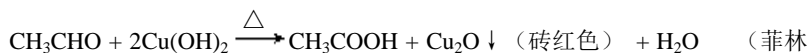
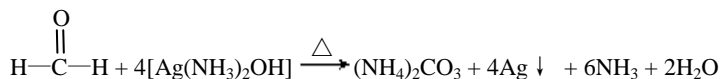
①加成反应（加氢、氢化或还原反应）



②氧化反应（醛的还原性）



银镜：用稀硝酸洗



(9)羧酸

A) 官能团: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$ (或 $-\text{COOH}$); 通式 (饱和一元羧酸和酯): $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$; 代表物: CH_3COOH

B) 结构特点: 羧基上碳原子伸出的三个键所成键角为 120° , 该碳原子跟其相连接的各原子在同一平面上。

C) 物理性质 (乙酸): 具有强烈刺激性气味, 易挥发, 易溶于水和乙醇, 温度低于熔点时, 凝结成晶体, 纯净的醋酸又称为冰醋酸。

D) 化学性质: $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

①具有无机酸的通性:

②酯化反应: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (酸脱羟基, 醇脱氢)

③缩聚反应: (苯二甲酸与乙二醇发生酯化反应)

(10)酯类

A) 官能团: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}-\text{R} \end{array}$ (或 $-\text{COOR}$) (R 为烃基); 代表物: $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

B) 结构特点: 成键情况与羧基碳原子类似

C) 化学性质:

水解反应 (酸性或碱性条件下)

$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{稀 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

(11)氨基酸

A) 官能团: $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COOH}$; 代表物: $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

B) 化学性质: 因为同时具有碱性基团 $-\text{NH}_2$ 和酸性基团 $-\text{COOH}$, 所以氨基酸具有酸性和碱性。

3、常见糖类、蛋白质和油脂的结构和性质

(1)单糖

A) 代表物: 葡萄糖、果糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)

B) 结构特点: 葡萄糖为多羟基醛、果糖为多羟基酮

C) 化学性质: ①葡萄糖类似醛类, 能发生银镜反应、费林反应等; ②具有多元醇的化学性质。

(2)二糖

A) 代表物: 蔗糖、麦芽糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)

B) 结构特点: 蔗糖含有一个葡萄糖单元和一个果糖单元, 没有醛基; 麦芽糖含有两个葡萄糖单元, 有醛基。

C) 化学性质:

①蔗糖没有还原性; 麦芽糖有还原性。

②水解反应

$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

蔗糖 葡萄糖 果糖 麦芽糖 葡萄糖

(3)多糖

A) 代表物: 淀粉、纤维素 [$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$]

B) 结构特点: 由多个葡萄糖单元构成的天然高分子化合物。淀粉所含的葡萄糖单元比纤维素的少。

C) 化学性质:

①淀粉遇碘变蓝。

$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{SO}_4} n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

淀粉 葡萄糖

②水解反应（最终产物均为葡萄糖）

(4)蛋白质

A) 结构特点：由多种不同的氨基酸缩聚而成的高分子化合物。结构中含有羧基和氨基。

B) 化学性质：

①两性：分子中存在氨基和羧基，所以具有两性。

②盐析：蛋白质溶液具有胶体的性质，加入铵盐或轻金属盐浓溶液能发生盐析。盐析是可逆的，采用多次盐析可分离和提纯蛋白质（胶体的性质）

③变性：蛋白质在热、酸、碱、重金属盐、酒精、甲醛、紫外线等作用下会发生性质改变而凝结，称为变性。变性是不可逆的，高温消毒、灭菌、重金属盐中毒都属变性。

④颜色反应：蛋白质遇到浓硝酸时呈黄色。

⑤灼烧产生烧焦羽毛气味。

⑥在酸、碱或酶的作用下水解最终生成多种 α -氨基酸。

(5)油脂

A) 组成：油脂是高级脂肪酸和甘油生成的酯。常温下呈液态的称为油，呈固态的称为脂，统称油脂。天然油脂属于混合物，不属于高分子化合物。结构特点：油脂属于酯类。天然油脂多为混甘油酯。


化学性质：

①氢化：（加成反应）油脂分子中不饱和烃基上加氢。如油酸甘油酯氢化可得到硬脂酸甘油酯。



②水解：类似酯类水解。酸性水解可用于制取高级脂肪酸和甘油。碱性水解又叫作皂化反应（生成高级脂肪酸钠），皂化后通过盐析（加入食盐）使肥皂析出（上层）。

二、有机化学的一些技巧

1. 1mol 有机物消耗 H_2 或 Br_2 的最大量

官能团 (1mol)	$C=C$	$C\equiv C$	$R-\overset{O}{\parallel}C-H$	$R-\overset{O}{\parallel}C-R'$	
消耗 H_2 或 Br_2 的最大量	1mol	2mol	1mol	1mol	3mol

2. 1mol 有机物消耗 NaOH 的最大量

官能团 (1mol)	$R-\overset{O}{\parallel}C-O-R'$	$C-X$		$-\overset{O}{\parallel}C-OH$		$R-\overset{O}{\parallel}C-O-\text{benzene}$	$R-\overset{O}{\parallel}C-O-\text{benzene}-\overset{X}{\overset{X}{ }}-\text{COOH}$
消耗 NaOH 的最大量	1mol	1mol	2mol	1mol	1mol		

3. 由反应条件推断反应类型

反应条件	反应类型
NaOH 水溶液、 Δ	卤代烃水解 酯类水解
NaOH 醇溶液、 Δ	卤代烃消去
稀 H_2SO_4 、 Δ	酯的可逆水解 二糖、多糖的水解
浓 H_2SO_4 、 Δ	酯化反应 苯环上的硝化反应
浓 H_2SO_4 、 $170^\circ C$	醇的消去反应
浓 H_2SO_4 、 $140^\circ C$	醇生成醚的取代反应
溴水或 Br_2 的 CCl_4 溶液	不饱和有机物的加成反应

浓溴水	苯酚的取代反应
Br ₂ 、Fe 粉	苯环上的取代反应
X ₂ 、光照	烷烃或苯环上烷基的卤代
O ₂ 、Cu、△	醇的催化氧化反应
O ₂ 或 Ag(NH ₃) ₂ OH 或新制 Cu(OH) ₂	醛的氧化反应
酸性 KMnO ₄ 溶液	不饱和有机物或苯的同系物支链上的氧化
H ₂ 、催化剂	C=C、C≡C、-CHO、羰基、苯环的加成

4. 根据反应物的化学性质推断官能团

化学性质	官能团
与 Na 或 K 反应放出 H ₂	醇羟基、酚羟基、羧基
与 NaOH 溶液反应	酚羟基、羧基、酯基、C-X 键
与 Na ₂ CO ₃ 溶液反应	酚羟基（不产生 CO ₂ ）、羧基（产生 CO ₂ ）
与 NaHCO ₃ 溶液反应	羧基
与 H ₂ 发生加成反应（即能被还原）	碳碳双键、碳碳叁键、醛基、酮羰基、苯环
不易与 H ₂ 发生加成反应	羧基、酯基
能与 H ₂ O、HX、X ₂ 发生加成反应	碳碳双键、碳碳叁键
能发生银镜反应或能与新制 Cu(OH) ₂ 反应生成砖红色沉淀	醛基
使酸性 KMnO ₄ 溶液褪色或使溴水因反应而褪色	碳碳双键、碳碳叁键、醛基
能被氧化（发生还原反应）	醛基、醇羟基、酚羟基、碳碳双键 碳碳叁键
发生水解反应	酯基、C-X 键、酰胺键
发生加聚反应	碳碳双键
与新制 Cu(OH) ₂ 悬浊液混合产生深蓝色生成物	多羟基
能使指示剂变色	羧基
使溴水褪色且有白色沉淀	酚羟基
遇 FeCl ₃ 溶液显紫色	酚羟基
使酸性 KMnO ₄ 溶液褪色但不能使溴水褪色	苯的同系物
使 I ₂ 变蓝	淀粉
使浓硝酸变黄	蛋白质

5. 由官能团推断有机物的性质

官能团	结构	性质
碳碳双键		加成 (H ₂ 、X ₂ 、HX、H ₂ O) 氧化 (O ₂ 、KMnO ₄)、加聚
碳碳叁键		加成 (H ₂ 、X ₂ 、HX、H ₂ O) 氧化 (O ₂ 、KMnO ₄)、加聚
苯环		取代 (Br ₂ 、HNO ₃ 、H ₂ SO ₄) 加成 (H ₂)、氧化 (O ₂)
卤素原子	-X	水解 (NaOH 水溶液) 消去 (NaOH 醇溶液)
醇羟基	R-OH	取代 (Na、HX、分子间脱水、酯化) 消去、氧化 (铜的催化氧化、燃烧)
酚羟基		弱酸性、取代 (浓溴水)、加成 (H ₂)

6. 根据反应类型来推断官能团

反应类型	物质类别或官能团
取代反应	烷烃、芳香烃、卤代烃、醇、羧酸、酯、苯酚
加成反应	$C=C$ 、 $C\equiv C$ 、 $-CHO$
加聚反应	$C=C$ 、 $C\equiv C$
缩聚反应	$-COOH$ 和 $-OH$ 、 $-COOH$ 和 $-NH_2$ 、酚和醛
消去反应	卤代烃、醇
水解反应	卤代烃、酯、二糖、多糖、蛋白质
氧化反应	醇、醛、 $C=C$ 、 $C\equiv C$ 、苯酚、苯的同系物
还原反应	$C=C$ 、 $C\equiv C$ 、 $-CHO$ 、 羰基、苯环的加氢
酯化反应	$-COOH$ 或 $-OH$
皂化反应	油脂在碱性条件下的水解

7. 引入官能团的方法

引入官能团	有关反应
羟基 $-OH$	烯烃与水加成 醛/酮加氢 卤代烃水解 酯的水解
卤素原子 ($-X$)	烷烃、苯与 X_2 取代 不饱和烃与 HX 或 X_2 加成 醇与 HX 取代
碳碳双键 $C=C$	醇、卤代烃的消去 炔烃加氢
醛基 $-CHO$	醇的氧化 稀烃的臭氧分解
羧基 $-COOH$	醛氧化 酯酸性水解 羧酸盐酸化 苯的同系物被 $KMnO_4$ 氧化 酰胺水解
酯基 $-COO-$	酯化反应

8. 消除官能团的方法

①通过加成消除不饱和键；②通过消去或氧化或酯化等消除羟基 ($-OH$)；③通过加成或氧化等消除醛基 ($-CHO$)。

9. 有机合成中的成环反应

①加成成环：不饱和烃小分子加成（信息题）；②二元醇分子间或分子内脱水成环；③二元醇和二元酸酯化成环；④羧酸、氨基酸通过分子内或分子间脱去小分子的成环。

10. 有机物的通式

烷烃： C_nH_{2n+2}

稀烃和环烷烃： C_nH_{2n}

苯及其同系物： C_nH_{2n-6}

三、重要的物理性质

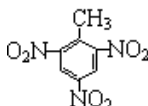
1. 有机物的溶解性

- (1) **难溶于水的有**：各类烃、卤代烃、硝基化合物、酯、绝大多数高聚物、高级的（指分子中碳原子数目较多的，下同）醇、醛、羧酸等。
- (2) **易溶于水的有**：低级的[一般指 $N(C) \leq 4$]醇、（醚）、醛、（酮）、羧酸及盐、氨基酸及盐、单糖、二糖。（它们都能与水形成氢键）。
- (3) **具有特殊溶解性的**：
- ① 乙醇是一种很好的溶剂，既能溶解许多无机物，又能溶解许多有机物，所以常用乙醇来溶解植物色素或其中的药用成分，也常用乙醇作为反应的溶剂，使参加反应的有机物和无机物均能溶解，增大接触面积，提高反应速率。例如，在油脂的皂化反应中，加入乙醇既能溶解 $NaOH$ ，又能溶解油脂，让它们在均相（同一溶剂的溶液）中充分接触，加快反应速率，提高反应限度。
- ② 苯酚：室温下，在水中的溶解度是 $9.3g$ （属可溶），易溶于乙醇等有机溶剂，当温度高于 $65^\circ C$ 时，能与水混溶，冷却后分层，上层为苯酚的水溶液，下层为水的苯酚溶液，振荡后形成乳浊液。苯酚易溶于碱溶液和纯碱溶液，这是因为生成了易溶性的钠盐。
- ③ 乙酸乙酯在饱和碳酸钠溶液中更加难溶，同时饱和碳酸钠溶液还能通过反应吸收挥发出来的乙酸，溶解吸收挥发出来的乙醇，便于闻到乙酸乙酯的香味。
- ④ 有的淀粉、蛋白质可溶于水形成**胶体**。蛋白质在浓轻金属盐（包括铵盐）溶液中溶解度减小，会析出（即盐析，皂化反应中也有此操作）。但在稀轻金属盐（包括铵盐）溶液中，蛋白质的溶解度反而增大。
- ⑤ 线型和部分支链型高聚物可溶于某些有机溶剂，而体型则难溶于有机溶剂。
- ⑥ 氢氧化铜悬浊液可溶于多羟基化合物的溶液中，如甘油、葡萄糖溶液等，形成绛蓝色溶液。

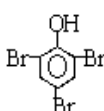
2. 有机物的密度和颜色

- (1) **小于水的密度，且与水（溶液）分层的有**：各类烃、一氯代烃、酯（包括油脂）
- (2) **大于水的密度，且与水（溶液）分层的有**：多氯代烃、溴代烃（溴苯等）、碘代烃、硝基苯

☆ 绝大多数有机物为无色气体或无色液体或无色晶体，少数有特殊颜色，常见的如下所示：

☆ 三硝基甲苯（ 梯恩梯 TNT) 为淡黄色晶体；

☆ 部分被空气中氧气所氧化变质的苯酚为粉红色；

☆ 2, 4, 6—三溴苯酚  色、难溶于水的固体（但易溶于苯等有机溶剂）；


☆ 苯酚溶液与 $Fe^{3+}(aq)$ 作用形成紫色 $[H_3Fe(OC_6H_5)_6]$ 溶液；

☆ 多羟基有机物如甘油、葡萄糖等能使新制的氢氧化铜悬浊液溶解生成绛蓝色溶液；

☆ 淀粉溶液（胶）遇碘（ I_2 ）变蓝色溶液；

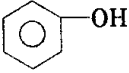
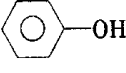
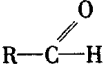
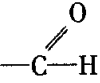
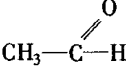

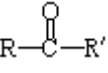

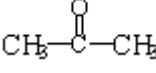

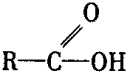
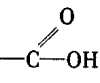
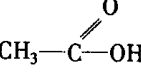

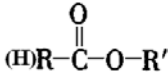
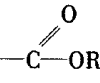
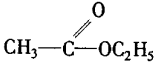
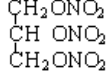
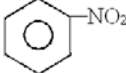
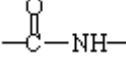

☆ 含有苯环的蛋白质溶液遇浓硝酸会有白色沉淀产生，加热或较长时间后，沉淀变黄色。

四、各类烃的代表物的结构、特性

类 别	烷 烃	烯 烃	炔 烃	苯及同系物
通 式	$C_nH_{2n+2}(n \geq 1)$	$C_nH_{2n}(n \geq 2)$	$C_nH_{2n-2}(n \geq 2)$	$C_nH_{2n-6}(n \geq 6)$
代表物结构式	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & & H \\ & \backslash & / \\ & C=C \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array}$	$H-C \equiv C-H$	
相对分子质量 Mr	16	28	26	78
碳碳键长($\times 10^{-10}m$)	1.54	1.33	1.20	1.40
键 角	$109^\circ 28'$	约 120°	180°	120°
分子形状	正四面体	6 个原子 共平面型	4 个原子 同一直线型	12 个原子共平面 (正六边形)
主要化学性质	光照下的卤代； 裂化；不使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色	跟 X_2 、 H_2 、 HX 、 H_2O 、 HCN 加成， 易被氧化；可加 聚	跟 X_2 、 H_2 、 HX 、 HCN 加成；易被 氧化；能加聚得 导电塑料	跟 H_2 加成； FeX_3 催化下卤代；硝 化、磺化反应

五、烃的衍生物的重要类别和各类衍生物的重要化学性质

类别	通 式	官能团	代表物	分子结构特点	主要化学性质
卤代 烃	一卤代烃： $R-X$ 多元饱和卤代 烃： $C_nH_{2n+2-m}X_m$	卤原子 $-X$	C_2H_5Br (Mr: 109)	卤素原子直接与烃基 结合 β -碳上要有氢原子才 能发生消去反应	1.与 $NaOH$ 水溶液 共热发生取代反 应生成醇 2.与 $NaOH$ 醇溶液 共热发生消去反 应生成烯
醇	一元醇： $R-OH$ 饱和多元醇： $C_nH_{2n+2}O_m$	醇羟基 $-OH$	CH_3OH (Mr: 32) C_2H_5OH (Mr: 46)	羟基直接与链烃基结 合， $O-H$ 及 $C-O$ 均有极性。 β -碳上有氢原子才能 发生消去反应。 α -碳上有氢原子才能 被催化氧化，伯醇氧 化为醛，仲醇氧化为 酮，叔醇不能被催化 氧化。	1.跟活泼金属反应 产生 H_2 2.跟卤化氢或浓氢 卤酸反应生成卤 代烃 3.脱水反应:乙醇 $\left\{ \begin{array}{l} 140^\circ C \text{ 分子间脱} \\ \text{水成醚} \\ 170^\circ C \text{ 分子内脱} \\ \text{水生成烯} \end{array} \right.$ 4.催化氧化为醛或 酮 5.生成酯
醚	$R-O-R'$	醚键 $\geq C-O-C \leq$	$C_2H_5O C_2H_5$ (Mr: 74)	$C-O$ 键有极性	性质稳定，一般不 与酸、碱、氧化剂 反应

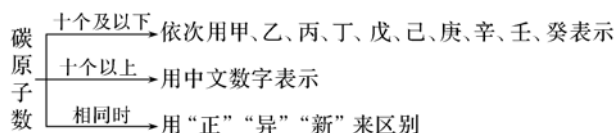
酚		酚羟基 —OH	 (Mr: 94)	—OH 直接与苯环上的碳相连, 受苯环影响能微弱电离。	1.弱酸性 2.与浓溴水发生取代反应生成沉淀 3.遇 FeCl ₃ 呈紫色 4.易被氧化
醛		醛基 	HCHO (Mr: 30)  (Mr: 44)	HCHO 相当于两个 —CHO  有极性、能加成。	1.与 H ₂ 、HCN 等加成为醇 2.被氧化剂(O ₂ 、多伦试剂、斐林试剂、酸性高锰酸钾等)氧化为羧酸
酮		羰基 	 (Mr: 58)	 有极性、能加成	与 H ₂ 、HCN 加成为醇 不能被氧化剂氧化为羧酸
羧酸		羧基 	 (Mr: 60)	受羰基影响, O—H 能电离出 H ⁺ ,  受羟基影响不能被加成。	1.具有酸的通性 2.酯化反应时一般断羧基中的碳氧单键, 不能被 H ₂ 加成 3.能与含—NH ₂ 物质缩去水生成酰胺(肽键)
酯		酯基 	HCOOCH ₃ (Mr: 60)  (Mr: 88)	酯基中的碳氧单键易断裂	1.发生水解反应生成羧酸和醇 2.也可发生醇解反应生成新酯和新醇
硝酸酯	RONO ₂	硝酸酯基 —ONO ₂		不稳定	易爆炸
硝基化合物	R—NO ₂	硝基—NO ₂		一硝基化合物较稳定	一般不易被氧化剂氧化, 但多硝基化合物易爆炸
氨基酸	RCH(NH ₂)COOH	氨基—NH ₂ 羧基—COOH	H ₂ NCH ₂ COOH (Mr: 75)	—NH ₂ 能以配位键结合 H ⁺ ; —COOH 能部分电离出 H ⁺	两性化合物 能形成肽键 
蛋白质	结构复杂 不可用通式表示	肽键—  氨基—NH ₂ 羧基—COOH	酶	多肽链间有四级结构	1.两性 2.水解 3.变性 4.颜色反应(生物催化剂) 5.灼烧分解
糖	多数可用下列通式表示:	羟基—OH 醛基—CHO	葡萄糖 CH ₂ OH(CHOH) ₄ CHO	多羟基醛或多羟基酮或它们的缩合物	1.氧化反应(还原性糖)

	$C_n(H_2O)_m$	羰基 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$	淀粉 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 纤维素 $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$		2.加氢还原 3.酯化反应 4.多糖水解 5.葡萄糖发酵分解生成乙醇
油脂	$\begin{array}{c} RCOOCH_2 \\ R'COOCH \\ R''COOCH_2 \end{array}$	酯基 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—OR} \end{array}$ 可能有碳碳双键	$\begin{array}{c} C_{17}H_{33}COOCH_2 \\ C_{17}H_{33}COOCH \\ C_{17}H_{33}COOCH_2 \end{array}$	酯基中的碳氧单键易断裂 烃基中碳碳双键能加成	1.水解反应（皂化反应） 2.硬化反应

六、有机物的命名

（一）烷烃的命名

1. 习惯命名法



2. 系统命名法

（1）选主链，称某烷，最长、支链最多定主链

（2）编碳位，定支链，“最近，最简，最小”

（3）写名称

基在前，名在后；基数间，短线连。

基相同，应合并；基不同，简到繁。

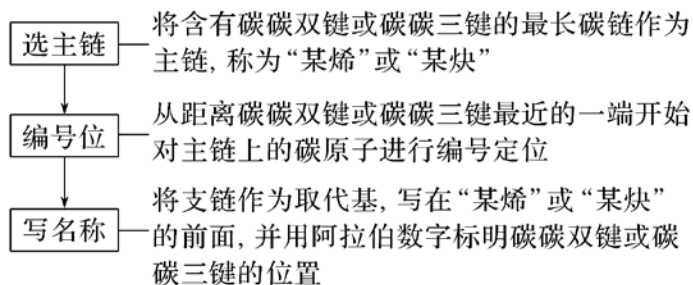
注意事项：

表示取代基位置的数字必须用阿拉伯数字，且阿拉伯数字之间用“，”隔开

表示取代基数目的数字必须用汉字


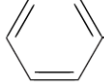
阿拉伯数字与汉字之间用“—”连接

（二）烯烃和炔烃的命名



（三）苯的同系物的命名

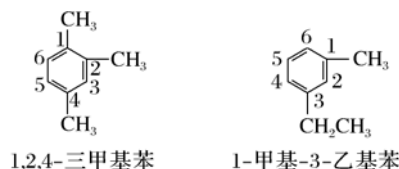
1. 习惯命名法

如  CH_3 称为甲苯， C_2H_5 称为乙苯，二甲苯有三种同分异构体，其名称分别为：邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯。

2. 系统命名法

①以苯环作为母体，其他基团作为取代基。

②将某个最简侧链所在的碳原子的位置编为1号，选取最小位次给其他基团编号即侧链编号之和最小原则。
如



对结构复杂或支链上有官能团的化合物,也可把支链作为母体,苯环当作取代基命名。

(四) 醇的命名

(1) 将含有与羟基相连的碳原子的最长碳链作为主链，根据碳原子数目称为“某醇”。

(2) 从距离羟基最近的一端给主链上的碳原子依次编号定位。

(3) 羟基的位置用阿拉伯数字表示；羟基的个数用“二”“三”表示。

(五) 卤代烃的命名

(1) 饱和卤代烃

选择含有卤素原子最长的碳链为主链，把支链和卤素原子看作取代基，从靠近支链最近的一端开始编号，按主链所含碳原子数目称为“某烷”。命名时依次按烷基、卤素原子的位置、名称的先后顺序写在烷烃名称之前。

(2) 不饱和卤代烃

选择含有不饱和键的最长碳链为主链，将卤素原子看作取代基来命名，编号使不饱和键的位次号最小。

小结：

以相应烃作为母体，卤素原子作为取代基。

如有碳链取代基，根据顺序规则碳链要写在卤原子的前面；如有多种卤原子，列出次序为氟、氯、溴、碘。

(六) 酚的命名

以苯酚作为母体，苯环上连接的其他基团作为取代基。根据分子中羟基的数目，分为：一元酚、二元酚、三元酚等。

(七) 醛、酮、羧酸的命名

1、脂肪族醛酮命名：以含有羰基的最长碳链为主链，支链作为取代基，主链中碳原子的编号从靠近羰基的一端开始(酮需要标明位次)：

2、芳香醛、酮的命名，常将脂链作为主链，芳环为取代基：

(八) 酯的命名

某酸与某醇反应生成的酯叫“某酸某酯”

(九) 总结提升

苯的衍生物的命名的注意事项

1、单苯环上连有-R（烷基），-NO₂，-NO，-X等取代基时，以苯环作母体，叫某苯。

2、当苯环上连有-CH=CH₂、-C≡CH、-NH₂、-OH、-CHO、-COR、-COOH、-SO₃H、-COOR等取代基时，以苯作取代基，支链作为母体。

3、含有多个相同官能团时

4、当苯环上连有两个以上取代基时，按下列次序选择母体，前者为取代基，后者为母体。-NO₂，-X，-OR，-R，-NH₂，-OH，-CHO，-COOR，-SO₃H，-COOH

六、有机物的鉴别

鉴别有机物，必须熟悉有机物的性质（物理性质、化学性质），要抓住某些有机物的特征反应，选用合适的试剂，一一鉴别它们。

1. 常用的试剂及某些可鉴别物质种类和实验现象归纳如下：

试剂名称	酸性高锰酸钾溶液	溴 水		银氨溶液	新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$	FeCl_3 溶液	碘水	酸碱指示剂	NaHCO_3
		少量	过量饱和						
被鉴别物质种类	含碳碳双键、三键的物质、烷基苯。但醇、醛有干扰。	含碳碳双键、三键的物质。但醛有干扰。	苯酚溶液	含醛基化合物及葡萄糖、果糖、麦芽糖	含醛基化合物及葡萄糖、果糖、麦芽糖	苯酚溶液	淀粉	羧酸（酚不能使酸碱指示剂变色）	羧酸
现象	酸性高锰酸钾紫红色褪色	溴水褪色且分层	出现白色沉淀	出现银镜	出现红色沉淀	呈现紫色	呈现蓝色	使石蕊或甲基橙变红	放出无色无味气体

2. 卤代烃中卤素的检验

取样，滴入 NaOH 溶液，加热至分层现象消失，冷却后加入稀硝酸酸化，再滴入 AgNO_3 溶液，观察沉淀的颜色，确定是何种卤素。

3. 烯醛中碳碳双键的检验

- 若是纯净的液态样品，则可向所取试样中加入溴的四氯化碳溶液，若褪色，则证明含有碳碳双键。
- 若样品为水溶液，则先向样品中加入足量的新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液，加热煮沸，充分反应后冷却过滤，向滤液中加入稀硝酸酸化，再加入溴水，若褪色，则证明含有碳碳双键。

★若直接向样品水溶液中滴加溴水，则会有反应： $-\text{CHO} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow -\text{COOH} + 2\text{HBr}$ 而使溴水褪色。

4. 二糖或多糖水解产物的检验

若二糖或多糖是在稀硫酸作用下水解的，则先向冷却后的水解液中加入足量的 NaOH 溶液，中和稀硫酸，然后再加入银氨溶液或新制的氢氧化铜悬浊液，（水浴）加热，观察现象，作出判断。

5. 如何检验溶解在苯中的苯酚？

取样，向试样中加入 NaOH 溶液，振荡后静置、分液，向水溶液中加入盐酸酸化，再滴入几滴 FeCl_3 溶液（或过量饱和溴水），若溶液呈紫色（或有白色沉淀生成），则说明有苯酚。

★若向样品中直接滴入 FeCl_3 溶液，则由于苯酚仍溶解在苯中，不得进入水溶液中与 Fe^{3+} 进行离子反应；若向样品中直接加入饱和溴水，则生成的三溴苯酚会溶解在苯中而看不到白色沉淀。

★若所用溴水太稀，则一方面可能由于生成溶解度相对较大的一溴苯酚或二溴苯酚，另一方面可能生成的三溴苯酚溶解在过量的苯酚之中而看不到沉淀。

6. 如何检验实验室制得的乙烯气体中含有 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 、 SO_2 、 CO_2 、 H_2O ？

将气体依次通过无水硫酸铜、品红溶液、饱和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液、品红溶液、澄清石灰水、

（检验水）（检验 SO_2 ）（除去 SO_2 ）（确认 SO_2 已除尽）（检验 CO_2 ）

溴水或溴的四氯化碳溶液或酸性高锰酸钾溶液（检验 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ）。

七、混合物的分离或提纯（除杂）

混合物 (括号内为杂质)	除杂试剂	分离 方法	化学方程式或离子方程式
乙烷(乙烯)	溴水、NaOH 溶液 (除去挥发出来的 Br ₂ 蒸气)	洗气	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ $\text{Br}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$
乙烯(SO ₂ 、CO ₂)	NaOH 溶液	洗气	$\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
乙炔(H ₂ S、PH ₃)	饱和 CuSO ₄ 溶液	洗气	$\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 = \text{CuS}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ $11\text{PH}_3 + 24\text{CuSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O} = 8\text{Cu}_3\text{P}\downarrow + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 24\text{H}_2\text{SO}_4$
提取白酒中的酒精	—————	蒸馏	—————
从 95% 的酒精中提取无水酒精	新制的生石灰	蒸馏	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$
从无水酒精中提取绝对酒精	镁粉	蒸馏	$\text{Mg} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{Mg} + \text{H}_2\uparrow$ $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Mg(OH)}_2\downarrow$
提取碘水中的碘	汽油或苯或 四氯化碳	萃取 分液 蒸馏	—————
溴化钠溶液 (碘化钠)	溴的四氯化碳 溶液	洗涤 萃取 分液	$\text{Br}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Br}^-$
苯 (苯酚)	NaOH 溶液或 饱和 Na ₂ CO ₃ 溶液	洗涤 分液	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaHCO}_3$
乙醇 (乙酸)	NaOH、Na ₂ CO ₃ 、 NaHCO ₃ 溶液均可	洗涤 蒸馏	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
乙酸 (乙醇)	NaOH 溶液 稀 H ₂ SO ₄	蒸发 蒸馏	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COOH}$
溴乙烷(溴)	NaHSO ₃ 溶液	洗涤 分液	$\text{Br}_2 + \text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{NaHSO}_4$
溴苯 (Fe Br ₃ 、Br ₂ 、苯)	蒸馏水 NaOH 溶液	洗涤 分液 蒸馏	Fe Br ₃ 溶于水 $\text{Br}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$
硝基苯 (苯、酸)	蒸馏水 NaOH 溶液	洗涤 分液 蒸馏	先用水洗去大部分酸,再用 NaOH 溶液洗去少量溶解在有机层的酸 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
提纯苯甲酸	蒸馏水	重结 晶	常温下,苯甲酸为固体,溶解度受温度影响变化较大。
提纯蛋白质	蒸馏水	渗析	—————
	浓轻金属盐溶液	盐析	—————
高级脂肪酸钠溶液 (甘油)	食盐	盐析	—————

八、有机物的结构

牢牢记住: 在有机物中 H: 一价、C: 四价、O: 二价、N (氨基中): 三价、X (卤素): 一价

(一) 同系物的判断规律

1. 一差（分子组成差若干个 CH_2 ） 2. 两同（同通式，同结构）

3. 三注意 （1）必为同一类物质；

（2）结构相似（即有相似的原子连接方式或相同的官能团种类和数目）；

（3）同系物间物性不同化性相似。

因此，具有相同通式的有机物除烷烃外都不能确定是不是同系物。此外，要熟悉习惯命名的有机物的组成，如油酸、亚油酸、软脂酸、谷氨酸等，以便于辨认他们的同系物。

（二）、同分异构体的种类

1. 碳链异构 2. 位置异构 3. 官能团异构（类别异构）（详写下表）

4. 顺反异构 5. 对映异构（不作要求）

常见的类别异构

组成通式	可能的类别	典型实例
C_nH_{2n}	烯烃、环烷烃	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 与 $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$
$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	炔烃、二烯烃	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 与 $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$
$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$	饱和一元醇、醚	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与 CH_3OCH_3
$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	醛、酮、烯醇、环醚、环醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 CH_3COCH_3 、 $\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$ 与 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2$ $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{OH}$ $\quad \quad \quad \text{O}$ $\quad \quad \quad \text{CH}_2$
$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	羧酸、酯、羟基醛	CH_3COOH 、 HCOOCH_3 与 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
$\text{C}_n\text{H}_{2n-6}\text{O}$	酚、芳香醇、芳香醚	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{OH}$ 与 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-\text{CH}_3$
$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NO}_2$	硝基烷、氨基酸	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{NO}_2$ 与 $\text{H}_2\text{NCH}_2-\text{COOH}$
$\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$	单糖或二糖	葡萄糖与果糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)、 蔗糖与麦芽糖($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)

（三）、同分异构体的书写规律

书写时，要尽量把主链写直，不要写得扭七歪八的，以免干扰自己的视觉；思维一定要有序，可按下列顺序考虑：

1. 主链由长到短，支链由整到散，位置由心到边，排列邻、间、对。
2. 按照碳链异构→位置异构→顺反异构→官能团异构的顺序书写，也可按官能团异构→碳链异构→位置异构→顺反异构的顺序书写，不管按哪种方法书写都必须防止漏写和重写。
3. 若遇到苯环上有三个取代基时，可先定两个的位置关系是邻或间或对，然后再对第三个取代基依次进行定位，同时要注意哪些是与前面重复的。

（四）、同分异构体数目的判断方法

1. 记忆法 记住已掌握的常见的异构体数。例如：

- （1）凡只含一个碳原子的分子均无异构；
- （2）丁烷、丁炔、丙基、丙醇有 2 种；
- （3）戊烷、戊炔有 3 种；
- （4）丁基、丁烯（包括顺反异构）、 C_8H_{10} （芳烃）有 4 种；
- （5）己烷、 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ （含苯环）有 5 种；
- （6） $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 的芳香酯有 6 种；
- （7）戊基、 C_9H_{12} （芳烃）有 8 种。

2. 基元法 例如：丁基有 4 种，丁醇、戊醛、戊酸都有 4 种

3. 替代法 例如：二氯苯 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$ 有 3 种，四氯苯也为 3 种（将 H 替代 Cl）；又如： CH_4 的一氯代物只有一种，新戊烷 C

(CH₃)₄的一氯代物也只有一种。

4. 对称法(又称等效氢法) 等效氢法的判断可按下列三点进行:

(1) 同一碳原子上的氢原子是等效的;

(2) 同一碳原子所连甲基上的氢原子是等效的;

(3) 处于镜面对称位置上的氢原子是等效的(相当于平面成像时,物与像的关系)。

(五)、不饱和度的计算方法

1. 烃及其含氧衍生物的不饱和度
$$\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)}{2}$$

2. 卤代烃的不饱和度
$$\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)-N(X)}{2}$$

3. 含 N 有机物的不饱和度

(1) 若是氨基—NH₂, 则
$$\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)+N(N)}{2}$$

(2) 若是硝基—NO₂, 则
$$\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)-N(N)}{2}$$

(3) 若是铵离子 NH₄⁺, 则
$$\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)+3N(N)}{2}$$

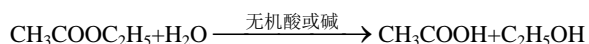
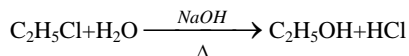
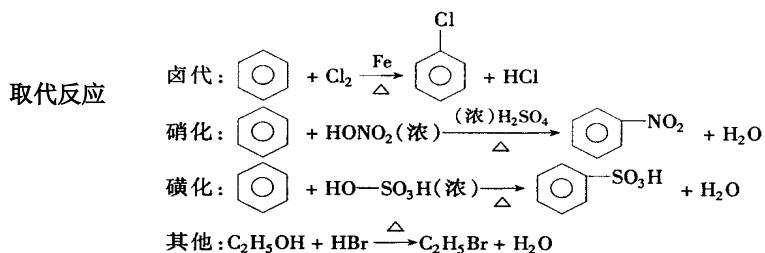
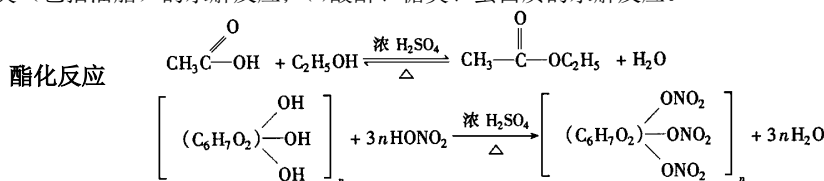
九、重要的有机反应及类型

1. 取代反应 取代反应【水解反应, 酯化反应】

指有机物分子中的某些原子或原子团被其他原子或原子团取代的反应。

常见的取代反应:

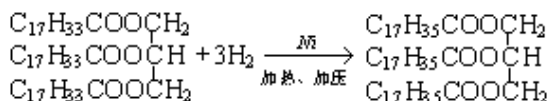
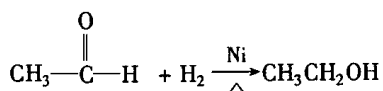
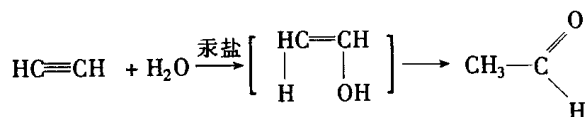
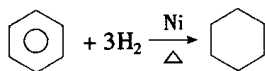
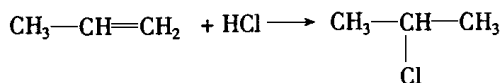
(1) 烃(主要是烷烃和芳香烃)的卤代反应; (2) 芳香烃的硝化反应; (3) 醇与氢卤酸的反应、醇的羟基氢原子被置换的反应; (4) 酯类(包括油脂)的水解反应; (5) 酸酐、糖类、蛋白质的水解反应。



2. 加成反应 指试剂与不饱和化合物分子结合使不饱和化合物的不饱和程度降低或生成饱和化合物的反应。

常见的加成反应: (1) 烯烃、炔烃、芳香族化合物、醛、酮等物质都能与氢气发生加成反应(也叫加氢反应、氢化或还原

反应)；(2)烯烃、炔烃、芳香族化合物与卤素的加成反应；(3)烯烃、炔烃与水、卤化氢等的加成反应。



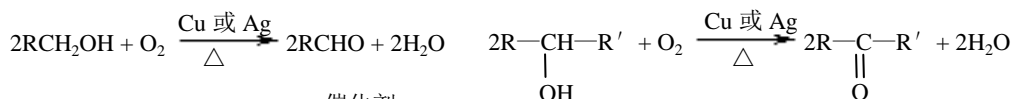
3. 氧化反应

氧化反应：有机物分子中加氧或去氢的反应均为氧化反应。

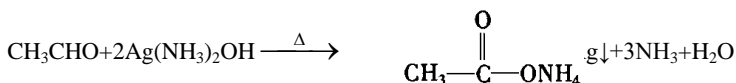
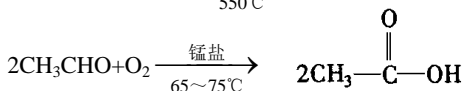
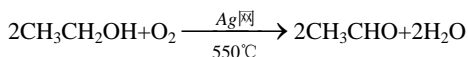
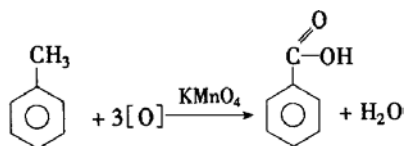
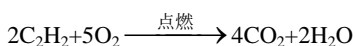
常见的氧化反应：

①有机物使酸性高锰酸钾溶液褪色的反应。如： $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}-\text{R}'$ 、 $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}'$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{R}$ （具有 $\alpha-\text{H}$ ）、 $-\text{OH}$ 、 $\text{R}-\text{CHO}$ 能使酸性高锰酸钾溶液褪色。

②醇的催化氧化（脱氢）反应

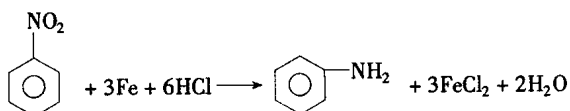


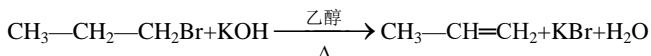
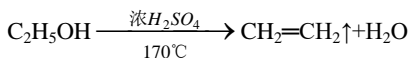
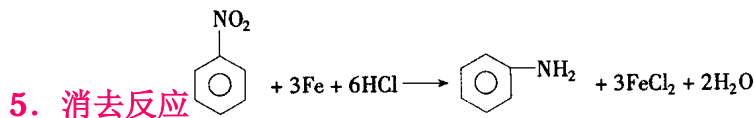
③醛的银镜反应、费林反应（凡是分子中含有醛基或相当于醛基的结构，都可以发生此类反应）



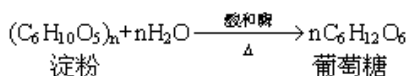
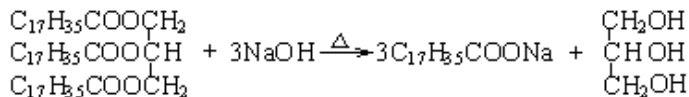
4. 还原反应

有机物分子中去氧或加氢的反应均为还原反应。

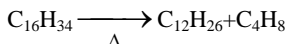
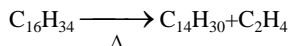
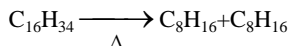




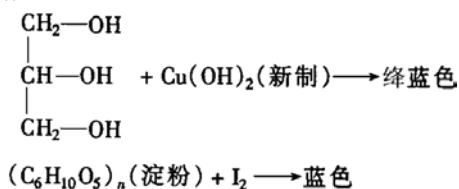
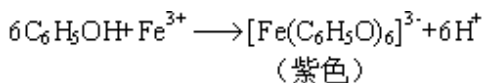
7. 水解反应 卤代烃、酯、多肽的水解都属于取代反应



8. 热裂化反应 (很复杂)



9. 显色反应



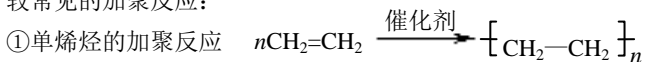
含有苯环的蛋白质与浓 HNO_3 作用而呈黄色

10. 聚合反应 指由相对分子质量小的小分子互相结合成相对分子质量大的高分子的反应。参加聚合反应的小分子叫作单体，聚合后生成的大分子叫作聚合物。

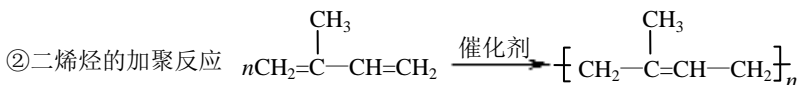
常见的聚合反应：

加聚反应： 指由不饱和的相对分子质量小的小分子结合成相对分子质量大的高分子的反应。

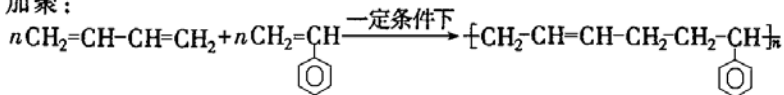
较常见的加聚反应：



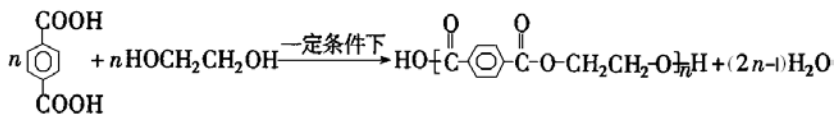
在方程式中， $-CH_2-CH_2-$ 叫作链节， $[CH_2-CH_2]_n$ 中 n 叫作聚合度， $CH_2=CH_2$ 叫作单体， $[CH_2-CH_2]_n$ 叫作加聚物 (或高聚物)



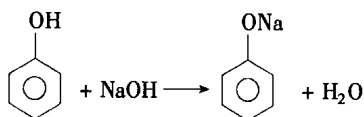
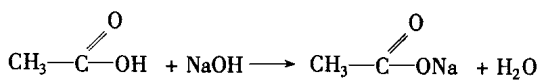
加聚：



缩聚：



11. 中和反应



重要的反应

1. 能使溴水 ($\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$) 褪色的物质

(1) 有机物

- ① 通过加成反应使之褪色: 含有 $\text{C}=\text{C}$ 、 $\text{C}\equiv\text{C}$ 的不饱和化合物
- ② 通过取代反应使之褪色: 酚类

注意: 苯酚溶液遇浓溴水时, 除褪色现象之外还产生白色沉淀。

- ③ 通过氧化反应使之褪色: 含有 $-\text{CHO}$ (醛基) 的有机物 (有水参加反应)

注意: 纯净的只含有 $-\text{CHO}$ (醛基) 的有机物不能使溴的四氯化碳溶液褪色

- ④ 通过萃取使之褪色: 液态烷烃、环烷烃、苯及其同系物、饱和卤代烃、饱和酯

(2) 无机物

- ① 通过与碱发生歧化反应



- ② 与还原性物质发生氧化还原反应, 如 H_2S 、 S^{2-} 、 SO_2 、 SO_3^{2-} 、 I^- 、 Fe^{2+}

2. 能使酸性高锰酸钾溶液 KMnO_4/H^+ 褪色的物质

- (1) 有机物: 含有 $\text{C}=\text{C}$ 、 $\text{C}\equiv\text{C}$ 、 $-\text{OH}$ (较慢)、 $-\text{CHO}$ 的物质

与苯环相连的侧链碳碳上有氢原子的苯的同系物 (与苯不反应)

- (2) 无机物: 与还原性物质发生氧化还原反应, 如 H_2S 、 S^{2-} 、 SO_2 、 SO_3^{2-} 、 Br^- 、 I^- 、 Fe^{2+}

3. 与 Na 反应的有机物: 含有一 $-\text{OH}$ 、一 $-\text{COOH}$ 的有机物

与 NaOH 反应的有机物: 常温下, 易与含有 酚羟基、 $-\text{COOH}$ 的有机物反应

加热时, 能与卤代烃、酯反应 (取代反应)

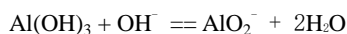
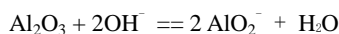
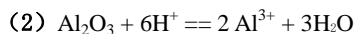
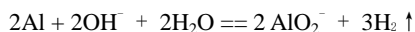
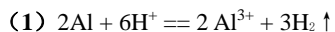
与 Na_2CO_3 反应的有机物: 含有 酚羟基 的有机物反应生成酚钠和 NaHCO_3 ;

含有一 $-\text{COOH}$ 的有机物反应生成羧酸钠, 并放出 CO_2 气体;

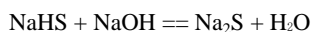
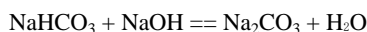
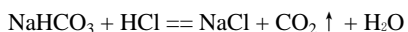
含有一 $-\text{SO}_3\text{H}$ 的有机物反应生成磺酸钠并放出 CO_2 气体。

与 NaHCO_3 反应的有机物: 含有一 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{SO}_3\text{H}$ 的有机物反应生成羧酸钠、磺酸钠并放出等物质的量的 CO_2 气体。

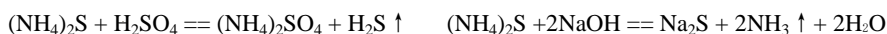
4. 既能与强酸, 又能与强碱反应的物质



- (4) 弱酸的酸式盐, 如 NaHCO_3 、 NaHS 等等



- (5) 弱酸弱碱盐, 如 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 等等



(6) 氨基酸, 如甘氨酸等



(7) 蛋白质

蛋白质分子中的肽链的链端或支链上仍有呈酸性的一COOH 和呈碱性的一NH₂, 故蛋白质仍能与碱和酸反应。

5. 银镜反应的有机物

(1) 发生银镜反应的有机物:

含有一CHO 的物质: 醛、甲酸、甲酸盐、甲酸酯、还原性糖 (葡萄糖、麦芽糖等)

(2) 银氨溶液[Ag(NH₃)₂OH] (多伦试剂) 的配制:

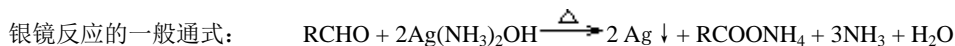
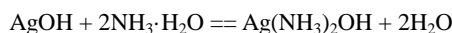
向一定量 2% 的 AgNO₃ 溶液中逐滴加入 2% 的稀氨水至刚刚产生的沉淀恰好完全溶解消失。

(3) 反应条件: **碱性、水浴加热**

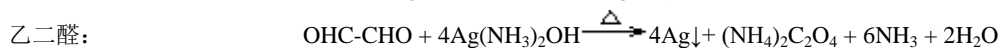
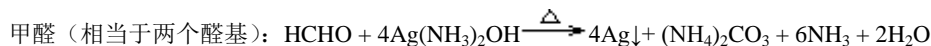
若在酸性条件下, 则有 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{OH}^- + 3\text{H}^+ = \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 而被破坏。

(4) 实验现象: ①反应液由澄清变成灰黑色浑浊; ②试管内壁有银白色金属析出

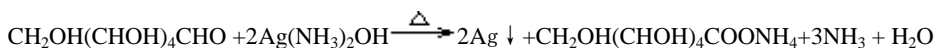
(5) 有关反应方程式: $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} \downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$



【记忆诀窍】: 1—水 (盐)、2—银、3—氨



葡萄糖: (过量)



(6) 定量关系: $-\text{CHO} \sim 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \sim 2\text{Ag}$

$\text{HCHO} \sim 4\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \sim 4\text{Ag}$

6. 与新制 Cu(OH)₂ 悬浊液 (斐林试剂) 的反应

(1) 有机物: 羧酸 (中和)、甲酸 (先中和, 但 NaOH 仍过量, 后氧化)、醛、还原性糖 (葡萄糖、麦芽糖)、甘油等多羟基化合物。

(2) 斐林试剂的配制: 向一定量 10% 的 NaOH 溶液中, 滴加几滴 2% 的 CuSO₄ 溶液, 得到蓝色絮状悬浊液 (即斐林试剂)。

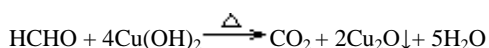
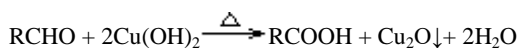
(3) 反应条件: **碱过量、加热煮沸**

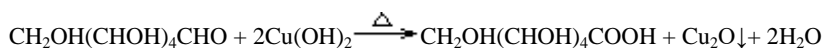
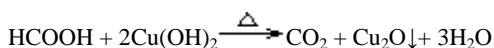
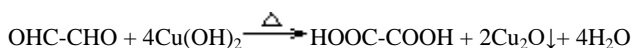
(4) 实验现象:

① 若有机物只有官能团醛基 (—CHO), 则滴入新制的氢氧化铜悬浊液中, 常温时无变化, 加热煮沸后有 (砖) 红色沉淀生成;

② 若有机物为多羟基醛 (如葡萄糖), 则滴入新制的氢氧化铜悬浊液中, 常温时溶解变成绛蓝色溶液, 加热煮沸后有 (砖) 红色沉淀生成;

(5) 有关反应方程式: $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

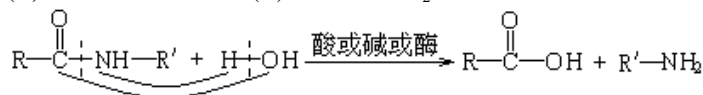
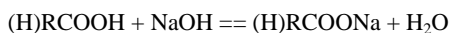
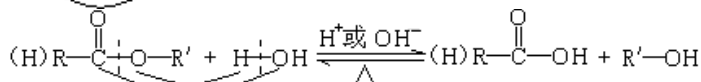
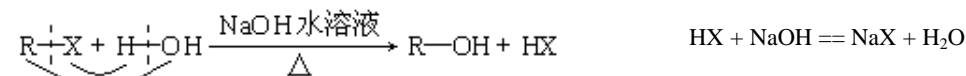




(6) 定量关系: $-\text{COOH} \sim \frac{1}{2} \text{Cu(OH)}_2 \sim \frac{1}{2} \text{Cu}^{2+}$ (酸使不溶性的碱溶解)



7. 能发生水解反应的有机物是: 卤代烃、酯、糖类(单糖除外)、肽类(包括蛋白质)。



8. 能跟 FeCl_3 溶液发生显色反应的是: 酚类化合物。

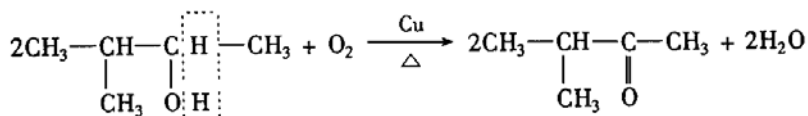
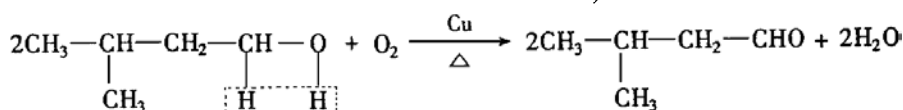
9. 能跟 I_2 发生显色反应的是: 淀粉。

10. 能跟浓硝酸发生颜色反应的是: 含苯环的天然蛋白质。

十、一些典型有机反应的比较

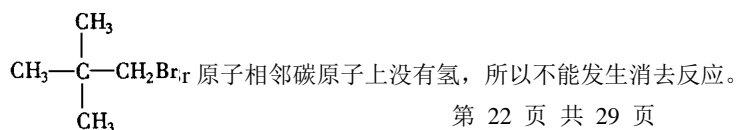
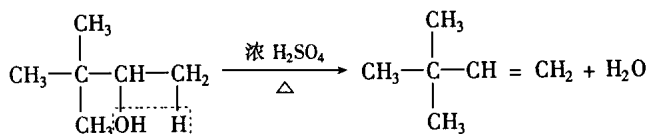
1. 反应机理的比较

(1) 醇去氢: 脱去与羟基相连接碳原子上的氢和羟基中的氢, 形成 $\text{C}=\text{O}$ 。例如:

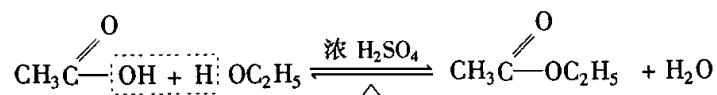


$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow$ 羟基所连碳原子上没有氢原子, 不能形成 $\text{C}=\text{O}$ 所以不发生失氢(氧化)反应。

(2) 消去反应: 脱去 $-\text{X}$ (或 $-\text{OH}$) 及相邻碳原子上的氢, 形成不饱和键。例如:



(3) 酯化反应：羧酸分子中的羟基跟醇分子羟基中的氢原子结合成水，其余部分互相结合成酯。例如：



2. 反应现象的比较

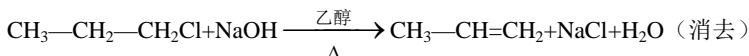
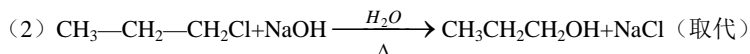
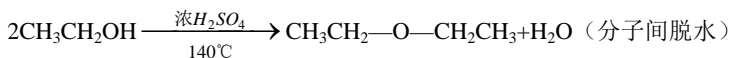
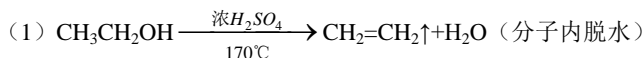
例如：

与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液反应的现象：沉淀溶解，出现绛蓝色溶液 \longrightarrow 存在多羟基；

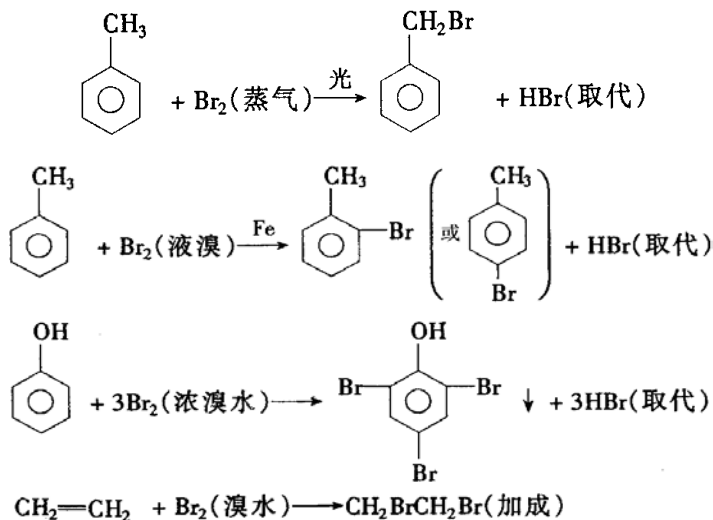
沉淀溶解，出现蓝色溶液 \longrightarrow 存在羧基。加热后，有红色沉淀出现 \longrightarrow 存在醛基。

3. 反应条件的比较

同一化合物，反应条件不同，产物不同。例如：



(3) 一些有机物与溴反应的条件不同，产物不同。



十一、几个难记的化学式

银氨溶液—— $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ 葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) —— $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$

果糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) —— $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{COCH}_2\text{OH}$

蔗糖—— $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (非还原性糖)

麦芽糖—— $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (还原性糖)

淀粉—— $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ (非还原性糖)

纤维素—— $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$ (非还原性糖)

十二、其他

1. 需水浴加热的反应有：

(1)、银镜反应 (2)、乙酸乙酯的水解 (3) 苯的硝化 (4) 糖的水解 (5)、酚醛树脂的制取 (6) 固体溶解度的测定
凡是在不高于 100°C 的条件下反应，均可用水浴加热，其优点：温度变化平稳，不会大起大落，有利于反应的进行。

2. 需用温度计的实验有： (1)、实验室制乙烯 (170°C) (2)、蒸馏 (3)、固体溶解度的测定 (4)、乙酸乙酯的水解 ($70-80^{\circ}\text{C}$) (5)、中和热的测定 (6) 制硝基苯 ($50-60^{\circ}\text{C}$)

(说明)：(1) 凡需要准确控制温度者均需用温度计。(2) 注意温度计水银球的位置。

3. 能与 Na 反应的有机物有：醇、酚、羧酸等——凡含羟基的化合物。

4. 能发生银镜反应的物质有：醛、甲酸、甲酸盐、甲酸酯、葡萄糖、麦芽糖——凡含醛基的物质。

5. 能使高锰酸钾酸性溶液褪色的物质有：

(1) 含有碳碳双键、碳碳叁键的烃和烃的衍生物、苯的同系物 (2) 含有羟基的化合物如醇和酚类物质
(3) 含有醛基的化合物 (4) 具有还原性的无机物 (如 SO_2 、 FeSO_4 、 KI 、 HCl 、 H_2O_2 等)

6. 能使溴水褪色的物质有：

(1) 含有碳碳双键和碳碳叁键的烃和烃的衍生物 (加成) (2) 苯酚等酚类物质 (取代)
(3) 含醛基物质 (氧化) (4) 碱性物质 (如 NaOH 、 Na_2CO_3) (氧化还原——歧化反应)
(5) 较强的无机还原剂 (如 SO_2 、 KI 、 FeSO_4 等) (氧化)
(6) 有机溶剂 (如苯和苯的同系物、四氯化碳、汽油、己烷等，属于萃取，使水层褪色而有机层呈橙红色。)

7. 密度比水大的液体有机物有：溴乙烷、溴苯、硝基苯、四氯化碳等。

8. 密度比水小的液体有机物有：烃、大多数酯、一氯烷烃。

9. 能发生水解反应的物质有：卤代烃、酯 (油脂)、二糖、多糖、蛋白质 (肽)、盐。

10. 不溶于水的有机物有：烃、卤代烃、酯、淀粉、纤维素

11. 常温下为气体的有机物有：分子中含有碳原子数小于或等于 4 的烃 (新戊烷例外)、一氯甲烷、甲醛。

12. 浓硫酸、加热条件下发生的反应有：苯及苯的同系物的硝化、磺化、醇的脱水反应、酯化反应、纤维素的水解

13. 能被氧化的物质有：含有碳碳双键或碳碳叁键的不饱和化合物 (KMnO_4)、苯的同系物、醇、醛、酚。

大多数有机物都可以燃烧，燃烧都是被氧气氧化。

14. 显酸性的有机物有：含有酚羟基和羧基的化合物。

15. 能使蛋白质变性的物质有：强酸、强碱、重金属盐、甲醛、苯酚、强氧化剂、浓的酒精、双氧水、碘酒、三氯乙酸等。

16. 既能与酸又能与碱反应的有机物：具有酸、碱双官能团的有机物 (氨基酸、蛋白质等)

17. 能与 NaOH 溶液发生反应的有机物：

(1) 酚： (2) 羧酸： (3) 卤代烃 (水溶液：水解；醇溶液：消去)
(4) 酯：(水解，不加热反应慢，加热反应快) (5) 蛋白质 (水解)

18. 有明显颜色变化的有机反应：

1. 苯酚与三氯化铁溶液反应呈紫色； 2. KMnO_4 酸性溶液的褪色；

3. 溴水的褪色； 4. 淀粉遇碘单质变蓝色。 5. 蛋白质遇浓硝酸呈黄色 (颜色反应)

十三、高考有机化学复习：有机化学实验

一、烃的重要实验

1. 甲烷的氯代 (必修 2、P56) (性质)

实验：取一个 100mL 的大量筒 (或集气瓶)，用排水的方法先后收集 20mL CH_4 和 80mL Cl_2 ，放在光亮的地方 (注意：不要放在阳光直射的地方，以免引起爆炸)，等待片刻，观察发生的现象。

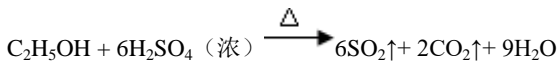
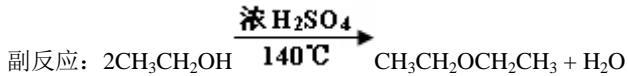
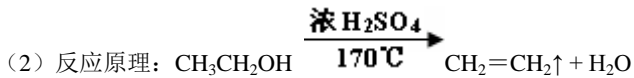
现象：大约 3min 后，可观察到混合气体颜色变浅，气体体积缩小，量筒壁上出现油状液体，量筒内饱和食盐水液面上

升，可能有晶体析出【会生成 HCl，增加了饱和食盐水】

解释：生成卤代烃

2、乙烯的实验室制法

(1) 反应原料：乙醇、浓硫酸



(3) 发生装置和收集装置：

发生装置： $1+1 \xrightarrow{\Delta} \text{g}$ （圆底烧瓶、酒精灯、温度计等）

收集装置：排水法，不能用排空气法。

(4) 尾气处理：点燃法

(5) 注意事项：

①配制乙醇和浓硫酸体积比为 1:3 的混合液应注意：应将浓硫酸缓缓注入乙醇并不断摇匀。使用过量的浓硫酸可提高乙醇的利用率，增加乙烯的产量。

②温度计水银球（或液泡）应插入反应混和液，液面以下，但不能接触瓶底，以便控制反应温度为 170°C 。

③反应时应迅速升温到 170°C 。（目的是为了减少副反应的发生）

④为防止加热过程中液体爆沸，应在反应液中加少许碎瓷片。

⑤如控温不当，会发生副反应，是制得的乙烯中混有 CO_2 、 SO_2 、乙醚等杂质，必须通过浓 NaOH 溶液（或碱石灰）后，才能收集到比较纯净的乙烯。

⑥若实验时，已开始给浓硫酸跟乙醇的混合物加热一段时间，忽然记起要加碎瓷片，应先停止加热，冷却到室温后，在补加碎瓷片。

⑦浓硫酸的作用是：催化剂、脱水剂。

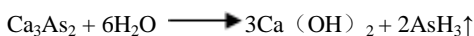
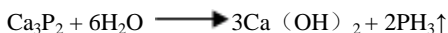
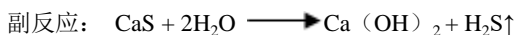
⑧实验结束时，要先将导气管从水中取出，再熄灭酒精灯，反之，会导致水被倒吸。要想不被倒吸就要把水中的导管先拿出来

⑨点燃乙烯前要验纯。

3、乙炔的实验室制法

(1) 反应原料：电石（主要成分为 CaC_2 ）、水（用饱和食盐水代替）

(2) 反应原理：



(3) 发生装置和收集装置：

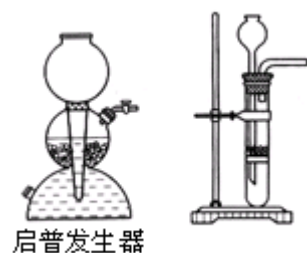
发生装置： $\text{S}+1 \longrightarrow \text{g}$

（广口瓶（或锥形瓶、烧瓶、大试管等）、分液漏斗等）

收集装置：排水法

(4) 尾气处理：点燃法

(5) 注意事项：



①不能用启普发生器制乙炔：

a、反应产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶于水，呈糊状堵塞反应容器，使水面难以升降；

b、反应速率快且放出大量的热，会损坏启普发生器。

②电石与水反应很剧烈，应选用分液漏斗，通过控制水流的速度，来控制产生乙炔的速度。

③电石与水反应剧烈，用饱和食盐水代替水可减缓反应速率，获得平稳的乙炔气流。

④由于电石中含有其他杂质（如： CaS 、 Ca_3P_2 、 Ca_3As_2 等）。使制得的乙炔中含有（ H_2S 、 PH_3 、 AsH_3 等）难闻的气体。要想制得较纯净的 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 可将气体通过盛有 CuSO_4 溶液或 NaOH 溶液的洗气瓶。

⑤得到平稳的乙炔气流：①常用饱和氯化钠溶液代替水（减小浓度） ②分液漏斗控制流速 ③并加棉花，防止泡沫喷出。

4、石油的分馏

（1）反应原料：原油

（2）反应原理：利用加热和冷凝（蒸馏），把石油分成不同沸点范围的馏分。

（3）反应装置：蒸馏烧瓶、酒精灯、温度计、冷凝器（冷凝管）、锥形瓶等。

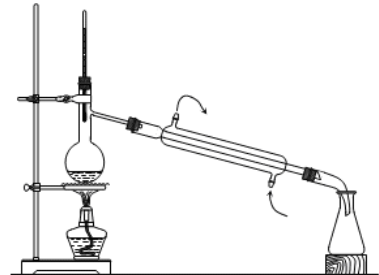
（4）注意事项

①温度计水银球（或液泡）应位于蒸馏烧瓶支管口略低处，

测定的是馏分蒸汽的温度。

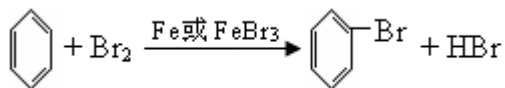
②冷凝器中冷凝水的流向与气流反向相反，应下口入水上口出水。

③为防止爆沸，反应混合液中需加入少量碎瓷片。

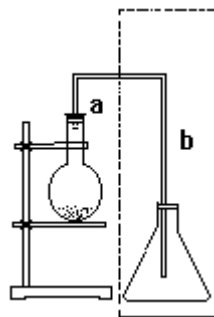
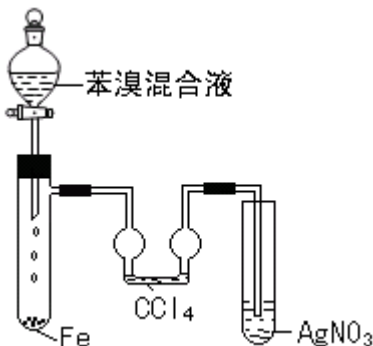


5、苯与溴的反应

（1）反应原料：苯、液溴、铁



（2）反应原理：



（3）反应装置：S+1 \longrightarrow g（具支试管、（或锥形瓶、广口瓶、烧瓶、大试管等）、分液漏斗等）

（4）尾气处理：吸收法（用碱液吸收，一般用 NaOH 溶液）

（5）几点说明：

①将反应混合物倒入水中，呈褐色不溶于水的液体，是因为未反应的溴溶解在溴苯中的缘故，可用碱溶液（ NaOH 溶液）反复洗涤在分液。

②不能用甲苯的方法来除去溴苯中溶解的溴，因为苯也能溶解溴苯。

③ AgNO_3 溶液中有浅黄色沉淀生成，说明有 HBr 气体生成，该反应应为取代反应。

④若无吸收管，则 AgNO_3 溶液中有浅黄色沉淀生成，不能说明该反应为取代反应，因为 $\text{Br}_2(\text{g})$ 溶于水形成溴水也能使 AgNO_3 溶液中产生浅黄色沉淀。

⑤吸收管中 CCl_4 的作用是吸收 $\text{Br}_2(\text{g})$ ，防止对 HBr 检验的干扰。

⑥原料：溴应是液溴。加入铁粉起催化作用，但实际上起催化作用的是 FeBr_3 。

现象：剧烈反应，红棕色气体充满烧瓶(反应放热)。导管口有棕色油状液体滴下。锥形瓶中导管口附近出现白雾，(是溴化氢遇空气中的水蒸气形成的氢溴酸小液滴)。

⑦添加药品顺序：苯，溴，铁的顺序加药品

⑧伸出烧瓶外的导管要有足够长度，其作用是 导气、冷凝回流(提高原料的利用率和产品的产率)。

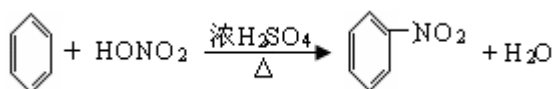
⑨导管末端不可插入锥形瓶内水面以下，因为 HBr 气体易溶于水，防止倒吸 (进行尾气吸收，以保护环境免受污染)。

⑩反应后的产物是什么？如何分离？纯净的溴苯是无色的液体，而烧瓶中液体倒入盛有水的烧杯中，烧杯底部是油状的褐色液体，这是因为溴苯溶有 溴 的缘故。除去溴苯中的溴可加入 NaOH 溶液，振荡，再用分液漏斗分离。分液后再蒸馏便可得到纯净溴苯(分离苯)

6、硝基苯的生成

(1) 反应原料：苯、浓硝酸、浓硫酸

(2) 反应原理：



(3) 反应装置：大试管、长玻璃导管、温度计、烧杯、酒精灯等

(4) 实验室制备硝基苯的主要步骤如下：

①配制一定比例的浓硫酸与浓硝酸的混和酸，加入反应器中。

②向室温下的混和酸中逐滴加入一定量的苯，充分振荡，混和均匀。

【先浓硝酸再浓硫酸→冷却到 $50-60^\circ\text{C}$ ，再加入苯(苯的挥发性)】

③在 $50-60^\circ\text{C}$ 下发生反应，直至反应结束。

④除去混和酸后，粗产品依次用蒸馏水和 $5\%\text{NaOH}$ 溶液洗涤，最后再用蒸馏水洗涤。

⑤将用无水 CaCl_2 干燥后的粗硝基苯进行蒸馏，得到纯硝基苯。

(5) 【注意事项】

(1)配制一定比例浓硫酸与浓硝酸混和酸时，操作注意事项是：先浓硝酸再浓硫酸→冷却到 $50-60^\circ\text{C}$ ，再加入苯(苯的挥发性)

(2)步骤③中，为了使反应在 $50-60^\circ\text{C}$ 下进行，常用的方法是水浴。水浴温度不宜过高，如温度过高不仅会引起苯和硝酸的挥发，还会使浓硝酸分解产生 NO_2 等，也容易生成较多的副产物二硝基苯(有剧毒)。因此控制好温度是做好本实验的关键。

(3)步骤④中洗涤、分离粗硝基苯应使用的仪器是分液漏斗。

(4)步骤④中粗产品用 $5\%\text{NaOH}$ 溶液洗涤的目的是除去混合酸。

(5)纯硝基苯是无色，密度比水大(填“小”或“大”)，具有苦杏仁味气味的油状液体。因混有少量 NO_2 而使制得的硝基苯呈淡黄色。

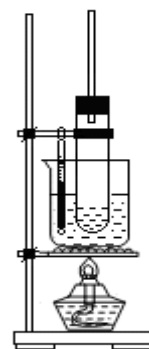
(6)需要空气冷却

(7)使浓 HNO_3 和浓 H_2SO_4 的混合酸冷却到 $50-60^\circ\text{C}$ 以下,这是为何：

①防止浓 HNO_3 分解

②防止混合放出的热使苯和浓 HNO_3 挥发

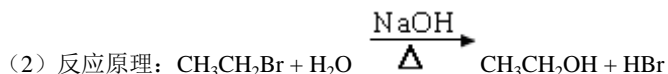
③温度过高有副反应发生(生成苯磺酸和间二硝基苯)



二、烃的衍生物的重要实验

1、溴乙烷的水解

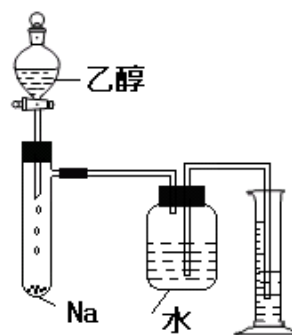
(1) 反应原料：溴乙烷、NaOH 溶液



(3) 几点说明：①溴乙烷在水中不能电离出 Br^- ，是非电解质，加 AgNO_3 溶液不产生黄色沉淀。

②溴乙烷与 NaOH 溶液混合振荡后，溴乙烷水解产生 Br^- ，但直接去上层清液加溶液主要产生的是 Ag_2O 黑色沉淀，无法验证 Br^- 的产生。

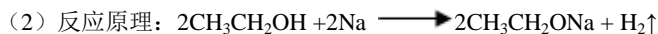
③水解后的上层清液，先加稀硝酸酸化，中和掉过量的 NaOH，再加 AgNO_3 溶液，产生黄色沉淀，说明有 Br^- 产生。



会有浅
 AgNO_3
产生浅

2、乙醇钠的生成

(1) 反应原料：乙醇、钠



(3) 发生装置：S + l \longrightarrow g (试管、(或锥形瓶、烧瓶等)、分液漏斗等)

(4) 气体体积的测定：排水法 (排出水的体积即为气体的体积)

(5) 注意事项：

① 防止因气体受热膨胀，使得测得的体积偏大，应冷却至室温后读数。读数时多功能瓶与量筒的液面要齐平 (等高)。

② 为防止冷却后，量筒中水倒流一部分进入中间的试剂瓶中，而使测得的体积偏大，应将量筒中的导管插入水面以下。

③ 读数时导管内水的体积不考虑在内，会影响测定结果。

3、乙醇的催化氧化

(1) 反应原料：乙醇、空气、铜丝

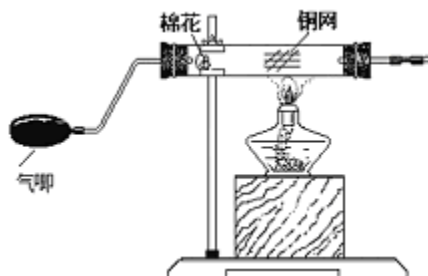
(2) 反应原理：

(3) 反应装置：(气唧、硬质试管、酒精灯等)

(4) 注意事项：

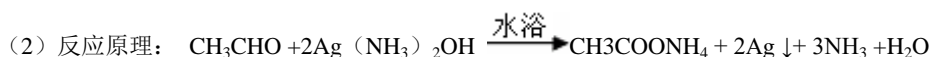
① 该反应中 Cu 为催化剂，CuO 为中间物质。

② 该反应放热，放出的热量足以维持反应继续进行。



4、乙醛的银镜反应

(1) 反应原料：2% AgNO_3 溶液、2% 稀氨水、乙醛稀溶液



(3) 反应装置：试管、烧杯、酒精灯、滴管

银氨溶液的配制：取一支洁净的试管，加入 1mL 2% 的硝酸银，然后一边振荡，一边滴入 2% 的稀氨水，直到产生的沉淀恰好溶解为止。(注意：顺序不能反)

(4) 注意事项：

① 配制银氨溶液时加入的氨水要适量，不能过量，并且必须现配现用，不可久置，否则会生成容易爆炸的物质。

② 实验用的试管一定要洁净，特别是不能有油污。

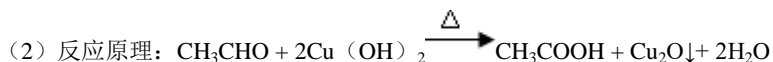
③ 必须用水浴加热，不能在火焰上直接加热 (否则会生成易爆物质)，水浴温度不宜过高。

④ 如果试管不洁净，或加热时振荡，或加入的乙醛过量时，就无法生成明亮的银镜，而只生成黑色疏松的沉淀或虽银能附着在试管内壁但颜色发乌。

⑤ 实验完毕，试管内的混合液要及时处理，试管壁上的银镜要及时用少量的硝酸溶解，再用水冲洗。(废液不能乱倒，应倒入废液缸内)

5、乙醛被新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化

(1) 反应原料：10%NaOH 溶液、2%CuSO₄ 溶液、乙醛稀溶液



(3) 反应装置：试管、酒精灯、滴管

(4) 注意事项：

①本实验必须在碱性条件下才能成功。

②Cu(OH)₂ 悬浊液必须现配现用，配制时 CuSO₄ 溶液的质量分数不宜过大，且 NaOH 溶液应过量。若 CuSO₄ 溶液过量或配制的 Cu(OH)₂ 的质量分数过大，将在实验时得不到砖红色的 Cu₂O 沉淀（而是得到黑色的 CuO 沉淀）。

6、乙酸乙酯的制取实验

(1) 反应原料：乙醇、乙酸、浓 H₂SO₄、饱和 Na₂CO₃ 溶液

(2) 反应原理：



(3) 反应装置：试管、烧杯、酒精灯

(4) 注意事项：

①浓 H₂SO₄ 在反应中起催化剂、脱水剂、吸水剂的作用。

②饱和 Na₂CO₃ 溶液的作用：

a、中和挥发出来的乙酸，生成醋酸钠以便于闻乙酸乙酯的气味；

b、溶解挥发出来的乙醇；

c、冷凝酯蒸汽且减小酯在水中的溶解度，以便于分层析出，分液。

③不能用 NaOH 溶液代替饱和 Na₂CO₃ 溶液，因为乙酸乙酯在强碱 NaOH 存在下水解较彻底，几乎得不到乙酸乙酯。导管未插入液面以下，是为了防倒吸。

