

# 《有机化学基础》知识点整理

## 一、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）。

## 二、重要的反应

### 1. 能使溴水 ( $Br_2/H_2O$ ) 褪色的物质

- (1) 有机物① 通过加成反应使之褪色：含有  $\text{>C=C<}$ 、 $\text{—C}\equiv\text{C—}$  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  $3Br_2 + 6OH^- \rightleftharpoons 5Br^- + BrO_3^- + 3H_2O$  或  $Br_2 + 2OH^- \rightleftharpoons Br^- + BrO^- + H_2O$
- 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  $\text{>C=C<}$ 、 $\text{—C}\equiv\text{C—}$ 、 $\text{—OH}$ （较慢）、 $\text{—CHO}$  的物质 苯环相连的侧链碳上有氢原子的苯的同系物（但苯不反应）
- 2) 无机物：与还原性物质发生氧化还原反应，如  $H_2S$ 、 $S^{2-}$ 、 $SO_2$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $Br^-$ 、 $I^-$ 、 $Fe^{2+}$

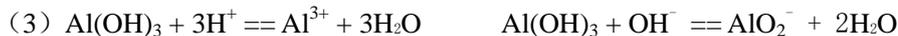
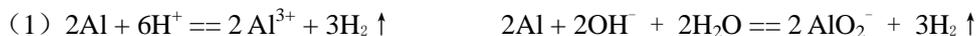
### 3. 与 Na 反应的有机物：含有一 $\text{OH}$ 、 $\text{—COOH}$ 的有机物

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  $\text{SO}_3H$  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  $\text{COOH}$ 、 $\text{—SO}_3H$  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。

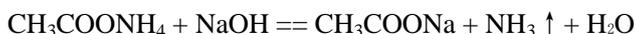
### 4. 既能与强酸，又能与强碱反应的物质



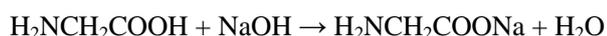
(4) 弱酸的酸式盐，如  $NaHCO_3$ 、 $NaHS$  等等



(5) 弱酸弱碱盐，如  $CH_3COONH_4$ 、 $(NH_4)_2S$  等等



(6) 氨基酸，如甘氨酸等



(7) 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NH<sub>2</sub>，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(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OH]（多伦试剂）的配制：

向一定量 2% 的 AgNO<sub>3</sub> 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** 酸性条件下，则有 Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> + 3H<sup>+</sup> == Ag<sup>+</sup> + 2NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + H<sub>2</sub>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：AgNO<sub>3</sub> + NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O == AgOH↓ + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> AgOH + 2NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O == Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OH + 2H<sub>2</sub>O

银镜反应的一般通式： $RCHO + 2Ag(NH_3)_2OH \xrightarrow{\Delta} 2Ag \downarrow + RCOONH_4 + 3NH_3 + H_2O$

【记忆诀窍】：1—水（盐）、2—银、3—氨

甲醛（相当于两个醛基）： $HCHO + 4Ag(NH_3)_2OH \xrightarrow{\Delta} 4Ag \downarrow + (NH_4)_2CO_3 + 6NH_3 + 2H_2O$

乙二醛： $OHC-CHO + 4Ag(NH_3)_2OH \xrightarrow{\Delta} 4Ag \downarrow + (NH_4)_2C_2O_4 + 6NH_3 + 2H_2O$

甲酸： $HCOOH + 2Ag(NH_3)_2OH \xrightarrow{\Delta} 2Ag \downarrow + (NH_4)_2CO_3 + 2NH_3 + H_2O$

葡萄糖：（过量） $CH_2OH(CHOH)_4CHO + 2Ag(NH_3)_2OH \xrightarrow{\Delta} 2Ag \downarrow + CH_2OH(CHOH)_4COONH_4 + 3NH_3 + H_2O$

(6) 定量关系：—CHO ~ 2Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OH ~ 2Ag

HCHO ~ 4Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OH ~ 4Ag

### 6. 与新制 Cu(OH)<sub>2</sub> 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 CuSO<sub>4</sub> 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：2NaOH + CuSO<sub>4</sub> == Cu(OH)<sub>2</sub>↓ + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

$RCHO + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} RCOOH + Cu_2O \downarrow + 2H_2O$

$HCHO + 4Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2Cu_2O \downarrow + 5H_2O$

$OHC-CHO + 4Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} HOOC-COOH + 2Cu_2O \downarrow + 4H_2O$

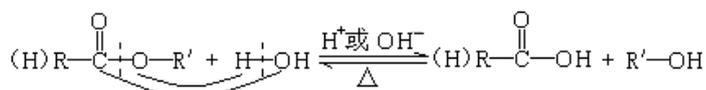
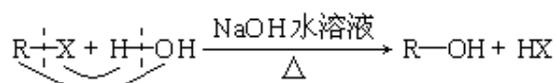
$HCOOH + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + Cu_2O \downarrow + 3H_2O$

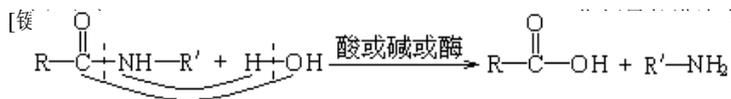
$CH_2OH(CHOH)_4CHO + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CH_2OH(CHOH)_4COOH + Cu_2O \downarrow + 2H_2O$

(6) 定量关系：—COOH ~ ½ Cu(OH)<sub>2</sub> ~ ½ Cu<sup>2+</sup>（酸使不溶性的碱溶解）

—CHO ~ 2Cu(OH)<sub>2</sub> ~ Cu<sub>2</sub>O HCHO ~ 4Cu(OH)<sub>2</sub> ~ 2Cu<sub>2</sub>O

### 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）。



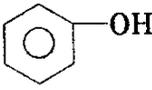
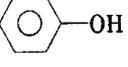


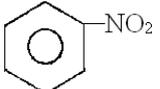
8. 能跟 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应的是：酚类化合物。  
 9. 能跟 I<sub>2</sub> 发生显色反应的是：淀粉。  
 10. 能跟浓硝酸发生颜色反应的是：含苯环的天然蛋白质。

### 三、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 <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> (n≥1)	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> (n≥2)	C <sub>n</sub> H <sub>2n-2</sub> (n≥2)	C <sub>n</sub> H <sub>2n-6</sub> (n≥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≡C—H	
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 <sub>4</sub> 溶液褪色	跟 X <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> 、HX、H <sub>2</sub> O、HCN 加成，易被氧化；可加聚	跟 X <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> 、HX、HCN 加成；易被氧化；能加聚得导电塑料	跟 H <sub>2</sub> 加成；FeX <sub>3</sub> 催化下卤代；硝化、磺化反应

### 四、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 <sub>n</sub> H <sub>2n+2-m</sub> X <sub>m</sub>	卤原子 —X	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br (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 <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> O <sub>m</sub>	醇羟基 —OH	CH <sub>3</sub> OH (Mr: 32) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (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 <sub>2</sub> 2.跟卤化氢或浓氢卤酸反应生成卤代烃 3.脱水反应:乙醇 140℃ 分子间脱水成醚 170℃ 分子内脱水生成烯 4.催化氧化为醛或酮 5.一般断 O—H 键与羧酸及无机含氧酸反应生成酯
醚	R—O—R'	醚键 ≡C—O—C≡	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> (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 <sub>3</sub> 呈紫色 4.易被氧化

醛	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	醛基 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	HCHO (Mr: 30) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ (Mr: 44)	HCHO 相当于两个 —CHO $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 有极性、能加成。	1.与 H <sub>2</sub> 、HCN 等加成为醇 2.被氧化剂(O <sub>2</sub> 、多伦试剂、斐林试剂、酸性高锰酸钾等)氧化为羧酸
酮	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$	羰基 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ (Mr: 58)	$-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 有极性、能加成	与 H <sub>2</sub> 、HCN 加成为醇 不能被氧化剂氧化为羧酸
羧酸	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	羧基 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ (Mr: 60)	受羰基影响, O—H 能 电离出 H <sup>+</sup> , $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 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 <sub>2</sub> 加成 3.能与含—NH <sub>2</sub> 物质缩去水生成酰胺(肽键)
酯	$(\text{H})\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$	酯基 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}$	HCOOCH <sub>3</sub> (Mr: 60) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OC}_2\text{H}_5$ (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 <sub>2</sub>	硝酸酯基 —ONO <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{ONO}_2 \\   \\ \text{CHONO}_2 \\   \\ \text{CH}_2\text{ONO}_2 \end{array}$	不稳定	易爆炸
硝基化合物	R—NO <sub>2</sub>	硝基—NO <sub>2</sub>		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 <sub>2</sub> )COOH	氨基—NH <sub>2</sub> 羧基—COOH	H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> COOH (Mr: 75)	—NH <sub>2</sub> 能以配位键结合 H <sup>+</sup> ; —COOH 能部分电离出 H <sup>+</sup>	两性化合物 能形成肽键 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-$
蛋白质	结构复杂 不可用通式表示	肽键 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-$ 氨基—NH <sub>2</sub> 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: C <sub>n</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>m</sub>	羟基—OH 醛基—CHO 羰基 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	葡萄糖 CH <sub>2</sub> OH(CHOH) <sub>4</sub> CHO 淀粉(C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>n</sub> 纤维素 [C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> ] <sub>n</sub>	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) 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	$\begin{array}{l} \text{RCOOCH}_2 \\ \text{R}'\text{COOCH} \\ \text{R}''\text{COOCH}_2 \end{array}$	酯基 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}$ 可能有碳碳 双键	$\begin{array}{l} \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOCH}_2 \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOCH} \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOCH}_2 \end{array}$	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

## 五、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 Cu(OH) <sub>2</sub>	FeCl <sub>3</sub> 溶液	碘水	酸碱指示剂	NaHCO <sub>3</sub>
		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<sub>3</sub> 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

(1) 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。

(2) 若样品为水溶液, 则先向样品中加入足量的新制 Cu(OH)<sub>2</sub> 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. 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<sub>3</sub> 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<sub>3</sub> 溶液, 则由于苯酚仍溶解在苯中, 不得进入水溶液中与 Fe<sup>3+</sup> 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 CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O?

将气体依次通过无水硫酸铜、品红溶液、饱和 Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 溶液、品红溶液、澄清石灰水、

(检验水) (检验 SO<sub>2</sub>) (除去 SO<sub>2</sub>) (确认 SO<sub>2</sub> 已除尽) (检验 CO<sub>2</sub>)

溴水或溴的四氯化碳溶液或酸性高锰酸钾溶液 (检验 CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>)。

六、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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> )	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 <sub>2</sub> S、PH <sub>3</sub> )	饱和 CuSO <sub>4</sub> 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	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
从无水酒精中提取绝对酒精	镁粉	蒸馏	$\text{Mg} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{Mg} + \text{H}_2\uparrow$ $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$
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 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 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、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 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 $\text{H}_2\text{SO}_4$	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)	$\text{NaHSO}_3$ 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 (FeBr <sub>3</sub> 、Br <sub>2</sub> 、苯)	蒸馏水 NaOH 溶液	洗涤 分液 蒸馏	FeBr <sub>3</sub> 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	-----

## 七、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

- 一差 (分子组成差若干个  $\text{CH}_2$ )
- 两同 (同通式, 同结构)
- 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

- 碳链异构
- 位置异构
- 官能团异构 (类别异构) (详写下表)
- 顺反异构
- 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
$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	烯烃、环烷烃	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 与 $\text{H}_2\text{C}-\overset{\text{CH}_2}{\text{C}}-\text{CH}_2$
$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	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 $\text{CH}_3\text{OCH}_3$
$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	醛、酮、烯醇、环醚、环醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ 、 $\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$ 与 $\text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2}{\text{CH}}-\text{OH}$

$C_nH_{2n}O_2$	羧酸、酯、羟基醛	$CH_3COOH$ 、 $HCOOCH_3$ 与 $HO-CH_2-CHO$
$C_nH_{2n-6}O$	酚、芳香醇、芳香醚	$H_3C-C_6H_4-OH$ 、 $C_6H_4-CH_2-OH$ 与 $C_6H_5-O-CH_3$
$C_nH_{2n+1}NO_2$	硝基烷、氨基酸	$CH_3CH_2-NO_2$ 与 $H_2NCH_2-COOH$
$C_n(H_2O)_m$	单糖或二糖	葡萄糖与果糖( $C_6H_{12}O_6$ )、 蔗糖与麦芽糖( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )

### (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、 $C_7H_8O$ (含苯环)有 5 种;
- (6)  $C_8H_8O_2$  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  $C_6H_4Cl_2$  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  $C(CH_3)_4$  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  $-NH_2$ , 则  $\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)+N(N)}{2}$

(2) 若是硝基  $-NO_2$ , 则  $\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)-N(N)}{2}$

(3) 若是铵离子  $NH_4^+$ , 则  $\Omega = \frac{2N(C)+2-N(H)+3N(N)}{2}$

## 八、具有特定碳、氢比的常见有机物

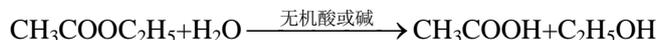
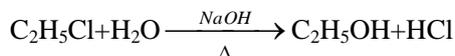
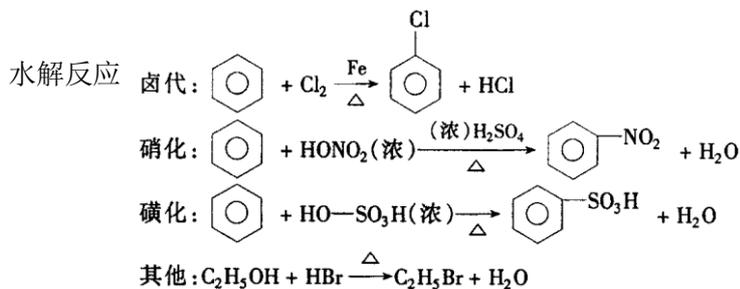
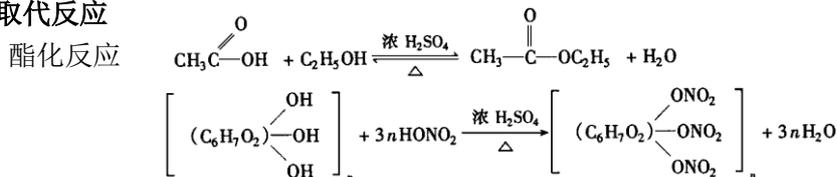
**牢牢记住:** 在烃及其含氧衍生物中,氢原子数目一定为偶数,若有机物中含有奇数个卤原子或氮原子,则氢原子个数亦为奇数。

- ① 当  $n(C) : n(H) = 1 : 1$  时,常见的有机物有:乙炔、苯、苯乙烯、苯酚、乙二醛、乙二酸。
- ② 当  $n(C) : n(H) = 1 : 2$  时,常见的有机物有:单烯烃、环烷烃、饱和一元脂肪醛、酸、酯、葡萄糖。
- ③ 当  $n(C) : n(H) = 1 : 4$  时,常见的有机物有:甲烷、甲醇、尿素  $[CO(NH_2)_2]$ 。

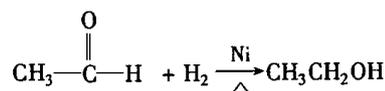
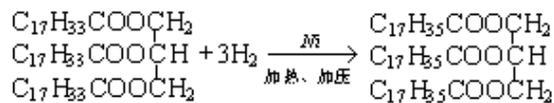
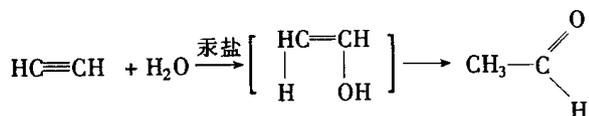
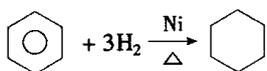
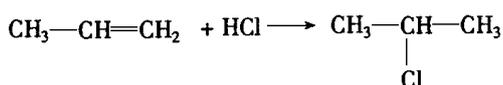
- ④当有机物中氢原子数超过其对应烷烃氢原子数时，其结构中可能有 $-\text{NH}_2$ 或 $\text{NH}_4^+$ ，如甲胺 $\text{CH}_3\text{NH}_2$ 、醋酸铵 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 等。
- ⑤烷烃所含碳的质量分数随着分子中所含碳原子数目的增加而增大，介于75%~85.7%之间。在该同系物中，含碳质量分数最低的是 $\text{CH}_4$ 。
- ⑥单烯烃所含碳的质量分数随着分子中所含碳原子数目的增加而不变，均为85.7%。
- ⑦单炔烃、苯及其同系物所含碳的质量分数随着分子中所含碳原子数目的增加而减小，介于92.3%~85.7%之间，在该系列物质中含碳质量分数最高的是 $\text{C}_2\text{H}_2$ 和 $\text{C}_6\text{H}_6$ ，均为92.3%。
- ⑧含氢质量分数最高的有机物是： $\text{CH}_4$
- ⑨一定质量的有机物燃烧，耗氧量最大的是： $\text{CH}_4$
- ⑩完全燃烧时生成等物质的量的 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 的是：单烯烃、环烷烃、饱和一元醛、羧酸、酯、葡萄糖、果糖（通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_x$ 的物质， $x=0, 1, 2, \dots$ ）。

## 九、重要的有机反应及类型

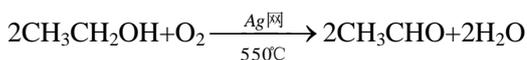
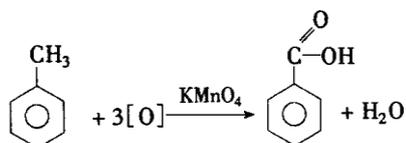
### 1. 取代反应

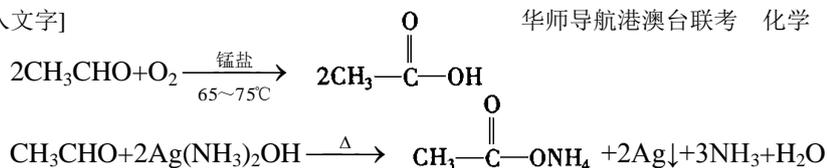


### 2. 加成反应

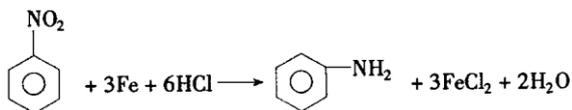


### 3. 氧化反应

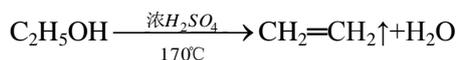




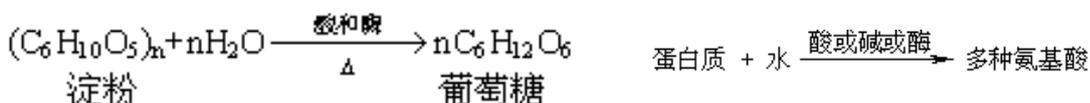
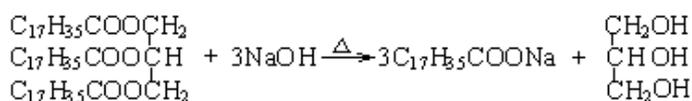
## 4. 还原反应



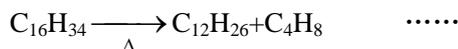
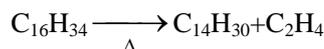
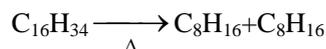
## 5. 消去反应



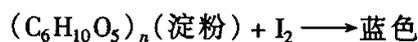
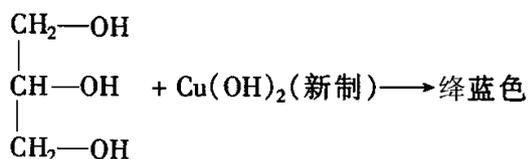
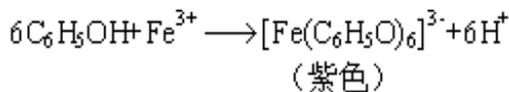
## 7. 水解反应 卤代烃、酯、多肽的水解都属于取代反应



## 8. 热裂化反应 (很复杂)



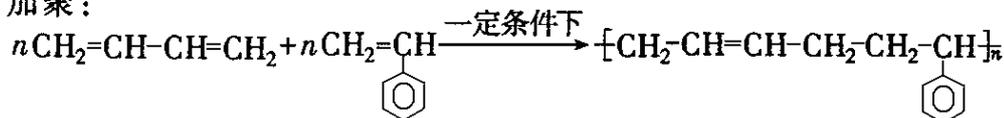
## 9. 显色反应



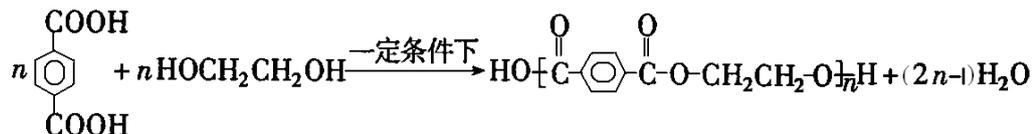
含有苯环的蛋白质与浓  $\text{HNO}_3$  作用而呈黄色

## 10. 聚合反应

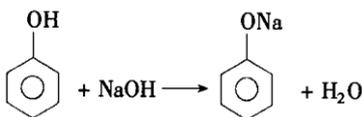
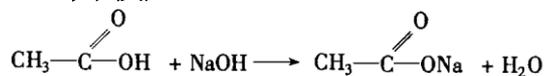
加聚:



缩聚:



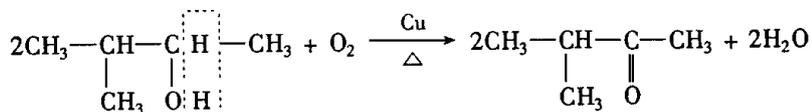
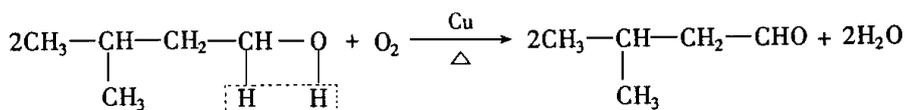
## 11. 中和反应



## 十、一些典型有机反应的比较

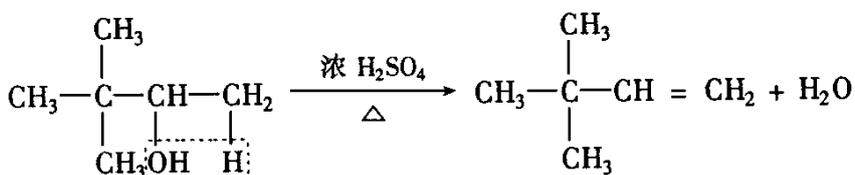
### 1. 反应机理的比较

(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：



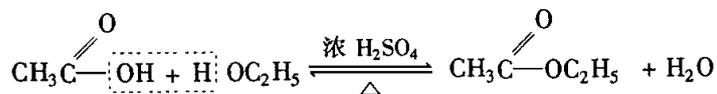
$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow$  羟基所连碳原子上没有氢原子，不能形成  $\text{C}=\text{O}$ ，所以不发生失氢（氧化）反应。

(2) 消去反应：脱去—X（或—OH）及相邻碳原子上的氢，形成不饱和键。例如：



$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{Br}$  与 Br 原子相邻碳原子上没有氢，所以不能发生消去反应。

(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：

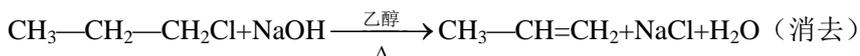
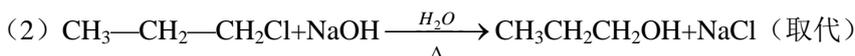
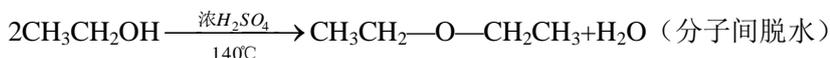
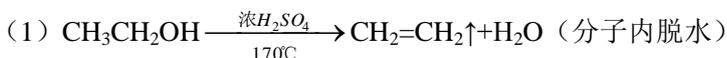


### 2. 反应现象的比较

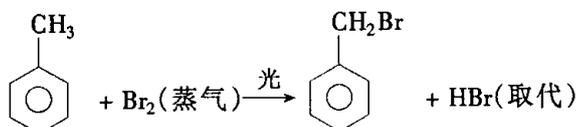
例如：与新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液反应的现象：沉淀溶解，出现绛蓝色溶液  $\longrightarrow$  存在多羟基；沉淀溶解，出现蓝色溶液  $\longrightarrow$  存在羧基。 热后，有红色沉淀出现  $\longrightarrow$  存在醛基。

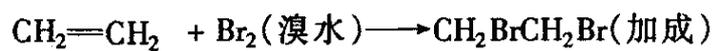
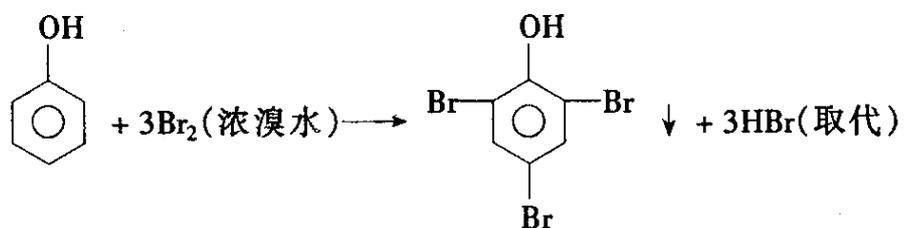
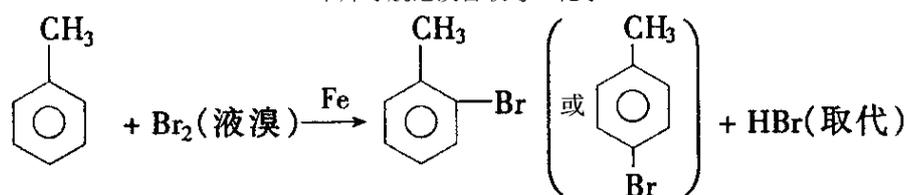
### 3. 反应条件的比较

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。





## 化学之高中有机化学知识点总结

- 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℃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。
- 需用温度计的实验有：**（1）、实验室制乙烯（170℃）（2）、蒸馏（3）、固体溶解度的测定（4）、乙酸乙酯的水解（70—80℃）（5）、中和热的测定（6）制硝基苯（50—60℃）：〔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。〕
- 能与 Na 反应的有机物有：**醇、酚、羧酸等——凡含羟基的化合物。
- 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。
- 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<sub>2</sub>、FeSO<sub>4</sub>、KI、HCl、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等）
- 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<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>）（氧化还原——歧化反应）（5）较强的无机还原剂（如 SO<sub>2</sub>、KI、FeSO<sub>4</sub> 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。）
- 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。
- 密度比水小的液体有机物有：**烃、大多数酯、一氯烷烃。
- 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。
- 不溶于水的有机物有：**烃、卤代烃、酯、淀粉、纤维素
- 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。
- 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
- 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<sub>4</sub>）、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。
- 显酸性的有机物有：**含有酚羟基和羧基的化合物。
- 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。
- 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）
- 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）
- 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<sub>4</sub> 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）

### 一、物理性质

甲烷：无色 无味 难溶

乙烯：无色 稍有气味 难溶

乙炔：无色 无味 微溶（电石生成：含 H<sub>2</sub>S、PH<sub>3</sub> 特殊难闻的臭味）

苯：无色 有特殊气味 液体 难溶 有毒

乙醇：无色 有特殊香味 混溶 易挥发

乙酸：无色 刺激性气味 易溶 能挥发

### 二、实验室制法

甲烷：CH<sub>3</sub>COONa + NaOH  $\xrightarrow{CaO, 加热}$  CH<sub>4</sub>↑ + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

注：无水醋酸钠：碱石灰=1：3 固固加热（同 O<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>） 无水（不能用 NaAc 晶体）

CaO：吸水、稀释 NaOH、不是催化剂

乙烯：C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH  $\xrightarrow{浓 H_2SO_4, 170^\circ C}$  CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>↑ + H<sub>2</sub>O

注：V 酒精：V 浓硫酸=1：3（被脱水，混合液呈棕色）

排水收集（同 Cl<sub>2</sub>、HCl）控温 170℃（140℃：乙醚）

碱石灰除杂 SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 碎瓷片：防止暴沸



注：排水收集 无除杂 不能用启普发生器 饱和 NaCl：降低反应速率

导管口放棉花：防止微溶的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  泡沫堵塞导管



注：无水  $\text{CuSO}_4$  验水（白→蓝）提升浓度：加 CaO 再加热蒸馏

### 三、燃烧现象

烷：火焰呈淡蓝色 不明亮

烯：火焰明亮 有黑烟

炔：火焰明亮 有浓烈黑烟（纯氧中  $3000^\circ\text{C}$  以上：氧炔焰）

苯：火焰明亮 大量黑烟（同炔）

醇：火焰呈淡蓝色 放大量热

### 七、其他知识点

- 1、天干命名：甲乙丙丁戊己庚辛壬癸
- 2、燃烧公式： $\text{C}_x\text{H}_y + (x+y/4)\text{O}_2 \rightarrow (\text{点燃}) \rightarrow x \text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + (x+y/4-z/2)\text{O}_2 \rightarrow (\text{点燃}) \rightarrow x \text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$
- 4、耗氧量：等物质的量（等 V）：C 越多 耗氧越多 等质量：C%越高 耗氧越少
- 6、工业制烯烃：【裂解】（不是裂化）
- 7、医用酒精：75%  
工业酒精：95%（含甲醇 有毒）  
无水酒精：99%
- 10、烷基不属于官能团