

高二化学寒假班基础教案

目录

第 1 讲	原子结构：核外电子的运动状态（拓展）	2
第 2 讲	离子反应及方程式.....	7
第 3 讲	综合实验---物质的检验.....	11
第 4 讲	化学计算归纳整理.....	14
第 5 讲	乙烯及烯烃.....	17
第 6 讲	乙炔及炔烃.....	22
第 7 讲	苯及苯的同系物.....	26
第 8 讲	乙醇及醇类.....	33
第 9 讲	乙醛及醛类.....	40

第 1 讲 原子结构：核外电子的运动状态（拓展）

一、知识梳理

电子在原子核外很小的空间内作高速运动，其运动规律跟一般物体不同，它们没有确定的轨道。因此，我们不能同时准确地测定电子在某一时刻所处的位置和运动的速度，也不能描画出它的运动轨迹。那么，如何描述原子核外电子的运动状态呢？

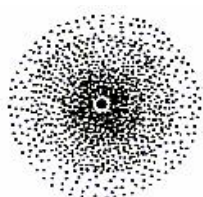
阅读材料

核外电子运动特点：

- ①电子质量很小， $9.1095 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- ②电子运动空间很小， $1 \times 10^{-10} \text{ m}$
- ③电子运动速度很快， $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

一、电子云

科学上应用统计的原理，以每一个电子在原子核外空间某处出现机会的多少，来描述原子核外电子运动状态。电子在核外空间一定范围内出现，好象带负电荷的云雾笼罩在原子核的周围，所以我们形象地称它为“电子云”。见下图。



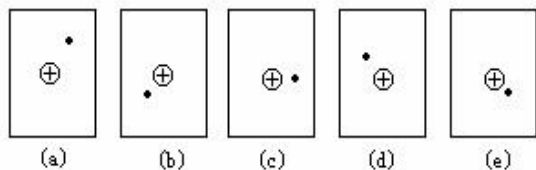
氢原子电子云示意图

在电子云示意图中，小黑点表示电子出现的次数，小黑点的疏密（电子云密度）表示电子出现的几率。

氢原子电子云：

- ①球形；
- ②离核近，电子云密度大，表示电子出现几率大；
- ③离核远，电子云密度小，表示电子出现几率小。

为了便于理解，我们假想有一架特殊的照相机给氢原子照相。先给某个氢原子拍五张照片，得到下图所示的不同的图象。图中 $\oplus$ 表示原子核，一个小黑点表示电子在这里出现一次。



氢原子的五次瞬间照相

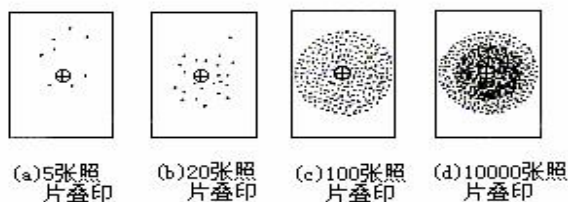


图 5-3 将若干张氢原子瞬间照片叠印的结果

给氢原子拍上成千上万张照片，研究每一张照片会使我们获得这样一个印象：电子运动毫无

规律，一会儿在这里出现，一会儿在那里出现。

如果我们将这些照片叠印，就会看到如图所示的图象。图象说明，对氢原子的照片叠印张数越多，就越能使人形成一团电子云雾笼罩原子核的印象，这团“电子云雾”呈球形对称，在离核越近处密度越大，离核越远处密度越小。

原子核外电子的运动状态可以从四个方面进行描述：

1. 电子层

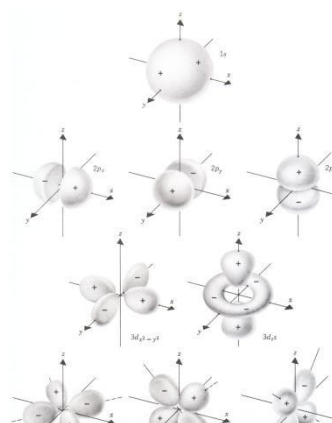
在含有多个电子的原子中，电子的能量并不相同，电子运动的区域也不相同，能量低的电子通常在离核近的区域运动，能量高的电子通常在离核远的区域运动。根据电子的能量差异和通常运动区域离核的远近不同，可以将核外电子分成不同电子层。离核最近的为第一层，离核稍远的为第二层，依次类推，由近及远为三、四、五、六、七层，用符号 K、L、M、N、O、P、Q 表示。

2. 电子亚层和电子云的形状

科学研究发现，在同一电子层中，电子的能量还稍有差别，电子云的形状也不相同。根据这个差别，又可以把一个电子层分成一个或几个亚层，分别用 s、p、d、f 等符号表示。s 电子云为球形，p 电子云为纺锤形，d 电子云为花瓣形，f 电子云为更复杂的花瓣形，它们均以原子核为对称中心。形状越复杂，电子的能量越高。每个电子层所辖亚层数不等，K 电子层只有一个 s 亚层，L 电子层有 s、p 两个亚层，M 电子层有 s、p、d 三个亚层，N 电子层有 s、p、d、f 四个亚层。在同一个电子层，亚层电子的能量是按 s、p、d、f 的次序递增的。

3. 电子云的伸展方向（轨道）

电子云不仅有确定的形状，而且有一定的伸展方向。S 电子云是球形对称的，在空间各个方向上伸展的程度相同；p 电子云有三种伸展方向；d 电子云有五种伸展方向；f 电子云有七种伸展方向。如右图。在一定的电子层上，具有一定形状和伸展方向的电子云所占据的空间称为一个轨道。



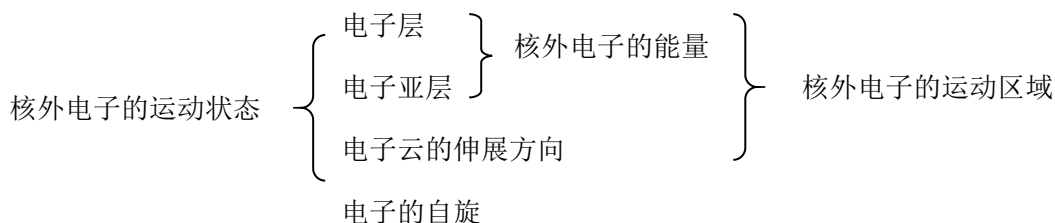
电子亚层可再细分为“轨道”。每个电子亚层所辖轨道数不等，s 亚层只有 1 个轨道，p 亚层有 3 个轨道，d 亚层有 5 个轨道，f 亚层有 7 个轨道。

4. 电子的自旋

电子不仅在核外空间不停地运动，而且还作自旋运动。电子自旋有两种状态，相当于顺时针和逆时针两种方向。每个轨道最多容纳 2 个自旋方向相反的电子。同一轨道中的 2 个电子称成对电子，若一个轨道中只有 1 个电子，该电子被称为单电子。表 2-3 是各电子层上的电子亚层数、轨道数和最多容纳电子数。

表 2-3

电子层	电子亚层	轨道数 (n^2)	最多容纳电子数 ($2n^2$)
K	1s	1	2
L	2s、2p	1+3	8
M	3s、3p、3d	1+3+5	18 (不可能出现在最外层)
N	4s、4p、4d、4f	1+3+5+7	32 (不可能出现在最外层和次外层)
O	5s、5p、5d、5f……	1+3+5+7……	
P	6s、6p、6d、6f……	1+3+5+7……	
Q	7s、7p、7d、7f……	1+3+5+7……	



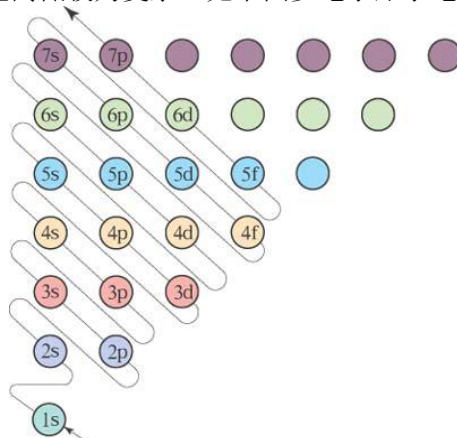
原子核外电子排布规律

核外电子排布必须遵循泡利不相容原理、能量最低原理和洪特规则。

泡利不相容原理: 在同一个原子中，不可能有运动状态完全相同的两个电子存在（即运动状态完全相同的电子在同一原子中是不能并存的、是互不相容的）。由此推论：同一原子中每一个轨道上只能容纳两个自旋方向相反的两个电子。

能量最低原理: 在不违背泡利不相容原理的前提下，核外电子总是尽先占有能量最低的轨道，只有当能量较低的轨道占满后，电子才依次进入能量较高的轨道。

在同一电子层上，各亚层的能量顺序为 $ns < np < nd < nf$ ；当电子层不同，电子亚层相同时，其能量顺序为 $1s < 2s < 3s < 4s$ ， $2p < 3p < 4p$ ， $3d < 4d < 5d$ ， $4f < 5f < 6f$ 。对于不同电子层的不同电子亚层，其能量高低较为复杂。见下图多电子原子电子所处的能级示意图。



从图中可以看出，从第三电子层起就出现能级交错现象。如，3d 的能量似乎应该低于 4s，而实际上 $E_{3d} > E_{4s}$ 。因此，按能量最低原理，电子是先排 4s，再排 3d。……由于能级交错，在次外层未达最大容量之前，已出现了最外层，而且最外层未达最大容量时，又进行次外层电子的填充，所以原子最外层和次外层电子数一般达不到最大容量。

能级交错：电子层数较大的某些轨道的能量反低于电子层数较小的某些轨道能量的现象。

洪特规则：电子在进入同一亚层时，将尽可能分占不同的轨道，且自旋方向相同。量子力学证明，电子这样排布可使能量最低。同时洪特为此又归纳出一种特例：对于同一电子亚层，当电子的排布为全充满、半充满或全空时，是比较稳定的。即：全充满 p^6 或 d^{10} 或 f^{14} ，半充满 p^3 或 d^5 或 f^7 ，全空 p^0 或 d^0 或 f^0 。

例如：铬 ($_{24}\text{Cr}$) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ；铜 ($_{29}\text{Cu}$) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ ，

这种表示原子核外电子排布的式子称之为电子排布式。

电子排布式：

Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Na^+ : $1s^2 2s^2 2p^6$

Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

Cl^- : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

C: $1s^2 2s^2 2p^2$

原子轨道的能量

①相同电子层上原子轨道能量的高低： $E_{ns} < E_{np} < E_{nd} < E_{nf}$ 。

②形状相同的原子轨道能量的高低： $E_{1s} < E_{2s} < E_{3s} < E_{4s} \dots\dots$ ；

$E_{2p} < E_{3p} < E_{4p} < E_{5p} \dots\dots$

③电子层和形状相同的原子轨道的能量相等，如 $E_{2p_x} = E_{2p_y} = E_{2p_z}$

二、典型例题解析

例 1 关于 1s、2s、3s、4s 原子轨道的说法正确的是 ()

A. 电子只能在电子云轮廓图中运动 B. 能级不同，电子云轮廓图形状相同

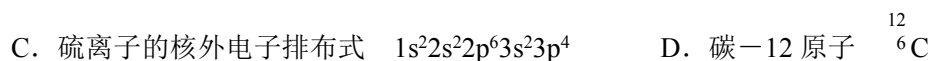
C. 轨道数目相同，电子云轮廓图形状、大小完全相同

D. 能层不同，电子云轮廓图形状也不相同

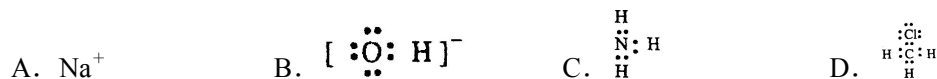
解析：电子在原子核外空间一定范围内出现，A 错误；能级大小为 $1s < 2s < 3s < 4s$ ，但电子云轮廓图均为球形，B 正确，D 不正确；电子云轮廓图图形大小依次增大，因此 C 不正确。

三、同步精练

- 具有下列电子排布式的原子中，半径最大的是（ ）
 A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ B. $1s^2 2s^2 2p^3$ C. $1s^2 2s^2 sp^2$ D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- 以下元素的原子或离子的电子排布式中，能判断该元素在周期表中位置的是（ ）
 A. $1S^2$ B. $3S^2 3P^6$ C. $3S^2 3P^1$ D. $nS^2 nP^4$
- R 元素位于第三周期 nA 族，以下叙述中错误的是（ ）
 A. R 元素的原子的电子数为 $10+n$
 B. R 元素的离子最外电子排布一定为 $3S^2 3P^6$
 C. R 元素的最高氧化物为 R_2O_n 或 $RO_{n/2}$
 D. 若 R 为非金属，则其气态氢化物化学式为 $H_{8-n}R$
- 下列表达方式错误的是（ ）



5. 下列电子式中错误的是（ ）



6. 以下表示氦原子结构的化学用语中，对电子运动状态描述最详尽的是（ ）



第2讲 离子反应及方程式

一、离子反应和离子方程式

1. 在溶液中发生的离子互换反应一般总是向_____的方向进行。
2. 化学方程式只表示某一个反应，而离子方程式却表示_____。
3. 书写离子方程式时只有_____可拆成离子形式，其他一律写化学式。
4. 指出以下常见物质在水中的溶解性。
(1)在酸中仅_____不溶于水；(2)仅_____族和_____族的大部分金属氢氧化物可溶于水；(3)钾盐、钠盐、铵盐、硝酸盐、醋酸盐、碳酸氢盐、磷酸二氢盐一般（选填“溶”或“不溶”）_____于水；(4)硫酸钙、硫酸银、碳酸镁都（选填“微溶”或“不溶”）_____于水。在卤素的银盐中，只有_____溶于水；在卤素的钙盐中，只有_____不溶于水；试推测硫酸镭在水中的溶解性_____。

5.判断离子方程式的角度

- ①写化学式还是离子符号的角度。 CH_3COOH 溶液与 NaOH 溶液反应： $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 错误。正确是_____；硫化亚铁放入盐酸中： $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ 错误。正确是_____。
- ②电荷平衡的角度。氯化铁溶液中通入 H_2S ： $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$ 错误。正确是_____。
- ③反应条件的角度： NH_4Cl 溶液与 NaOH 溶液反应： $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。错误。正确是_____。
- ④反应类型的角度：少量 SO_2 通入次氯酸钙溶液中： $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$ ，错误。正确是_____。 FeS 固体放入稀硝酸溶液中： $\text{FeS} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 错误。正确是_____。
- ⑤量的角度：可以从3个方面考虑。
第1，少量的物质要按化学式的组成反应。向碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠： $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，错误。正确是_____。 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与过量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应： $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 错误。正确是_____。过量 CO_2 （可看作 H_2CO_3 ）通入氢氧化钠溶液中， $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，错误。正确是_____。
第2，某物质即使少量，由于“能力”不够，也不能按化学式的组成反应。在 25°C 时，电离常数： $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) > K(\text{HClO}) > K_2(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 。少量 CO_2 通入次氯酸钠溶液中： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{ClO}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + 2\text{HClO}$ ，错误。正确是_____。
第3，滴入的物质也可以理解为少量，该物质开始时按组成反应。向明矾 $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2]$ 溶液中

逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至 Al^{3+} 完全沉淀 $\text{Al}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$ 错误。正确是_____。

⑥反应顺序的角度：可以从3个方面考虑。

第1，氧化还原反应的角度。 FeBr_2 和少量 Cl_2 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 错误。正确是_____。

第2，复分解反应的角度。向 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，第1步反应 $\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 错误。正确是_____。

第3，“滴加”顺序。铁屑逐渐加入稀硝酸中与稀硝酸逐渐加入铁屑中，生成物有何不同？_____；石灰石滴加少量盐酸： $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$ 错误。正确是_____。

[疑难问题解析]

1. 氯化钠与浓硫酸的反应能用离子方程式表示吗_____；铜与浓硝酸的反应能用离子方程式表示吗_____。

2. 碳酸钙与一滴盐酸反应有气体产生吗_____。

3. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在离子方程式中写化学式还是离子符号_____。

二、离子共存和离子检验

1. CO_3^{2-} 等弱酸根离子不能在_____溶液中大量存在； NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 CO_3^{2-} 等弱酸根离子不能在_____溶液中大量存在； HCO_3^- 等离子不能在_____溶液中大量存在；含 MnO_4^- 的溶液（无论酸、碱、中性）不存在 Fe^{2+} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 等_____性离子；由于双盐水解， Al^{3+} 不能与_____离子大量共存。

2. 使 pH 试纸变蓝的溶液呈_____性；使 pH 试纸变红的溶液呈_____性。

3. 离子共存和离子检验的“视角”有：①溶液的颜色，常见有颜色的离子有_____；②溶液的酸碱性；③离子间能否发生氧化还原反应；④离子间能否发生复分解反应；⑤实验试剂是否引入了_____；⑥溶液是否呈_____性。

疑难问题解析

1. 碱性溶液中能存在少量醋酸分子吗_____。

2. Fe^{2+} 与 NO_3^- 一定不能大量共存吗_____； Cl^- 和 ClO^- 何时不能共存_____； S^{2-} 和 ClO^- 何时不能共存_____。

例题

1、写出下列反应的离子方程式

- (1) 用氨水吸收少量 SO_2
- (2) 在硫酸铝溶液中通入足量的氨水
- (3) 硫酸铁的酸性溶液中通入 H_2S 气体
- (4) 向碘化钾溶液中通入足量氯气
- (5) 在硫化钠与亚硫酸钠混合溶液中，加入稀 H_2SO_4
- (6) 在 AlCl_3 溶液中加入过量 NaOH 溶液
- (7) 澄清石灰水中通入过量二氧化碳
- (8) 偏铝酸钠溶液中通入过量二氧化碳
- (9) 漂白粉水溶液中通入少量二氧化碳
- (10) 碳酸钠溶液中滴入少量盐酸

同步精练

1、写出下列离子方程式

- | | |
|---------------------|---------------------|
| (1) 碳酸氢钙溶液中滴入少量氢氧化钠 | (2) 碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠 |
| (3) 碳酸氢钠溶液中滴入少量氢氧化钡 | (4) 碳酸氢钠溶液中加入过量氢氧化钡 |
| (5) 碳酸氢铵溶液中加入少量氢氧化钡 | (6) 碳酸氢铵溶液中加入过量氢氧化钡 |

2、写出下列离子方程式

- | | |
|--------------------|--------------------|
| (1) 铜与浓硝酸反应 | (2) 铜与稀硝酸反应 |
| (3) 少量铁与稀硝酸的反应 | (4) 过量铁与稀硝酸的反应 |
| (5) 溴化亚铁溶液与少量氯气的反应 | (6) 溴化亚铁溶液与过量氯气的反应 |
| (7) 碘化亚铁溶液中通入少量氯气 | (8) 向碘化亚铁溶液中通入足量氯气 |

3. 在 $\text{pH} = 1$ 的溶液中, 可以大量共存的离子是 ()
- A. K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ B. NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- C. Na^+ 、 K^+ 、 HCO_3^- 、 Cl^- D. K^+ 、 Na^+ 、 AlO_2^- 、 NO_3^-
4. 已知某溶液中存在较多的 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- , 则该溶液中还可能大量存在的离子组是 ()
- A. Al^{3+} 、 CH_3COO^- 、 Cl^- B. Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Br^-
- C. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 I^- D. Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^-
5. 下列各组离子一定能大量共存的是 ()
- A. 在含大量 Fe^{3+} 的溶液中: NH_4^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SCN^-
- B. 在强碱溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-}
- C. 在 $c(\text{H}^+) = 10^{-13} \text{mol/L}$ 的溶液中: NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- D. 在 $\text{pH} = 1$ 的溶液中: K^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-
6. 下列各组离子在溶液中能大量共存的是 ()
- A. 酸性溶液 Na^+ 、 K^+ 、 MnO_4^- 、 SO_3^{2-} B. 酸性溶液 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 、 SCN^- 、 NO_3^-
- C. 碱性溶液 Na^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 SO_4^{2-} D. 碱性溶液 Ba^{2+} 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-
7. 一定能在下列溶液中大量共存的离子组是 ()
- A. 含有大量 Al^{3+} 的溶液: Na^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- B. 含有大量 NO_3^- 的溶液: H^+ 、 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- C. 含有大量 Fe^{3+} 的溶液: Na^+ 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 SCN^-
- D. $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液: Na^+ 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-}

第3讲 综合实验---物质的检验

一、知识整理

物质检验的主要类型：鉴定、鉴别、推断。

物质检验的实验方案：

(1) 设计原理：按照物质检验的要求，根据物质特征反应，选择适当的试剂和方法，设计科学的实验操作步骤，完成实验要求。

(2) 设计思路：

①对试样进行外观观察

②对固体、液体样品只能取少量进行检验，留一定量试样备用

③检验时除了要考虑各离子的特征反应外，还要排除离子间的干扰

(3) 设计原则：①充分利用离子的特征反应；②确定检验操作顺序要“先简后繁”；③确定物质检出顺序要“先活后惰”

3. 物质检验的主要类型：

(1) 不外加试剂：

有序检验：根据某物质的特殊性质进行层层递推的鉴别

无序检验：可采用焰色法、加热法、两两混合法、颜色法等，当待检物无法从外观特征识别时，则各取少量溶液逐一两两反应，根据相互反应现象，经过分析推理，得出鉴别结果。

(1) 外加试剂：

只限一种：

①加入一种即可产生不同现象，从而将其区别开来。

②拉力式鉴别（借用鉴别出的物质再鉴别其它物质）

自选试剂：可依据待检物的特性、酸碱性、阴阳离子的特征反应，选择最简单易行的方法，任意选择试剂进行鉴别。

4. 物质检验的步骤：

取少量溶液放入试管，如试样为固体，则要先配制成溶液。

各取少许待检溶液，根据要求在试样中加入已知成分和性质的试剂，根据发生的现象，进行分析判断得出结论。

5. 进行物质检验时对反应的一般要求：

反应要有明显的外部特征：

常见阳离子在溶液中的特殊颜色：_____；

常见阴离子在溶液中的特殊颜色：_____。

溶液中的沉淀物常呈现的特殊颜色：

白色_____；

黑色_____；

红褐色_____；砖红色_____；黄色_____；浅黄色_____；

蓝色_____。

常温下常见气体的颜色和气味：

无色无味气体：_____；

无色有刺激性气味的气体：_____；

红色有刺激性气味的气体：_____；黄绿色有刺激性气味的气体：_____；

无色有腐蛋气味的气体：_____；无色有果香味的气体：_____。

反应要在适宜的酸碱度、浓度和温度下进行：

①溶液酸碱度对检验反应的影响：如检验 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^{+} 、 Zn^{2+} 等离子都应在_____性溶液中进行；检验醛基时应在_____性溶液中进行。

②溶液浓度对检验反应的影响：根据检验反应的灵敏度的高低不同，对被检离子浓度大小的要求不同。

③溶液温度对检验反应的影响：对室温下速率较慢的反应，常需加热；而有的物质溶解度会随温度升高而增大，此时不能在热溶液中进行反应。

（3）检验反应常需排除干扰物质的影响，如：

①用 Ba^{2+} 检验 SO_4^{2-} 时，要排除_____等的干扰，方法是_____；

②用 Ag^{+} 检验 Cl^{-} 、 Br^{-} 、 I^{-} 时，要先加入_____以排除_____的干扰；

③用 SO_4^{2-} 检验 Ba^{2+} 时，要先加入_____以排除_____的干扰。

6. 未知物的检验思路：

（1）先物理后化学：如_____；

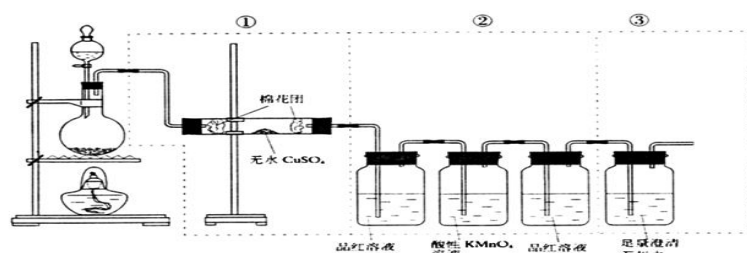
（2）先常温后加热：如_____；

（3）先分组后逐一：如_____。

二、例题解析

例 1：下图虚线框中的装置可用来检验浓硫酸与木炭粉的加热条件下反应产生的所有气体产物，填写下列空白：如果装装置中①、②、③三部分仪器的连接顺序改为②、①、③，则可以检出的物质是_____；不能检出的物质是_____。

如果将仪器的连接顺序变为①、③、②，则可以检出的物质是_____；



不能检出的物质是_____。

如果将仪器的连接顺序变为②、③、①，则可以检出的物质是_____；

不能检出的物质是_____。

例 2： 水蒸气通过灼热的煤所产生的混和气,其主要成份是 CO 、 H_2 还含有 CO_2 和水蒸气.请用下列装置设计一个实验,以确认上述混和 gas 中含有 CO 和 H_2 。



(1) 连接上述装置的正确顺序是:(填各接口的代码字母)

混和气 $\rightarrow$ () () 接() () 接() () 接() () 接() () .

(2) 确认混和 gas 中含有 H_2 的实验现象是_____其理由是_____.

三、同步精练

1. 对于某些离子的检验及结论一定正确的是 ()

- A. 加入稀盐酸产生无色气体, 将气体通入澄清石灰水中, 溶液变浑浊, 一定有 CO_3^{2-}
- B. 加入氯化钡溶液有白色沉淀产生, 再加盐酸, 沉淀不消失, 一定有 SO_4^{2-}
- C. 加入氢氧化钠溶液并加热, 产生的气体能使湿润红色石蕊试纸变蓝, 一定有 NH_4^+
- D. 加入碳酸钠溶液产生白色沉淀, 再加盐酸白色沉淀消失, 一定有 Ba^{2+}

2. 下列各组气体或溶液用括号内试剂加以鉴别, 其中不合理的是 ()

- A. 二氧化碳、二氧化硫、一氧化碳 (品红溶液)
- B. 氯化钠、硝酸银、碳酸钠 (稀盐酸)
- C. 氯化钾、氢氧化钠、稀盐酸 (石蕊试液)
- D. 硫酸、硝酸钡、氯化钾 (碳酸钠溶液)

3. 离子检验的常用方法有三种:

检验方法	沉淀法	显色法	气体法
含义	反应中有沉淀产生或溶解	反应中有颜色变化	反应中有气体产生

下列离子检验的方法不合理的是 ()

- A. NH_4^+ —气体法
- B. I^- —沉淀法
- C. Fe^{3+} —显色法
- D. Ca^{2+} —气体法

4. 物质的鉴别有多种方法。 ①用水鉴别硫酸铜、硫酸钡、硫酸钠 ②用相互滴加的方法

鉴别 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 NaHCO_3 和溶液 ③点燃鉴别甲烷和乙炔, 下列能达到鉴别目的的是 ()

- A. ①② B. ①③ C. ②③ D. ①②③

5. 某溶液中可能含有 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 I^- 、 S^{2-} 。分别取样: ①用 pH 计测试, 溶液显弱酸性; ②加氯水和淀粉无明显现象。为确定该溶液的组成, 还需检验的离子是 ()

- A. Na^+ B. SO_4^{2-} C. Ba^{2+} D. NH_4^+

6. 一瓶气体, 可能含有 H_2S 、 CO_2 、 HCl 、 HBr 、 SO_2 中的几种, 将其通入氯水中, 得无色透明液, 将此溶液分成两份, 向一份中加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液有白色沉淀; 另一份中加入 HNO_3 酸化的 AgNO_3 溶液有白色沉淀, 则下列结论正确的是 ()

- A. 肯定有 CO_2 和 SO_2 B. 可能有 HBr 、 CO_2
C. 肯定没有 HBr 、 H_2S 、 HCl D. 肯定有 SO_2 , 肯定没有 HBr 、 H_2S

7. 不用其它试剂, 就能将下列溶液一一鉴别开来的是 ()

- A. NaOH 、 NaHCO_3 、 NaHSO_4 、 AlCl_3 B. NaOH 、 NH_4NO_3 、 HCl 、 KNO_3
C. Na_2SO_4 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、 BaCl_2 、 Na_2CO_3 D. CuSO_4 、 KMnO_4 、 FeCl_3 、溴水

8. 把稀 HCl 不断滴加入 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中的现象是 ()

- A. 绿色变浅 B. 绿色变深 C. 绿色变棕黄 D. 浅黄色加深

第 4 讲 化学计算归纳整理

一、知识整理

计算方法		原理	说明
差量法	质量差	利用物质在反应前后的质量差求解	根据物质变化前后某种量发生变化的方程式或关系式, 找出所谓“理论差量”。利用该法关键有两点: ①弄清差量的原因; ②弄清差量与什么量成比例。
	体积差	利用气体物质在反应前后的体积差量求解	
守恒法	质量守恒	从宏观上看, 化学反应前后的质量相等	是巧妙选择化学式或溶液中某两种数 (如正负化合价总数、阴阳离子所带的正负电荷总数) 相等, 或几个连续 (或平行) 的方程式前后某微粒 (如离子、原子、电子) 的物质的量保持不变作为解题依据。
	电荷守恒	①在电解质溶液中, 由于整个溶液呈中性, 所以阴、阳离子所带的电荷总量必须相等。 ②在离子方程式中, 反应物所带正 (负) 电荷总量与生成物所带正 (负) 电荷总量相等。	
	电子守恒	在氧化还原过程中, 总是存在着得电子总数等于失电子总数, 在原电池和电解池中通过两极的电子数必然相等。	
	原子守恒	反应前原子总数等于反应后产物以各种形式存在的总数	

关系式法	粒子守恒	从微观上看，化学反应前后同种元素的原子个数必然相等。	是计算中用来表示已知量与未知量成正比例关系的式子。
	方程式叠加	对循环反应（前一反应的某一产物，在参加后续反应后，又再生成，使反应循环下去）将方程式相加，消去循环项。	
平均值法	平均式量	即用平均相对原子质量或相对分子质量判断物质成分或含量	是一种将数学平均原理应用于化学计算的解题方法。它依据数学原理是：两个数 A_1 和 A_2 的平均值 A ， A 介于 A_1 和 A_2 之间。应用于混合物的分析（定量、定性），常用的技巧：十字交叉法。
	平均组成	在混合物的计算中，可以把平均组成作为中介，以此讨论可能的组成	
极值法		是把所研究的对象或过程变化通过假设，推到理想的极限值，使因果关系变得十分明显，从而得出正确的判断，或者将化学问题抽象成数学的极限问题求解。	常用于求有关存在“极限值”的计算题，如某些化学平衡的计算，平行反应的计算，混合物的计算等。
估算法		是从化学原理出发，充分利用边界条件，并运用近似值、平均值、极限值、等于、大于或小于等数学方法，对化学问题的定量问题进行估量、评价、推断，从而得出正确结论的一种思维方法。	特别适用于计算型选择题，由选项结合题意判断。

二、例题讲解

例 1、将硫酸钾、硫酸铝、硫酸铝钾三种盐混合溶于硫酸酸化的水中，测得 $c(\text{SO}_4^{2-})=0.105\text{mol/L}$ 、 $c(\text{Al}^{3+})=0.055\text{mol/L}$ ，溶液的 $\text{pH}=2.0$ （假设溶液中 H_2SO_4 完全电离为 H^+ 和 SO_4^{2-} ），则 $c(\text{K}^+)$ 为（ ）

- A.0.045mol/L B.0.035mol/L C.0.055mol/L
D.0.040mol/L

思路分析：本题通过三种硫酸盐与硫酸所形成的混合溶液中，各种离子浓度与 pH 的关系，立足于考查学生的思维敏捷性，解答该题时只需要根据溶液中所有阳离子所带的正电荷总数等于所有阴离子所带的负电荷总数即可。由电荷守恒得： $0.105\text{mol/L} \times 2 = c(\text{K}^+) + 0.055\text{mol/L} \times 3 + 0.01\text{mol/L}$ $c(\text{K}^+) = 0.035\text{mol/L}$ 。

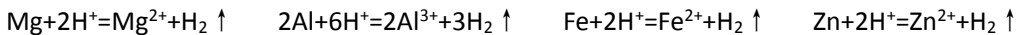
答案: B

方法要领：找出溶液中所有的阴阳离子，据电荷守恒列式求解。关键是不要忽略了 H^+ 的浓度。

例 2、由锌、铁、铝、镁四种金属中的两种组成的混合物 10g，与足量的盐酸反应产生的氢气在标准状况下为 11.2L，则混合物中一定含有的金属是（ ）

- A. 锌 B. 铁 C. 铝 D. 镁

思路分析：本题通过定量的金属与酸置换反应，考查学生的思维敏捷性。题中涉及的反应有：



10g 混合物在反应中失去 1mol 电子, 则 Zn、Fe、Al、Mg 各失 1mol 电子的质量分别为 32.5g、28g、9g、12g。所以两种金属混合物 10g 中一定含铝。

答案： C

方法要领：本题考查的是合金成分的认定。解题的技巧为平均值法。根据每种金属的摩电子质量结合平均摩电子质量确定是何种金属。

例 3、将 1.92g 铜粉与一定量浓硝酸反应，当铜粉完全作用时收集到 1.12L（标准状况）。则所消耗硝酸的物质的量是（ ）

- A.0.12mol B.0.11mol C.0.09mol D.0.08mol

思路分析：1.92g 铜生成 0.03molCu(NO₃)₂，即消耗 0.06molHNO₃，而产生的 1.12L 气体不管是 NO 还是 NO₂，需要 0.05mol 的 HNO₃，总共消耗 HNO₃0.11mol。

答案：B

方法要领：在反应过程中 HNO₃ 由浓变稀，如以为 Cu 与浓硝酸反应后，得到气体全为 NO₂，则造成错误。由：Cu+4HNO₃(浓)= Cu(NO₃)₂+2NO₂↑+2H₂O 得 NO₂0.03mol×2=0.06 mol，现已知收集到 0.05 mol，说明后来 HNO₃ 变稀，产生一部分 NO。根据 N 原子守恒可简化计算：n(HNO₃)=n(N)=n(NO)+n(NO₂)+2n[Cu(NO₃)₂]。

例 4、两种气态烃组成的混合气体 0.1mol，完全燃烧得 0.16molCO₂ 和 3.6g 水，下列说法正确的是：混合气体中（ ）

- A.一定有甲烷 B.一定是甲烷和乙烯 C.一定没有乙烷 D.一定有乙炔

思路分析：混合烃的平均分子式是 C_{1.6}H₄，所以一定有 CH₄，另一烃必有 4 个 H 原子，即 C₂H₄ 或 C₃H₄。

答案：A、C

方法要领：求出 1mol 混合烃中 C 和 H 物质的量，即得平均组成。据平均含义讨论得解。

例 5、将可能混有下列物质的硫酸铵样品 13.2g，在加热条件下与过量氢氧化钠溶液反应，可收集到气体 4.3L（标准状况），则该样品内不可能含有的物质是（ ）

- A.碳酸氢铵和硝酸铵 B.碳酸铵和硝酸铵
C.氯化铵和碳酸氢铵 D.氯化铵和硝酸铵

思路分析：若该样品全是硫酸铵则为 0.1mol，如与 NaOH 完全反应，产生 NH₃ 为 4.48L。而实际上只得到 4.3L，说明所混入的铵盐为含氮量小于硫酸铵的物质。几种铵盐的氮的质量分数如下：

铵盐	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ HCO ₃
$\omega(N)$	35.0%	29.17%	26.17%	21.21%	17.95%

答案：B、D

方法要领：混合物成分的判断可用极限法分析。题中列举的铵盐中，除了 NH₄HCO₃ 外，其余 3 种铵盐中氮的质量分数均超过(NH₄)₂SO₄，但只要含有 NH₄HCO₃，即使另一种铵盐超过(NH₄)₂SO₄的质量分数，也可因 NH₄HCO₃ 在杂质中为主，以致可能导致 NH₃ 逸出量减少。

三、同步精练

1. 某 500mL 溶液中含 0.1molFe²⁺、0.2molFe³⁺，加入 0.2mol 铁粉，待 Fe³⁺完全还原后，溶液中 Fe²⁺的物质的量浓度为（假设反应前后体积不变）（ ）

- A. 0.4mol/L B. 0.6mol/L C. 0.8mol/L
D. 1.0mol/L

2. 在 10mL0.01mol/L 的纯碱溶液中，不断搅拌并逐滴加入 1.2mL 0.05mol/L 盐酸，完全反应后在标准状况下生成二氧化碳的体积为（ ）

- A. 1.34mL B. 2.240mL C. 0.672mL D. 0mL

3. 现有不纯的氯化钠样品 11.7g，加入足量硝酸银溶液，充分反应后，过滤、洗涤、干燥后

- 称量得到 29.5g，则该样品内可能含有的杂质是（ ）
- A. 氯化铝和氯化镁
B. 氯化钾和氯化铜
C. 氯化锌和氯化铜
D. 氯化钾和氯化亚铁
4. 将 5.4g Al 投入到 200.0mL 2.0mol/L 的某溶液中有氢气产生，充分反应后有金属剩余。该溶液可能为（ ）
- A. HNO_3 溶液
B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液
C. H_2SO_4 溶液
D. HCl 溶液
5. 铝分别与足量的稀盐酸和氢氧化钠溶液反应，当两个反应放出的气体在相同状况下体积相等时，反应中消耗的 HCl 和 NaOH 物质的量之比为（ ）
- A. 1:1
B. 2:1
C. 3:1
D. 1:3
6. 硝酸铜是制备 $\text{Cu}-\text{Zn}-\text{Al}$ 系催化剂的重要原料。19.2g 纯铜粉理论上可制得纯净硝酸铜晶体的质量为（ ）
- A. 28.2g
B. 58.24g
C. 64.2g
D. 72.6g
7. 将 2.4 g 镁、铝混合物粉末溶于 75mL 4mol/L 的盐酸中，反应一段时间后，再加入 250mL 1.5mol/L 的 NaOH 溶液后待反应完全，此时溶液中大量存在的是（ ）
- A. Na^+ , Mg^{2+}
B. Al^{3+} , Mg^{2+}
C. Na^+ , AlO_2^-
D. Mg^{2+} , AlO_2^-
8. 向 200mL 0.1mol/L FeCl_2 溶液中加入适量 NaOH ，使 Fe^{2+} 恰好完全沉淀，小心加热此混合物，直到水分蒸干，然后灼烧到质量不再变化，此时固体的质量为（ ）
- A. 1.6g
B. 2.34g
C. 3.94g
D. 5.00g

第 5 讲 乙烯及烯烃

【重点】1、了解双键的特点，知道碳原子的饱和程度对有机化合物的性质有重要影响

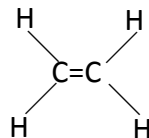
2、掌握乙烯、烯烃的化学性质和乙烯的实验制法

I 知识点梳理

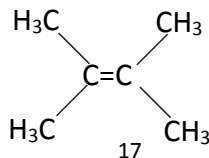
知识点 1、乙烯的结构:

乙烯是最简单的烯烃、化学式为 C_2H_4 ，结构式为：

平面型结构，键角为 120° 。结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$



根据乙烯的结构，可以推测其他烯烃的结构，如 C_6H_{12} 中 6 个 C 在同一平面上的结构为



知识点 2、乙烯的性质：

乙烯是无色，稍有气味的气体，难溶于水，标准状况下的密度为 $1.25\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

乙烯分子中碳碳原子间的共价键是双键，其中有一个键易断裂，因而能发生加成或加聚反应，能使溴水和 KMnO_4 溶液（酸性）褪色。

（1）氧化反应：乙烯不仅能够燃烧，也能使酸性 KMnO_4 溶液褪色。



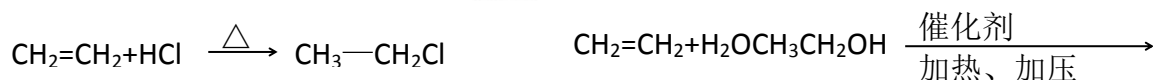
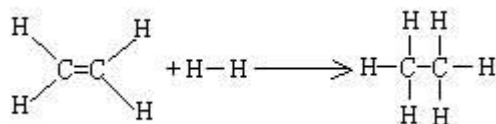
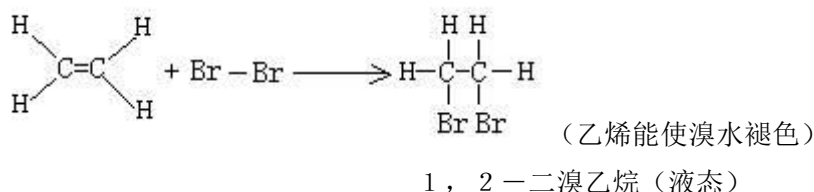
现象：火焰较明亮，略带黑烟（与甲烷燃烧相比较）

注意：a：在 100°C 以上时，乙烯燃烧前后体积不发生变化。

b：利用乙烯能使 KMnO_4 溶液褪色可区别 CH_4 和 C_2H_4

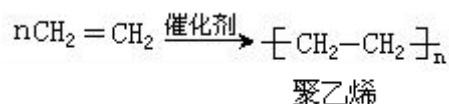
c：乙烯能被酸性 KMnO_4 溶液氧化为 CO_2 。

（2）加成反应：



注意：a： $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$ 是无色不溶于水的液体

b：加聚反应：C=C 双键里的一个键断裂，然后，分子里的 C 原子互相结合成为高分子长链。



其中 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 称为单体， $\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$ 中的 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 称为链节，n 称为聚合度，聚乙烯中由于 n 不同聚乙烯属于混合物。

知识点 3 烯烃：分子中含有碳碳双键的一类链烃叫做烯烃。

通式： $\text{C}_2\text{H}_{2n} (n \geq 2)$

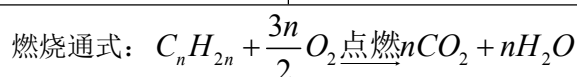
（1）物理性质：烯烃随碳原子数的增加，其熔点、沸点一般增加，并由气态变化为液态固态，其中 C 原子数小于或等于 4 时是气态。

(2) 化学性质

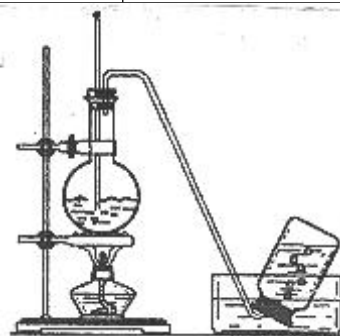
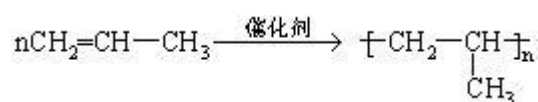


● 氧化反应: 烯烃与酸性 KMnO_4 溶液反应的氧化产物的对应关系:

烯烃被氧化的部位	$\text{CH}_2=$ ↓	RCH= ↓	$\begin{array}{c} \text{R}' \\ \diagdown \\ \text{C} = \\ \diagup \\ \text{R}'' \end{array}$ ↓
氧化产物	CO_2	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R}' \\ \diagdown \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagup \\ \text{R}'' \end{array}$



(3) 加聚反应:



知识点 4: 乙烯的实验定制法:

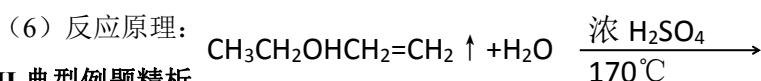
(1) 实验装置

(2) 浓 H_2SO_4 起催化剂和脱水剂的作用, 加沸石或碎瓷片的作用是防止反应混合物受热暴沸。

(3) 浓 H_2SO_4 与乙醇按 3: 1 混合, 浓 H_2SO_4 过量的原因是促使反应向正反应方向进行。

(4) 温度要迅速上升至 170°C , 防止在 140°C 时生成副产物乙醚。

(5) 制乙烯反应液变黑同时制取的乙烯中还可能混有 CO_2 、 SO_2 等杂质气体。

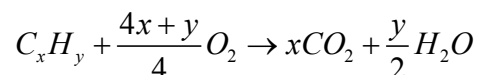


II 典型例题精析

1、在 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$, 150°C 条件下, 某有机物完全燃烧反应前后压强不发生变化, 该有机物可能是 ()

- A、 CH_4 B、 C_2H_6 C、 C_2H_4 D、 C_2H_2

[解析] 设烃的分子式为 C_xH_y , 该烃燃烧的通式为:



由反应前后气体压强不变, 可得:

$$1 + \frac{4x+y}{4} = x + \frac{y}{2} \quad y=4$$

从而推导出下列结论:

- (1) 当 $y=4$ 时烃完全燃烧后, 气体的物质的量不变;
(2) 当 $y < 4$ 时, 烃完全燃烧后, 气体的物质的量减少;

(3) 当 $y > 4$ 时, 烃完全燃烧后, 气体的物质的量增加。注意, 上述结论适合于水和烃都是气体的情况。

[答案] AC

2、实验室制取乙烯常因温度过高生成少量 SO_2 , 有人设计了下列实验以确证上述混合气体中含有乙烯和 SO_2 。

(1) 如图 5-3A、B、C、D 装置中可盛放的试剂是 (填序号):

A _____; B _____; C _____; D _____;

①品红溶液 ②NaOH 溶液 ③溴水 ④ KMnO_4 酸性溶液

(2) 能说明 SO_2 气体存在的现象是。

(3) 使用装置 B 的目的是。

(4) 使用装置 C 的目的是

(5) 确证含有乙烯的现象是

[解析] 乙烯和二氧化硫都能使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色, 利用乙烯不与 NaOH 溶液反应而二氧化硫能跟 NaOH 溶液反应的性质可除去二氧化硫。用品红溶液是否褪色可检验二氧化硫的存在, 除去二氧化硫后, 可利用酸性 KMnO_4 溶液来确定乙烯的存在。

[答案] (1) ① ② ① ④ (或③)

(2) 装置 A 中品红溶液褪色

(3) 除去 SO_2 气体, 以免干扰乙烯的性质实验

(4) 检验 SO_2 是否除尽

(5) 装置 C 中的品红溶液不褪色, 装置 D 中的酸性 KMnO_4 溶液褪色。

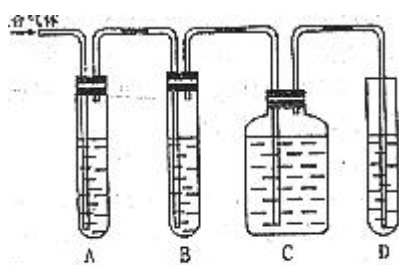


图 5-3

III 同步精练

1、两种气态烃以任意比例混合, 在 105°C 时 1 L 该混合烃与 9 L 氧气混合, 充分燃烧后恢复到原状态, 所得气体体积仍为 10 L。下列各组混合烃中不符合此条件的是 ()

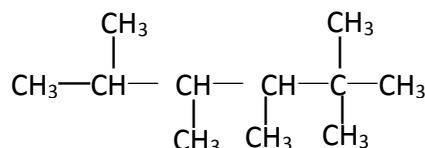
A、 $\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_4$ B、 $\text{CH}_4, \text{C}_3\text{H}_6$ C、 $\text{C}_2\text{H}_4, \text{C}_3\text{H}_4$

D、 $\text{C}_2\text{H}_4, \text{C}_3\text{H}_6$

2、烷烃是烯烃 R 和氢气发生加成反应后的产物,

则 R 可能的结构简式有 ()

A、4 种 B、5 种 C、6 种 D、7 种



3、下列液体分别和溴水混合并振荡, 静置后分为两层, 水层和油层均为无色的是 ()

A、己烷 B、 CCl_4 C、NaOH 溶液 D、己烯

4、某气态烃 1 体积只能与 1 体积氯气发生加成反应, 生成氯代烷, 此氯代烷 1 mol 可与 4 mol

氯气发生完全的取代反应，则该烃的结构简式为（ ）

- A、 $CH_2=CH_2$ B、 $CH_3CH=CH_2$ C、 CH_3CH_3 D、 $CH_2CHCH=CH_2$

5、制取一氯乙烷最好采用的方法是（ ）

- A、乙烷和氯气反应 B、乙烯跟氯气反应 C、乙烯跟氢气氯气反应 D、乙烯跟氯化氢反应

6、两种气态烃的混合气体 0.1mol，完全燃烧得 0.15mol CO_2 和 3.6g H_2O ，下列对混合气体的说法正确的是（ ）

- A、一定有甲烷 B、一定是甲烷和乙烯（ C_2H_4 ）
C、一定没有乙烷 D、一定有丙炔（ C_3H_4 ）

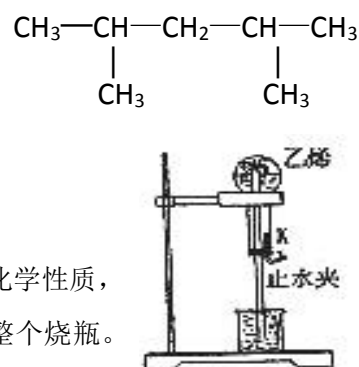
7、某烯烃氢化后得到的饱和烃如下图，该烃可能的结构简式有（ ）

- A、1 种 B、2 种 C、3 种 D、4 种

8、下列各链烃中，一定是同系物的是（ ）

- A、 C_3H_6 和 C_5H_{10} B、 CH_4 和 C_4H_8
C、 C_3H_6 和 C_4H_6 D、 C_2H_6 和 C_8H_{18}

9、右图的烧瓶中收集了一瓶乙烯，请你根据喷泉原理和乙烯化学性质，在图的基础上设计一个方案，使它产生喷泉，力求使水充满整个烧瓶。（简述原理与操作）



10、某有机物含碳 85.7%，含氢 14.3%，向 80g 含溴 5%的溴水中通入该有机物，溴水恰好完全褪色，此时液体总重是 81.4g，求：（1）有机物分子式；

（2）经测定该有机物分子中有两个 $-CH_3$ ，写出它的结构简式

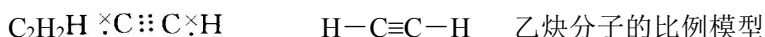
第 6 讲乙炔及炔烃

- 【重点】1. 乙炔的分子结构、化学性质、实验室制法；
2. 炔烃的组成、结构、通式、通性。

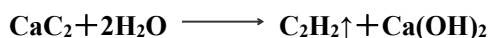
I 知识点梳理

一、乙炔分子的结构和组成

分子式电子式结构式



二、乙炔的实验室制法



乙炔可以通过电石和水反应得到。实验中又该注意哪些问题呢？

①实验室中不可用启普发生器或具有启普发生器原理的实验装置作制备乙炔气体的实验装置。主要原因是：

- a. 反应剧烈，难以控制。
- b. 当关闭启普发生器导气管上的活塞使液态水和电石固体分离后，电石与水蒸气的反应还在进行，不能达到“关之即停”的目的。
- c. 反应放出大量的热，启普发生器是厚玻璃仪器，容易因受热不均而炸裂。
- d. 生成物 Ca(OH)_2 微溶于水，易形成糊状泡沫，堵塞导气管与球形漏斗。

②该如何收集乙炔气呢？

乙炔的相对分子质量为 26，与空气比较接近，还是用排水法合适。

三、乙炔的性质

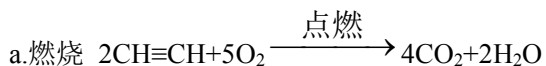
1. 物理性质

无色、无味、 $\rho=1.16\text{g/L}$ 、微溶于水、易溶于有机溶剂

实际上纯的乙炔气是没有气味的，大家之所以闻到特殊难闻的臭味是由于一般所制备得到的乙炔气中常含有 PH_3 、 H_2S 等杂质造成的。

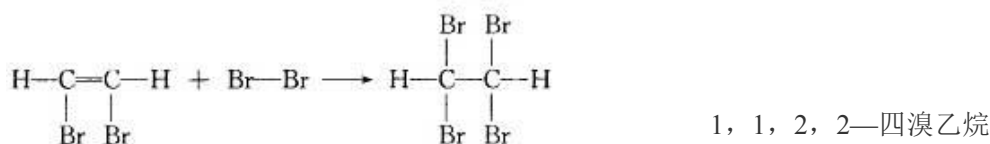
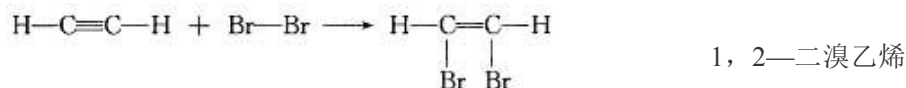
2. 乙炔的化学性质

(1) 氧化反应

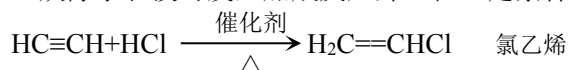


b. 易被酸性 KMnO_4 溶液氧化

(2) 加成反应



乙炔除了和溴可发生加成反应外，在一定条件下还可以与氢气、氯化氢等发生加成反应。



乙炔与乙烯类似，也可以与溴水中的溴发生加成反应而使溴水褪色，且加成也是分步进行的；

乙炔与氢气加成时第一步加成产物为乙烯，第二步产物为乙烷，



II 例题精讲

【例 1】 由两种气态烃组成的混合气体 20 mL，跟过量氧气混合后进行完全燃烧。当燃烧产物通过浓 H_2SO_4 后体积减少 30 mL，然后通过碱石灰体积又减少 40 mL（气体在相同条件下测得）。则这两种烃为（ ）

- A. CH_4 与 C_2H_4 B. C_2H_2 与 C_2H_4
C. C_2H_2 与 C_2H_6 D. CH_4 与 C_2H_6

解析： 由 $V_{\text{混烃}} : V_{\text{CO}_2} : V_{\text{H}_2\text{O}} = 20 : 40 : 30 = 1 : 2 : 1.5$ 得 $n_{\text{C}} : n_{\text{H}} = 2 : 3$ ，故混合烃的平均

分子式为 C_2H_3 。

满足分子里碳原子数为 2，氢原子数不可能为 3，其中一种烃分子中氢原子数小于 3，另一种烃分子中氢原子数大于 3，所以 C_2H_2 与 C_2H_4 及 C_2H_2 与 C_2H_6 满足要求。

答案： B、C。

【例 2】 将三种气态烃以任意比例混合，与足量的氧气在密闭容器里完全燃烧，在温度不变的条件下（ 120°C ）其压强也不变，推断这三种烃的分子式_____，由此可以总结出什么规律？

解析： 因为 1 个碳原子转变为 CO_2 时需要 1 分子 O_2 ，4 个氢原子转变为 2 分子 H_2O 时也需要 1 分子 O_2 ，通过烃的分子式就可以确定需要的 O_2 的量和生成的 CO_2 与 H_2O 的量，再根据阿佛加德罗定律即可求解。 $1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_4$ ，需 $\text{O}_2 3 \text{ mol}$ ，生成 $\text{CO}_2 2 \text{ mol}$ 、 $\text{H}_2\text{O} 2 \text{ mol}$ ，容器内气体压强不变。

答案: CH_4 , C_2H_4 , C_3H_4 ; 凡分子里氢原子个数为 4 的气态烃, 完全燃烧前后气

体总物质的量不变, 若温度高于 $100^\circ C$ 的密闭容器中, 定温时, 其压强不变。

【例 3】某同学设计了如图 1 所示的实验装置来粗略地测定电石中碳化钙的质量分数。

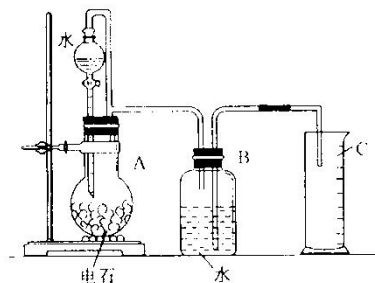


图 1

- (1) 烧瓶中发生反应的化学方程式为_____；装置 B、C 的作用是_____；烧瓶要干燥, 放入电石后应塞紧橡皮塞, 这是为了_____。
- (2) 所用电石质量不能太大, 否则_____；也不能太小, 否则_____；若容器 B 的容积为 250 mL, 则所用电石的质量应在_____g 左右 (从后面数据中选填: 0.03, 0.60, 1.00, 1.50, 2.00)。
- (3) 分液漏斗往烧瓶里滴加水的操作方法是_____。
- (4) 实验中测得排入量筒中水的体积为 V L、电石的质量为 W g。则电石中碳化钙的质量分数是_____% (不计算导管中残留的水, 气体中饱和的水蒸气等也忽略不计)。

解析: 本题必须弄清测定电石中碳化钙质量分数的原理: 它是利用测量量筒中水的体积来测量乙炔气体之体积, 再由乙炔气体体积来计算碳化钙的质量分数。因此在量筒前的装置都必须密闭, 产生乙炔的量不能超过 B 瓶中水的体积, 也不能使流入量筒的水太小, 否则会导致实验失败。

答案:

- (1) $CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 \uparrow + Ca(OH)_2$; B 贮水, 以使烧瓶 A 中产生的 $CH \equiv CH$ 进入 B 时, 排出与它等体积的水进入量筒。C 测定乙炔的体积; 防止电石与残留的水或水汽作用产生的乙炔逸散到大气中。
- (2) 产生 $CH \equiv CH$ 太多, 超过 B 的容积而无法测定 $CH \equiv CH$ 的体积; 生成 $CH \equiv CH$ 太少, 测出的 $CH \equiv CH$ 体积值太小, 误差太大; 0.60。
- (3) 轻轻旋开活塞, 使水缓慢地滴下, 直到不再产生气体时关闭活塞

III 同步精练

1、具有单双键交替长链 (如: $\dots - CH=CH-CH=CH-CH=CH-\dots$) 的高分子有可能成为导电塑料。2000 年诺贝尔 (Nobel) 化学奖即授予开辟此领域的 3 位科学家。下列高分子中可能成为导电塑料的是 ()

A、聚乙烯

B、聚丁二烯

C、聚苯乙烯

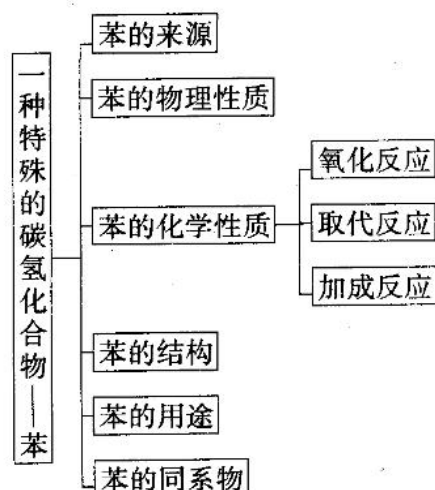
D、聚乙炔

第 7 讲苯及苯的同系物

I 知识点梳理

一、知识梳理

想一想：苯的分子式为 C_6H_6 ，你知道 C_6H_6 与前面学过的 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 有哪些区别与联系？



(一)苯

1. 苯的来源

(1) 170°C 以下，煤焦油蒸馏出来的馏出物中主要含苯、甲苯、二甲苯等有机物。

(2) 在石油化工中，将直链烷烃环化、脱氢后大量产生苯、甲苯和二甲苯。

2. 苯的物理性质

苯是无色带有特殊气味的液体，沸点 80°C ，熔点 5.5°C ，密度比水小，在 660 体积的水中只能溶解 1 体积的苯。

3. 苯的分子结构

分子式	结构式	结构简式	最简式	空间结构
C_6H_6			CH	平面正六边形，分子中所有原子在同一平面上

4. 苯的化学性质

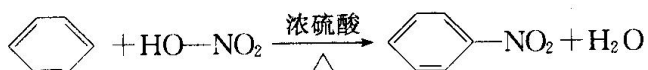
(1)取代反应

①卤代反应：



溴苯是无色液体，密度比水大，难溶于水。

②硝化反应：



硝基苯为无色油状液体，有苦杏仁味，密度比水大，难溶于水有毒。

(2)加成反应：

苯和 H_2 的加成反应的化学方程式为：



(3)氧化反应：

①苯不能被酸性 KMnO_4 溶液氧化，即不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色。

②苯燃烧的反应的化学方程式为：



现象：火焰明亮，产生浓烈黑烟。

5. 苯的用途

苯是重要的有机化工原料，苯和苯的同系物广泛用来生产合成纤维、合成橡胶、塑料、农药、药物、染料、香料等。

6. 苯的危害

苯的毒性很强，在工作环境中苯蒸气的体积分数不得超过 1×10^{-6} 。因此，在有苯操作的环境里要注意通风，采取安全措施，防止苯中毒危及人体健康。

(二)芳香烃及苯的同系物

1. 芳香烃

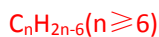
分子里含有一个或多个苯环的碳氢化合物属于芳香烃。苯是最简单、最基本的芳香烃。

2. 苯的同系物

(1)概念

苯分子里一个或几个氢原子被烷基($-\text{R}$)取代后的产物是苯的同系物。

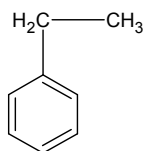
(2)通式



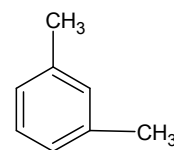
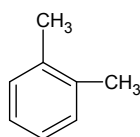
(3) 结构特点

- ① 分子中只含有一个苯环；
- ② 苯环上的取代基（又叫侧链）必须是烷基。

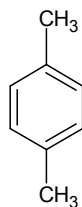
(4) 命名



- ① 含一个侧链的称为烷基苯，如 乙基苯，简称乙苯。



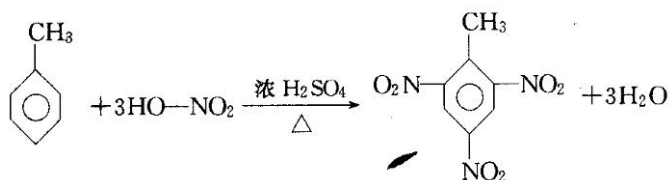
- ② 含两个侧链的用“邻、间、对”命名，如 叫邻二甲苯、 叫间



二甲苯、 叫对二甲苯。

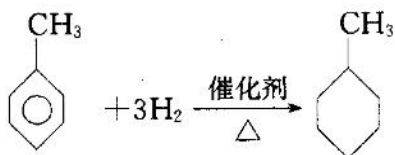
(5) 化学性质以甲苯为例

① 取代反应

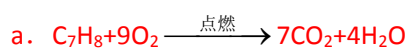


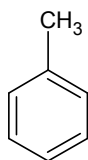
该反应用于制备 TNT，它是一种淡黄色的晶体。是一种烈性炸药。

② 加成反应



③ 氧化反应





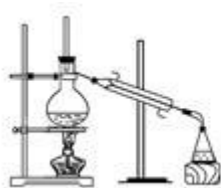
b. 能被酸性 KMnO_4 溶液氧化，即能使酸性 KMnO_4 溶液褪色。

【课后练习】

1. 下列有机物中，室温时呈气态的是（ ）

A. 乙烷 B. 四氯化碳 C. 硝基苯 D. 苯

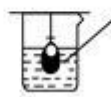
2. 分离苯和水，应选用的装置是



A



B



C



D

3. 下列物质中，在一定条件下既能起加成反应，也能起取代反应，但不能使 KMnO_4 酸性溶液褪色的是（ ）

A. 乙烷 B. 苯
C. 乙烯 D. 乙炔

4. 下列各烃中，完全燃烧时生成的二氧化碳与水的物质的量之比为 2 : 1 的是（ ）

A. 乙烷 B. 乙烯
C. 乙炔 D. 苯

5. 苯与乙烯、乙炔相比较，下列叙述正确的是（ ）

A. 都容易发生取代反应
B. 都容易发生加成反应
C. 乙烯和乙炔易发生加成反应，苯只能在特殊条件下才发生加成反应
D. 乙炔和乙烯易被 KMnO_4 氧化，苯不能被 KMnO_4 氧化

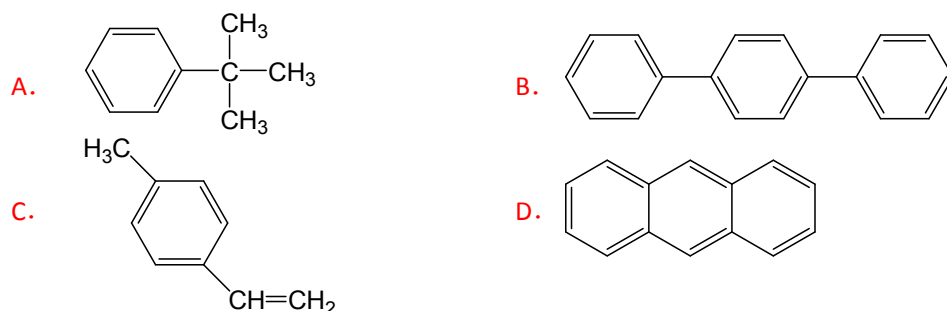
6. 甲苯与苯相比较，下列叙述中不正确的是（ ）

A. 常温下都是液体 B. 都能使 KMnO_4 酸性溶液褪色
C. 都能在空气中燃烧 D. 都能发生取代反应

7. 下列物质中所有原子既不在同一条直线上，又不在同一平面上的是（ ）

A. C_2H_4 B. C_2H_2 C. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ D. C_6H_6

8. 具有下列结构简式的物质中，是苯的同系物的是（ ）



9. 下列各组有机物，无论它们以何种物质的量之比混合，只要总物质的量一定，则在完全燃烧时，消耗氧气的量为一定值的是（ ）

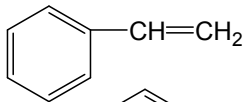
- A. C_2H_6 、 C_5H_{12} B. C_6H_6 、 C_5H_{10}
C. C_2H_6O 、 $C_2H_4O_2$ D. C_3H_6 、 C_3H_8O

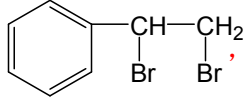
10. 将乙炔、苯、苯乙烯等质量混合，所得混合物中碳、氢两种元素的质量之比为（ ）

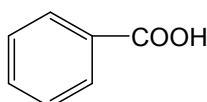
- A. 1 : 1 B. 6 : 1 C. 12 : 1 D. 无法计算

11. 下列同系物随着分子中碳原子数的增加，氢元素的质量百分含量减小的是（ ）

- A. 烷烃 B. 烯烃 C. 炔烃 D. 苯和苯的同系物

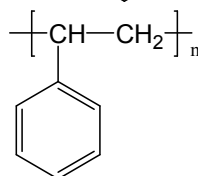
12. 苯乙烯的结构式为 ，推测其不可能具有的性质是（ ）

A. 易与溴发生加成反应生成 ，使其褪色

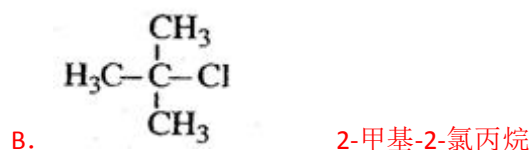
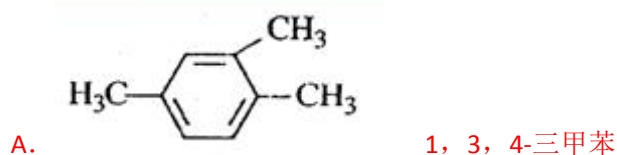
B. 不能被酸性高锰酸钾溶液氧化生成 

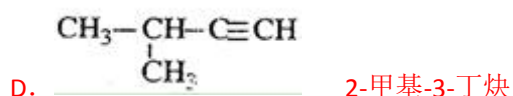
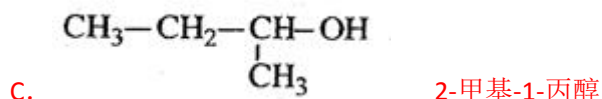
C. 能发生加聚反应生成聚合物

D. 不溶于水，易溶于有机溶剂



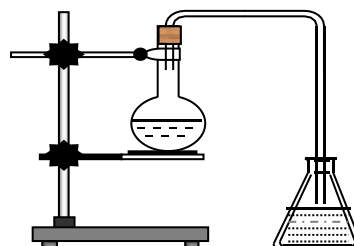
13. 下列有机物命名正确的是





14. 乙苯苯环上的氢原子被式量为 43 的烷基所代替, 则所得的一元取代物共有___种, 它们的结构简式分别为_____。

15. 右图是实验室制取溴苯的装置图, 请回答下列问题:



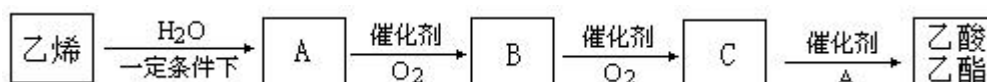
- (1) 长导管的作用是_____;
- (2) 反应开始时, 应先向烧瓶中加入_____, 再加_____, 此反应中真正起催化作用的物质是_____。
- (3) 在导管口附近很快能看到的现象是_____;
- (4) 反应完毕后, 将烧瓶中的液体倒入盛有冷水的烧杯中, 可看到容器底部有_____色 (填“溶”或“不溶”) 的_____状液体, 这是因为_____, 除去杂质应使用的方法是_____。

16. 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合酸, 加入反应器中; ②向室温下的混合酸中逐滴加入一定量的苯, 充分振荡, 混合均匀; ③在 50~60℃ 下发生反应, 直至反应结束; ④除去混合酸后, 粗产品依次用蒸馏水和 5%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。请回答:

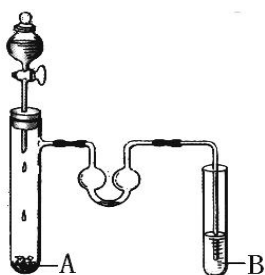
- (1) 配制一定比例浓硫酸与浓硝酸混合酸时, 操作注意事项是_____;
- (2) 步骤③中为了使反应在 50~60℃ 下进行, 常用的方法是_____;
- (3) 步骤④中洗涤、分离粗硝基苯应使用的仪器是_____;
- (4) 步骤④中用 5%NaOH 溶液洗涤的目的是_____;
- (5) 纯硝基苯是无色、密度比水_____ (填“大”或“小”), 具有_____气味的油状液体。

17. 煤和石油不仅是重要的矿物能源, 更可以通过综合利用得到多种有机化工产品。

(1) 乙烯是石油化工最重要的基础原料, 请根据以下框图回答:



- ①A 的结构简式为_____，C 中的官能团名称是_____。
- ②写出“A+C→乙酸乙酯”的化学方程式_____。
- ③“乙烯→A”的反应类型是_____反应。下列物质在一定条件下都能与乙烯反应，其中反应类型与“乙烯→A”的不相同的是_____（填序号）。
- a. 氢气 b. 氯化氢 c. 氧气 d. 溴水
- (2) 煤通过干馏后可得到焦炭、煤焦油、粗氨水和焦炉气。从煤焦油中可以分离出一种重要的液态烃——苯。
- ①从煤焦油中分离出苯的方法是_____（填序号）。
- a. 干馏 b. 分馏 c. 分液 d. 萃取
- ②现代化学认为苯分子中的碳碳键是_____。
- ③苯和液溴可以发生反应。根据下图装置回答：



- 反应时 A 试管内须放些铁丝，铁丝的作用是_____，A 试管中发生的反应的化学方程式为_____。
- 双球 U 型管里盛放的液体是 CCl_4 ，其作用是_____。
- B 试管是用于证明该反应是取代反应。当 B 试管盛放的是_____（填序号）时可以证明反应是取代反应。
- a. 硝酸银溶液 b. 石蕊试液 c. 氢氧化钠溶液

第 8 讲乙醇及醇类

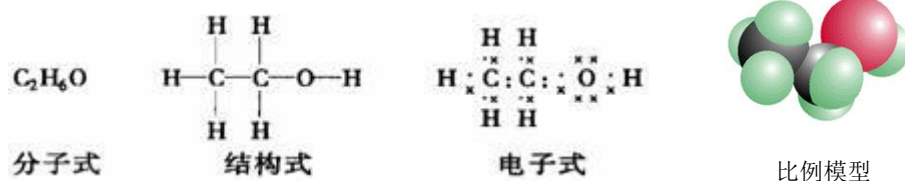
I 知识点梳理

一、乙醇

乙醇俗称酒精，它是没有颜色、透明而具有特殊香味的液体，密度比水小。20℃时的密度是 0.7893g/cm^3 ，沸点是 78°C 。乙醇易挥发，能够溶解多种无机物和有机物，能跟水以任意比互溶。

工业用酒精约含乙醇 95%（质量分数）。含乙醇 99.5%（质量分数）以上的酒精叫做无水酒精。制取无水酒精时，通常需把工业酒精跟新制的生石灰混合，加热蒸馏才能制得。各种饮用酒里都含有乙醇。啤酒含酒精 3%~5%，葡萄酒含酒精 6%~20%，黄酒含酒精 8%~15%，白酒含酒精 50%~70%（均为体积分数）。

试根据写出乙醇的球棍模型写出乙醇的分子式、结构式、电子式、结构简式。

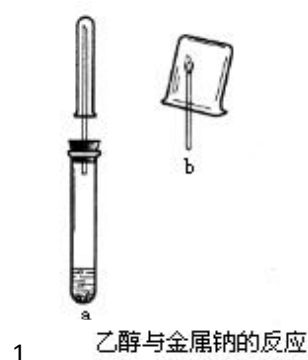


课堂思考：有机物的结构决定其化学性质。根据乙醇的分子结构，判断乙醇分子在发生化学反应时，哪些键可能断裂？

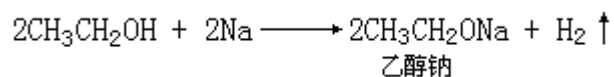
其实，乙醇分子中的几种共价键均有可能在化学反应中断裂。其中，O—H 键最易断裂，这是因为在这些共价键中，O—H 键中的共用电子对偏向于 O 的程度最大。

1. 跟金属反应

[实验活动 1]大试管里注入 2mL 左右无水乙醇，再放入 2 小块新切开用滤纸擦干的金属钠，迅速用一配有导管的单孔塞塞住试管口，用一小试管倒扣在导管上（如右图 1 所示），收集反应中放出的气体并验纯。确信气体的纯度后，在导管口点燃，观察气体燃烧的现象；然后把一凉的干燥小烧杯罩在火焰上方（如右图所示），片刻后可看到烧杯壁上出现水滴，迅速倒转烧杯，向烧杯内注入少量澄清的石灰水，振荡，观察石灰水的变化。



从实验中可以看到，反应放出的气体可在空气中安静地燃烧，火焰呈淡蓝色；烧杯壁上有水滴生成，而且加入烧杯中的澄清的石灰水不变浑浊，说明反应生成的气体是氢气。由此可见，乙醇与钠在常温下较缓慢地反应，生成氢气。反应的化学方程式是：



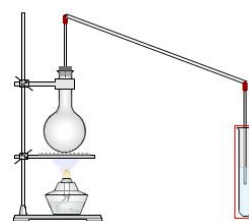
说明：①乙醇与钠的反应类似于

水与 Na 的反应，乙醇可以看作是水分子里的氢原子被乙基取代的产物。乙醇与钠的反应比水与钠反应要缓和得多，这说明乙醇羟基中的氢原子不如水分子中的氢原子活泼。②在乙醇分子里，被钠取代的氢是羟基中的氢，而不是乙基上的氢。

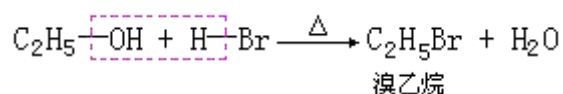
课堂练习：钾、钙等很活泼的金属也能与乙醇发生反应。试写出乙醇和 Ca 反应的化学方程式。

2. 跟氢卤酸反应

[实验活动 2]按图所示装配实验仪器。在圆底烧瓶内放入少量的溴化钠（约 2-3g）加入少量乙醇，再加入两倍于乙醇的浓硫酸（1：1），塞上带有长导管的塞子，长导管的另一端浸入装有水和冰的试管中，用酒精灯加热烧瓶。片刻后，观察实验现象。

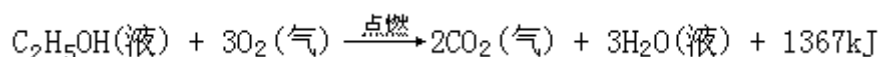


与氢卤酸反应时，乙醇分子里的碳氧键断裂，卤素原子取代了羟基的位置而生成卤代烃，同时生成水。例如：把乙醇跟氢溴酸（通常用溴化钠和硫酸的混合物）；2 乙醇与氢溴酸的反应
种油状液体——溴乙烷。



3. 氧化反应

乙醇在空气里能够燃烧，发出淡蓝色的火焰，同时放出大量的热。因此，乙醇可用作内燃机的燃料，实验室里也常用它作为燃料。



在乙醇的燃烧反应中乙醇被氧化，若条件改变，有催化剂 Cu 或 Ag 参加，产物还是 CO₂

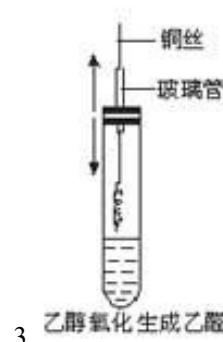
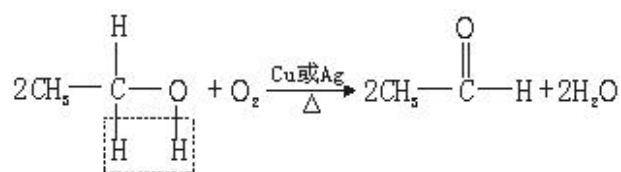
和 H_2O 吗？

[实验活动 3]: 把一端弯成螺旋状的铜丝放在酒精灯外焰中加热，使铜丝表面生成一薄层黑色的 CuO ，立即把它插入盛有乙醇的试管里，这样反复操作几次。

现象：有刺激性气味气体生成，同时加热变黑的铜丝伸入乙醇后又变为光亮的红色。



学生思考： Cu 在反应过程中起什么作用？

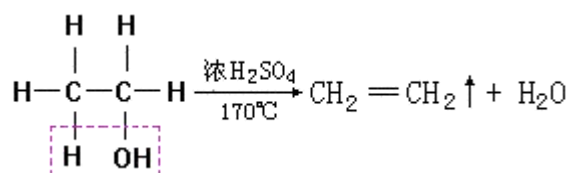


乙醇在加热和有催化剂（ Cu 或 Ag ）存在的条件下，能够被空气氧化，生成乙醛。上述氧化过程中，乙醇分子断裂 $\text{O}-\text{H}$ 键和 $\text{C}-\text{H}$ 键。

学生讨论： 一光洁无锈的铜丝，放在酒精灯火焰的外焰上灼烧，将有什么现象？此时将铜丝移到焰心，又有什么现象发生？为什么？

4. 消去反应

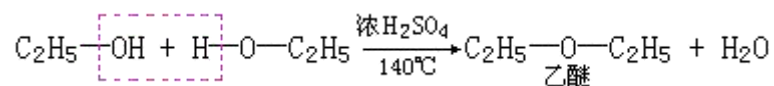
乙醇和浓硫酸加热到 170°C 左右，乙醇分子会脱去一个水分子而生成乙烯。



上述消去反应是从乙醇分子中相邻的两个碳原子上脱去一个水分子的。实验室里可以用这个方法制取乙烯。

学生思考： 是否所有的醇都能发生消去反应呢？

乙醇能脱水主要是由于乙醇分子里含有羟基。如果反应条件（例如温度）不同，乙醇脱水的方式也不同，以致生成物也不同。例如乙醇和浓硫酸共热到 140℃ 左右，那么每两个乙醇分子间会脱去一个水分子而生成乙醚。



乙醇在 170℃ 和 140℃ 都能脱水，这是由于乙醇分子中存在羟基的缘故。在 170℃ 发生的是分子内脱水，在 140℃ 发生的是分子间脱水，说明外界条件不同时，脱水的方式不同，产物也不相同。所以，我们可以根据物质的化学性质，按照实际需要，控制反应条件，使化学反应朝着我们所需要的方向进行。

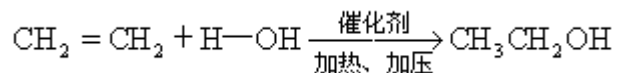
乙醇除具有上述化学性质外，还可以和酸发生酯化反应，我们将在学习羧酸时再具体学习。

二、乙醇的工业制法

乙醇的工业制法，主要有乙烯直接水化法和发酵法两种。

1. 乙烯直接水化法

乙烯直接水化法，就是在加热、加压和有催化剂存在的条件下，使乙烯蒸气与水直接反应，生成乙醇：



在此法中的原料——乙烯可大量取自石油裂解气，成本低，产量大，这样能节约大量粮食，因此发展很快。

II 典型例题精析

例 1 实验室常用 NaBr、浓 H₂SO₄ 与 CH₃CH₂OH 共热来制取溴乙烷，其反应

的化学方程式如下： $\text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{NaHSO}_4 + \text{HBr}$ ，

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HBr} \xrightarrow{\Delta} \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$ 。试回答：

(1) 第二步反应实际上是一个可逆反应，在实验中可采取_____和_____的措施，以提高溴乙烷的产率。

(2) 浓 H₂SO₄ 在实验中的作用是_____，其用量（物质的量）应_____于 NaBr 的用量（填“大”“小”或“等”）。

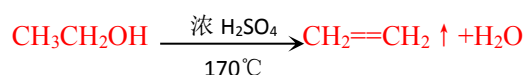
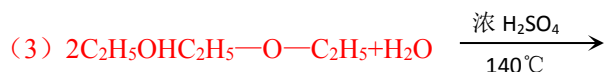
(3) 实验中可能发生的有机副反应（用化学方程式表示）是_____和_____。

解析：(1) 乙醇的溴代反应是可逆的，要提高溴乙烷的产率，应设法使平衡向生成物的方向移动。

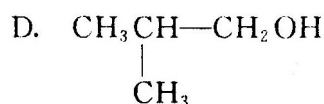
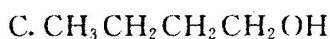
(2) 浓 H_2SO_4 在第一个反应里是反应物；在第二个反应里它可作吸水剂。因此它的用量应大于 NaBr 的用量（物质的量），以利于减少反应体系中的水，使平衡向生成物方向移动。

(3) 浓 H_2SO_4 具有脱水性，乙醇在浓 H_2SO_4 的作用下可以有两种方式的脱水，分别生成乙醚和乙烯。

答案：(1) 增加任一种反应物移去生成物 (2) 反应物和吸水剂大



例 2 某饱和一元醇跟足量钠反应得 0.5g H_2 ，用相同质量的此醇完全燃烧得 36 水，该醇是 ()



解析：饱和一元醇 $\text{H}_2 \longrightarrow$

$$1 \quad \frac{1}{2} \text{ mol}$$

$$0.5 \quad \frac{0.5 \text{ g}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{4} \text{ mol}$$

据题意， 0.5mol 的饱和一元醇完全燃烧生成 H_2O 为： $36 \text{ g} \div 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2 \text{ mol}$ ，即醇分子中含 8 个 H 原子。 故选 B

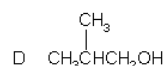
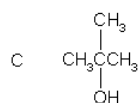
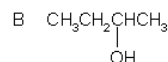
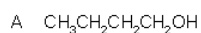
例 3 和 CH_3OH 、 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH—CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array}$ 共有 _____ 种。

解析：根据乙醇的化学性质可推测出：在醇和浓 H_2SO_4 共热的条件下，醇可能发生消去反应或分子间脱水反应。所以本题的有机产物共有 5 种。答案：5

例 4 有分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 的有机物 A：①催化氧化得 B；②A 发生消去反应得 C；③C 与水加成

后的产物催化氧化也得 B，试判断并写出 A 的结构简式。

解析：A 的同分异构有四种：



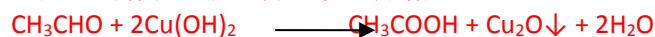
运用醇的氧化反应，消去反应及烯烃加成反应规律，可得只有 B 符合题意。

III 同步精练

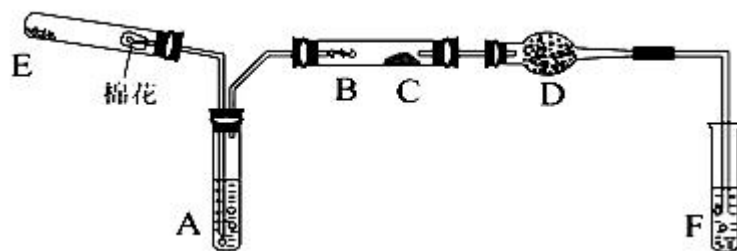
- 有下列酒精：①工业用酒精，②医疗上用作消毒剂的酒精，③白酒中含的酒精，④无水酒精，其中乙醇的质量分数从大到小的顺序是()
A. ④①②③ B. ④②①③ C. ④③①② D. ④③②①
- 用普通酒精制无水酒精的方法是()。
A. 加入 NaOH 溶液蒸馏 B. 用浓硫酸脱水
C. 加入无水硫酸铜过滤 D. 加入新制的生石灰蒸馏
- 用分液漏斗可以分离的一组混合物是()。
A. 碘和乙醇 B. 乙醇和水 C. 溴苯和水 D. 乙醇和乙二醇
- 相同质量的下列醇分别与过量的钠反应，产生的氢气最多的是()。
A. 甲醇 B. 乙醇 C. 乙二醇 D. 丙三醇
- 下列各醇不能发生消去反应的是()。
A. CH_3OH B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ C. $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ D. $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH}$
- 质量为 a g 的铜片在空气中灼烧变黑，趁热放入下列物质中铜丝变为红色，而且质量仍为 a g 的是()
A. 硝酸 B. 无水乙醇 C. 盐酸 D. 一氧化碳
- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$ ② $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})\text{CH}_3$ ③ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ④ $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 其中能被氧化成醛的是()。
A. ①和② B. ②和③ C. ②和④ D. ③和④
- 下列不属于取代反应的是()
A. 乙醇与浓硫酸共热至 140°C B. 乙醇与硫酸、溴化钠共热
C. 乙醇与炽热的氧化铜反应生成水 D. 乙醇与浓硫酸共热至 170°C
- 两种物质以任意质量比混合，如混合物的质量一定，充分燃烧时产生的二氧化碳的量是定值，则混合物的组成可能是下列中的()
A. 乙醇、丙醇 B. 乙醇、乙二醇
C. 乙烷、丙烷 D. 乙烯、丙烯
- 一定量的乙醇在氧气不足的情况下燃烧，得到 CO 、 CO_2 、 H_2O 的总质量为 13.8 g，若其中水的质量为 5.4g 则二氧化碳的质量为()。
A. 0.7g B. 7.7g C. 4.4g D. 2.2g~4.4g 之间
- 回答有关以 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ 所表示的一元醇的下列问题：
(1)出现同类异构体的最小 n 值是_____
(2)n=4 的同分异构体中，氧化后能生成醛的醇有_____种，它们的结构简式分别是_____

(3)具有同分异构体的醇和浓硫酸混合加热后，只能得到一种不饱和烃（烯烃类），符合这一结果的醇的 n 值为_____

12.在加热条件下，乙醛与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应会生成砖红色沉淀。该反应可用于在实验室检验醛基的存在，在医疗上检验尿糖。



下图为某化学兴趣小组设计的乙醇氧化的实验装置。（图中加热仪器、铁架台、铁夹等均未画出）。图中 A 为无水乙醇（沸点为 78°C ），B 为绕成螺旋状的细铜丝或银丝，C 为无水硫酸铜粉末，D 为碱石灰，F 为新制的碱性 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液。



(1)在上述装置中，实验时需要加热的仪器按加热的先后顺序排列为（填序号）_____

(2)E 处是一种纯净物，其发生反应的化学方程式为：_____

(3)为了使 A 中的乙醇平稳气化成蒸气，可采用的加热方法是_____；D 处使用碱石灰的作用是_____

(4)证明乙醇被氧化后所生成的产物的实验现象是_____

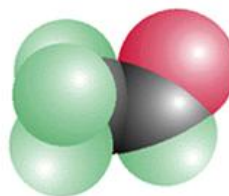
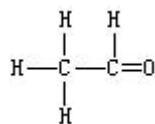
第 9 讲乙醛及醛类

I 知识点梳理

一、乙醛

乙醇能被氧化生成乙醛(CH_3CHO , acetaldehyde)。

乙醛的分子式是 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ，结构式为：



，简写为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$ 或 CH_3CHO 。

乙醛的物理性质

乙醛是无色、具有刺激性气味的液体，比水轻，易挥发，能溶于水，与乙醇、乙醚、氯仿等有机溶剂互溶。乙醛的蒸气对眼睛和呼吸道黏膜有刺激作用，吸入浓度较大的乙醛蒸气可引起中毒现象。

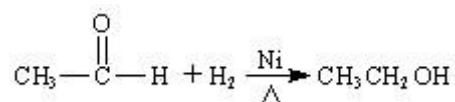
备注：熔点 -121°C ，沸点 20.8°C 。

乙醛的化学性质

乙醛分子里的醛基 ($\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$) 官能团对乙醛的主要化学性质起决定作用。

1. 加成反应（还原反应）

醛基官能团中有一个碳氧双键，碳氧双键的内部结构和碳碳双键类似，也能发生加成反应。例如使乙醛蒸气跟氢气的混合物，通过热的镍催化剂时，就发生加成反应，乙醛被还原成乙醇，化学方程式如下：



乙醇氧化可得乙醛，其本质是一个脱氢反应，而乙醛与氢气加成又得到乙醇，该反应相当于是醇氧化的逆过程，因此这个加成反应也称之为乙醛的还原反应。在有机化学的反应里，通常还可以从加氢或去氢来分析氧化还原反应，即去氢就是氧化反应，加氢就是还原反应。

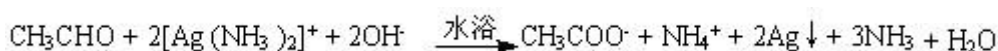
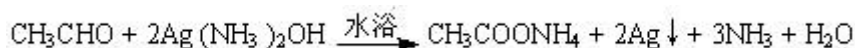
但碳氧双键的加成不如碳碳双键容易，通常情况下碳氧双键与溴水、水、卤化氢等很难加成。

2. 氧化反应

1) 银镜反应

[实验活动 12-6-1]在洁净的试管里加入 1ml2%的硝酸银溶液，然后一边振荡试管，一边逐滴滴入 2%的稀氨水，直到最初产生的沉淀恰好消失为止（所得溶液称为银氨溶液）。然后再滴入 3 滴乙醛，振荡后，把试管放在热水浴里温热，观察现象。

在这个反应里，硝酸银跟氨水起反应，生成银氨络合物，它把乙醛氧化成乙酸，乙酸跟氨生成乙酸铵，而银氨络合物的银离子被还原成金属银，附着在试管的内壁上，形成银镜，所以，这个反应叫做**银镜反应**。化学反应方程式及离子方程式如下：

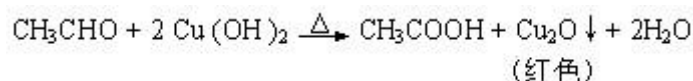


银镜反应常用来检验醛基的存在。工业上利用这一反应原理，把银均匀地镀在玻璃上制镜或保瓶胆（生产上常用含有醛基的葡萄糖作为还原剂）。

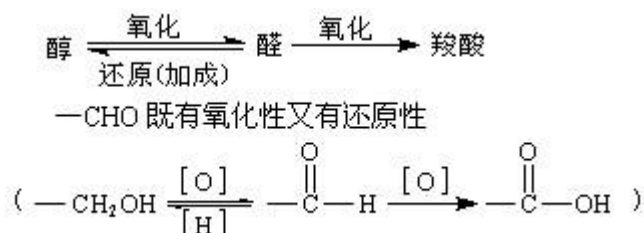
2) 铜镜反应

[实验活动 12-6-2]在试管里加入 10%NaOH 溶液 2ml，滴入 2%CuSO₄ 溶液 4—6 滴，振荡。然后加入乙醛溶液 0.5ml，加热到沸腾，观察现象。

由于乙醛具有还原性，所以能把反应中生成的氢氧化铜还原成红色的氧化亚铜沉淀。这也是校验醛基的一种方法，此反应可用来检验是否患有糖尿病。化学反应方程式如下：



通过上述讨论可知：



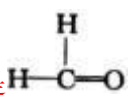
在有机化合物中，还有一些在分子结构和化学性质上跟乙醛相似，如甲醛（HCHO）、丙醛（CH₃CH₂CHO）、丁醛（CH₃CH₂CH₂CHO）等，它们统称为饱和一元醛，通式为：C_nH_{2n}O

（n≥1），简写为： $\begin{array}{c} \text{R—C=O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 。由于它们分子里都含有醛基，所以化学性质很相似。例如：它们都能被还原成醇，被氧化成羧酸。

[课堂思考]某饱和一元醛中，含碳元素的质量分数是含氧元素质量分数的 3 倍，此醛的同分异构体有（ ）种。

在饱和一元醛中，甲醛的广泛用途和危害已使我们熟知。

二、甲醛

甲醛（methanal）的分子式是 CH_2O ，它的结构式是 ，简写为 HCHO 。

甲醛的物理性质

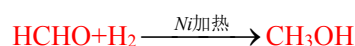
甲醛（methanal）又叫蚁醛（formaldehyde），是一种无色、具有强烈刺激性气味的气态，易溶于水，35%~40%的甲醛水溶液叫做福尔马林（formalin）。

备注：熔点 -92°C ，沸点 -21°C 。

甲醛的化学性质

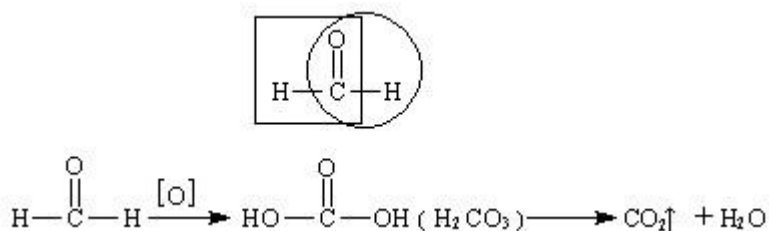
1. 加成反应（还原反应）

甲醛与氢气反应，还原为甲醇。

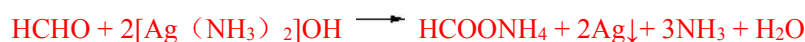


2. 氧化反应

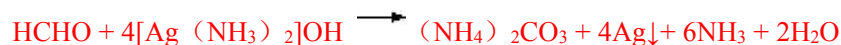
甲醛也可以发生银镜和铜镜反应。但因结构上有其特殊性，故反应物的物质的量之比与乙醛有所不同。



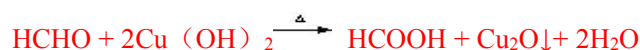
1) 银镜反应



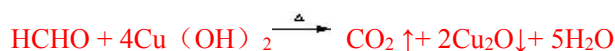
HCOONH_4 中仍含有醛基，可进一步发生银镜反应。



2) 铜镜反应



HCOOH 中仍含有醛基，可进一步发生铜镜反应。



3) 缩聚反应

缩聚反应是指单体间相互反应生成高分子化合物，同时还生成小分子(如水、氨等)的化学反应。如：甲醛跟过量苯酚在酸性条件下生成酚醛树脂，化学方程式如下：



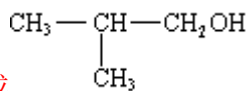
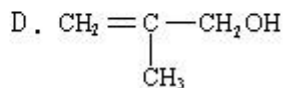
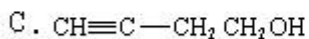
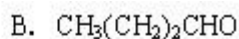
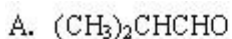
甲醛的用途和危害

甲醛是一种重要的有机原料，应用于塑料（如制酚醛树脂、聚甲醛等）、合成纤维工业、制革工业等。甲醛的水溶液具有杀菌和防腐能力，是一种良好的杀菌剂。在农业上常用稀甲醛溶液（0.1%~0.5%）来浸种，给种子消毒；福尔马林还用来浸制生物标本。

甲醛的用途很广泛，但甲醛对人体健康会产生不良影响。因此在生产和生活中要增强环境保护的意识，尤其是与我们生活密切相关的服装、食品、建材装潢等方面严格控制甲醛的含量，防止甲醛污染，以免危害人体健康。

II 典型例题解析

例 1 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ 是某有机物加氢还原的产物，原有机物可能是（ ）



解析：首先应明确题目中的物质其结构简式可以写成 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{OH}$ ，因为 $\text{C}=\text{C}$ 双键、 $\text{C}\equiv\text{C}$ 叁键、 $\text{C}=\text{O}$ 双键均可以与 H_2 加成，仔细观察四个选项不难发现正确答案是：A、D。

例 2 某醛结构简式如下 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$

(1) 检验分子中醛基的方法是_____；检验 $\text{C}=\text{C}$ 的方法是_____。

(2) 实际操作中，哪一个官能团应先检验？

解析：检验醛基用银氨溶液或新制的氢氧化铜悬浊液，检验 $\text{C}=\text{C}$ 用溴水或酸性高锰酸钾溶液，但当一种有机物中同时含有这两种官能团时，必须要考虑检验的先后顺序，若先检验 $\text{C}=\text{C}$ ，则 $-\text{CHO}$ 也同时会被氧化，无法再检验 $-\text{CHO}$ ，只有先检验 $-\text{CHO}$ （此时 $\text{C}=\text{C}$ 不会被弱氧化剂氧化）才能继续检验 $\text{C}=\text{C}$ 。

(1) 先加入银氨溶液，水浴加热，有银镜生成，可证明有醛基（或加入新制的氢氧化铜悬

浊液，加热煮沸，有红色沉淀生成，也可证明有醛基)，然后调节溶液的 pH 至中性再加入溴水，溴水褪色，证明有 C=C。

(2) 由于溴水能氧化—CHO，因此需要先检验—CHO。

注意：牢固掌握各官能团的性质固然是必要的，但更要注意对知识的灵活运用，否则就会顾此失彼。如本题中检验完醛基后，必须要加酸调 pH 至中性，因为—CHO 被氧化后溶液呈较强的碱性，若直接加溴水，Br₂ 与 OH⁻ 反应也会导致溴水褪色而无法检验是否有 C=C。

例 3 某 3g 饱和的一元醛和足量的银氨溶液反应，结果析出 43.2gAg，则该醛为 ()

A. 甲醛 B. 乙醛 C. 丙醛 D. 丁醛

解析：1mol 一元醛通常可以还原得到 2molAg，现得到 0.4molAg，故醛为 0.2mol，该醛的摩尔质量为 3g/0.2mol = 15g/mol，此题似乎无解，但 1mol 甲醛可以得到 4molAg，即 3g 甲醛可得到 43.2g (0.4mol) Ag，符合题意。答案是 A。

注意：甲醛的特殊性。

III 同步精练

1. 室内装潢和家具挥发出来的甲醛是室内空气的主要污染物，甲醛易溶于水，常温下有强烈刺激性气味，当温度超过 20℃时，挥发速度加快，根据甲醛的这些性质，下列做法错误的是 ()

A. 入住前房间内保持一定温度并通风 B. 装修尽可能选择在温度较高的季节
C. 请环境监测部门检测室内甲醛含量低于国家标准后入住
D. 紧闭门窗一段时间后入住

2. 下列物质中，属于纯净物的是 ()

A. 福尔马林 B. 消毒酒精 C. 固体酒精 D. 冰醋酸

3. 糖尿病患者的尿样中含有葡萄糖，在与新制的氢氧化铜悬浊液共热时，能产生砖红色沉淀。说明葡萄糖分子中含有 ()

A. 羰基 B. 醛基 C. 羟基 D. 羧基

4. 已知丁基有 4 种，则分子式为 C₅H₁₀O 属于醛类的同分异构体有 ()

A. 2 种 B. 3 种 C. 4 种 D. 5 种

5. 橙花醛是一种香料，结构简式为：(CH₃)₂C=CHCH₂CH₂C(CH₃)=CHCHO。下列说法正确的是 ()

A. 橙花醛不可以与溴发生加成反应 B. 橙花醛可以发生银镜反应
C. 1mol 橙花醛最多可以与 2mol 氢气发生加成反应 D. 橙花醛是乙烯的同系物

6. 据报道,不法商贩用甲醛溶液浸泡白虾仁,使之具有色泽鲜明,手感良好的特点,而这样做成的食物是有毒的。下列关于甲醛的叙述不正确的是

- A. 甲醛能使蛋白质变性
B. 35%—40%的甲醛水溶液叫福尔马林
C. 福尔马林可用来浸制生物标本
D. 甲醛通常状况下为液体

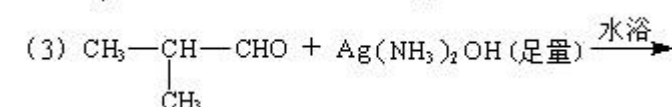
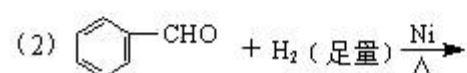
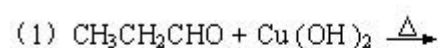
7. 下列有关银镜反应的说法中正确的是:

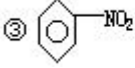
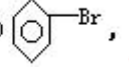
- A. 配制银氨溶液时氨水必须过量
B. 1mol 甲醛发生银镜反应最多生成 2molAg
C. 银镜反应通常采用水浴加热
D. 银镜反应后的试管一般采用稀硝酸洗涤

8. 某学生做乙醛还原性的实验,取 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸铜溶液 2mL 和 $0.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液 4mL, 在一个试管内混合加入 0.5mL40%乙醛溶液加热至沸,无红色沉淀。实验失败的原因是

- A、氢氧化钠不够量
B、硫酸铜不够量
C、乙醛溶液太少
D、加热时间不够

9. 完成下列化学方程式:



10. 现有下列物质: ① CH_3Cl , ② CCl_4 , ③ , ④ , ⑤ CH_2O , ⑥ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, ⑦ CH_3CHO ,

⑧醋酸, 请用各物质的序号填写下空白:

- (1) 在常温、常压下是气体的是____;
(2) 能溶于水的是____;
(3) 能与钠反应放出 H_2 的是____;
(4) 能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应的是____;
(5) 能发生银镜反应的是_____。

11. 写出用石油裂化气为主要原料, 制取乙醛、乙二醛、乙二酸的化学方程式, 指出反应的类型。

12. 肉桂醛是一种食用香精, 它广泛用于牙膏、洗涤剂、糖果以及调味品中。工业上可通过下列反应制备:



(1) 请推测 B 侧链上可能发生反应的类型：_____。(任填两种)

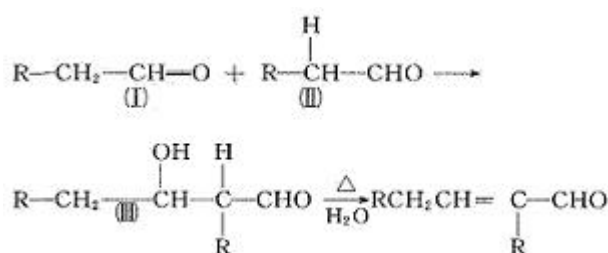
(2) 请写出两分子乙醛在上述条件下反应的化学方程式：_____。

(3) 请写出同时满足括号内条件下 B 的所有同分异构体的结构简式：

(①分子中不含羰基和羟基；②是苯的对二取代物；③除苯环外，不含其他环状结构。)

_____。

13. 以乙烯为起始反应物可制得丁醇。已知两个醛分子在一定条件下可以自身加成。下式中反应的中间产物(III)可看成是由(I)中的碳氧双键打开，分别跟(II)中的 a 位碳原子和 a 位氢原子相连而得；(III)是一种 3-羟基醛，此醛不稳定，受热即脱水而生成不饱和醛(烯醛)。



请运用已学过的知识和上述给出的信息写出乙烯制正丁醇各步反应的化学方程式(不一定写出反应条件)

14. 乙醛是制备乙酸、乙酸衍生物等化工产品的原料。完成下列填空：

(1) 乙醛分子中的官能团为_____。

(2) 将铜丝在空气中灼烧变黑后，迅速伸入乙醇中，观察到铜丝表面_____；反复上述多次操作后，闻到刺激性气味，说明有_____生成。

(3) 写出检验乙醛的化学反应方程式。_____

上述反应显示乙醛具有_____性。

15. A、B、C、D 为常见的烃的衍生物。工业上通过乙烯水化法制取 A，A 催化氧化可得 B，B 进一步氧化得到 C，C 能使紫色石蕊试液变红。完成下列填空：

(1) A 的俗称为_____。A 与氧气在加热及催化剂存在下反应生成 B，常用到的催化剂是_____，B 的结构简式为_____。

(2) 写出 A 与 C 发生酯化反应的化学方程式。_____

(3) 1.5gD 在空气中完全燃烧，生成 0.05mol 二氧化碳和 0.05mol 水。在标准状况下，D 是气体。密度为 1.34g/L，则 D 的分子式为_____。已知 D 与 B 具有相同的官能团，D 的结构简式为_____。

第1讲 同步精练参考答案

1、A 2、C 3、B 4、C 5、C 6、D

第2讲 同步精练参考答案

1、略 2、略 3、B 4、D 5、B 6、C 7、A

第3讲 同步精练参考答案

1、C 2、A 3、D 4、B 5、A 6、D 7、A 8、C

第4讲 同步精练参考答案

1、C 2、D 3、A 4、D 5、C 6、D 7、C 8、A

第5讲 同步精练参考答案

1、BD 2、B 3、D 4、A 5、D 6、AC 7、B 8、D 9略 10 (1) C₄H₁₀ (2) 略

第6讲 同步精练参考答案

1、D 2、B 3、A 4、A 5、C

第7讲 参考答案: 1、A 2、B 3、B 4、CD 5、CD 6、B 7、C

8、A 9、BD 10、C 11、A 12、B 13、B

14、6种, 略。

15、(1) 冷凝; (2) 溴和苯的混合溶液, 铁单质, FeBr₃; (3) 有白雾生成; (4) 黄色不溶油状液体, 溴溶解在溴苯中使其呈黄色, 用 NaOH 溶液洗涤。

16、(1) 将浓硫酸倒入浓硝酸中; (2) 水浴加热; (3) 分液漏斗; (4) 除去硝酸杂质; (5) 大, 苦杏仁。

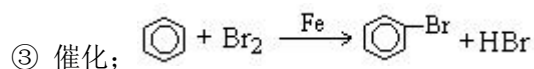
17、

(1) ①CH₃CH₂OH, 羧基



③加成; c ;

(2) ① b ② 介于单键和双键之间的一种特殊键



吸收 HBr 中的 Br₂; a、b

第8讲 同步精练参考答案

【基础训练】1.A 2.D 3.C 4.D 5.AD 6.BD 7.B 8.C D 9.D 10.B

11. 1) 3; 2) 2; CH₃CH₂CH₂CH₂OH 和 (CH₃)₂CHCH₂OH; 3) 3

12. 1) B、E、A、F;

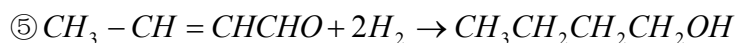
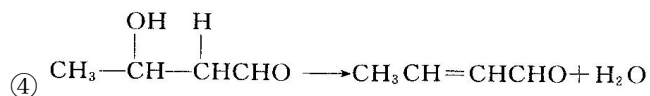
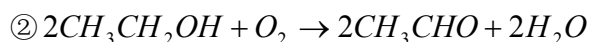
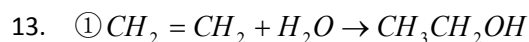
2) 2KMnO₄ $\xrightarrow{\Delta}$ K₂MnO₄ + MnO₂ + O₂ ↑ ;

3) 将试管放入 78℃ (或略高于 78℃) 的热水浴; 防止 F 处产生的水蒸气对无水硫酸铜产生影响;

4) C 处无水硫酸铜变蓝, F 处生成砖红色沉淀;

第 9 讲 同步精练参考答案

1. D 2. D 3. B 4. C 5. B 6.D 7.CD 8.A 9. 略 10. (1) ⑤ (2) ⑤⑥⑦⑧ (3) ⑥⑧ (4) ⑤⑦⑧ (5) ⑤⑦ 11. 略 12. (1) 加成反应、氧化反应、还原反应、加聚反应、缩聚反应。

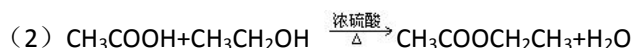


14. (1) 醛基 (或 $-\text{CHO}$)

(2) 由黑色变为红色; 乙醛 (或 CH_3CHO)

(3) $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 还原

15. (1) 酒精 Cu 或 Ag CH_3CHO



(3) CH_2O HCHO