

物质分离与提纯的知识总结

江苏省常熟市王淦昌中学 215531 杨志刚

一、原理及要求

1. 分离与提纯的原理

分离: 物质分离指的是通过一定的方法将混合物中的各种物质分开, 最终得到各自纯净物的过程。

提纯: 物质提纯指的是通过合适的方式将混杂在某种物质中的少量杂质去除, 从而得到相对纯净物质的过程。

2. 分离与提纯的要求

通常物质的分离与提纯是两个紧密相连的过程, 在实际进行时需要遵循一定的要求, 大体概括为“四大原则”、“三个必须”, 具体内容如下:

四大原则: (1) 在对物质进行分离和提纯时不允许增加新的杂质; (2) 在进行操作时原则上不得减少被提纯物的含量, 即物质的量保持不变; (3) 方法选取要恰当, 确保提纯物质与杂质容易分离; (4) 对被提纯物要进行还原处理, 即保持提纯物的状态不变。

三个必须: (1) 加入的除杂剂必须过量, 确保杂质完全除尽; (2) 加入的过量试剂后期必须除尽; (3) 在选取除杂方案时必须选取最优、最佳的方案。

二、物质分离与提纯的方法

1. 分离提纯的物理方法

(1) 过滤 过滤一般适用于不溶性固体与液体的分离, 即对固体与液体的分离, 如实验室对粗盐的初步提纯常采用过滤的方法。

(2) 萃取 萃取一般用于两种溶剂的分离, 利用的原理是溶质在溶剂(溶剂互不相溶)中的溶解度不同, 利用萃取法可以将溶质从一种溶剂的溶液中分离出来。如中学阶段常见的用 CCl_4 从含碘的溶液中萃取碘。

(3) 分液 分液一般用于两种液态物质的分离, 分液的前提是两种溶液互不相溶, 可以用于萃取后溶液的分离, 如将含碘的 CCl_4 溶液与水分开, 或有机化学中苯与水的分离。

(4) 升华 升华适用于含有某种易升华成分的混合物的分离提纯, 其利用的是物质易升华的物理性质, 主要流程是先加热, 使物质在一定温度时

由固态直接变为气态, 再通过冷却使其转化为固态, 从而达到分离提纯的目的。如化学上常采用升华的方式将 I_2 从 NaCl 和 I_2 的混合物中分离出来。

(5) 盐析 盐析适用于在加入某无机盐后其溶解度降低生成凝聚物的物质分离, 其基本原理是利用物质因无机盐的加入造成溶解度降低而形成沉淀的性质。如利用盐析的方式从皂化液中分离肥皂、甘油, 又如对蛋白质的盐析。需要注意的是在对蛋白质进行盐析时, 无机盐应选取轻金属, 避免选取重金属, 因后者容易造成蛋白质的变性。

(6) 蒸馏和分馏 蒸馏和分馏适用于沸点差距较大的不相溶液体混合物的分离, 利用的原理是物质的沸点不同, 且差距较大。操作时需要控制温度, 使混合物中的一种物质经气化, 再液化后分离。如工业中对石油的分馏以及实验室对酒精与水的分离。

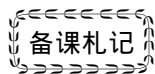
(7) 结晶 结晶包括蒸发结晶和重结晶两类, 适用于混合物各物质的溶解度随温度变化不同的物质分离。其中蒸发结晶指物质在较高温度下析出晶体, 用于物质溶解度随温度变化较小的物质, 如提纯粗盐时最后一步从含有食盐的水中获得食盐晶体。其中重结晶有两种: 蒸发浓缩冷却结晶、蒸发浓缩趁热结晶, 分别适用于溶解度随温度变化较大的物质和溶解度随温度变化不大的物质, 如 KNO_3 、 NH_4Cl 晶体的获得采用的是蒸发浓缩冷却结晶, 而从 NaCl 和 KNO_3 的混合物中获得 NaCl 晶体采用的是蒸发浓缩趁热结晶。

2. 分离提纯的化学方法

(1) 沉淀法 沉淀法指在混合物中加入某种试剂, 将杂质转化为沉淀从而将其除去的方法。如 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 可以分别转化为 AgCl 、 BaSO_4 、 BaCO_3 沉淀从而除去。

(2) 置换法 置换法指的是通过置换反应将杂质除去的方法, 利用该方法进行除杂必然涉及到置换反应。如除去 FeSO_4 溶液中的少量 CuSO_4 杂质, 可以先加入适量的铁粉, 再通过过滤来完成。

(3) 热分解 热分解法适用于物质组分热 ▶



关于“物质结构与性质”的八问

广西防城港市高级中学 538000 陈泳吉

一问： σ 键一定比 π 键稳固吗？

原子轨道沿核间连线方向以“头碰头”的方式相互重叠所形成的共价键叫 σ 键；原子轨道在核间连线两侧以“肩并肩”的方式相互重叠所形成的共价键叫 π 键。在有机化合物中，碳原子与碳原子之间形成 π 键的重叠程度要比 σ 键的重叠程度小得多。所以，碳原子与碳原子之间形成的 σ 键比 π 键牢固。大多时候 σ 键比 π 键牢固，但也有特例：如 N—N 键的键能为 $159 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\text{N} \equiv \text{N}$ 键的键能为 $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，不难看出氮气中 π 键比 σ 键稳定。这是由于氮的原子半径小，价电子层没有可用于成键的 d 轨道，N—N 单键形成时，未成键的孤对电子排斥得很厉害，键能反常的小。氮原子易于形成 p - p π 键，所以， $\text{N} = \text{N}$ 和 $\text{N} \equiv \text{N}$ 中多重键的键能比其他元素大。故 σ 键不一定比 π 键稳固。

二问：共价键的键长越短，键能一定越大吗？

当两个原子间形成共价键时，原子轨道发生重叠。原子轨道重叠的程度越大，共价键的键能越大，两原子核间的平均距离——键长越短。这只是一般规律，因为影响键能的因素一般有下列 4 种：①原子轨道的种类及性质，s 轨道的成键能力不及 p 轨道；②原子半径的影响，一般原子半径越小，键能越大；③孤对电子及空轨道的影响；④键的极性的影响，键的极性增大，键能也增大。如 N—N 键，键长为 141 pm，键能为 $159 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，而 C—C 键，键长为 154 pm，键能为 $348 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，形成这种差异的原因主要就是由于孤对电子的影响。故共价键的键长越短，键能不一定越大。

三问：相同原子间形成的共价键一定是非极性键吗？

当原子间形成共价键时，若两个成键原子吸

▶稳定性不同的混合物分离，操作时对混合物进行加热或进行灼热处理，热稳定性较差的物质则会分离出来，从而达到分离提纯的目的。如采用热分离法去除 Na_2CO_3 中含有的 NaHCO_3 杂质。

(4) 转纯法 转纯法指加入某种试剂，使混合物中的杂质转化为所需的提纯物质，一般适用于杂质含有不同价态的相同元素的提纯，可以通过添加氧化剂或还原剂的方式将杂质元素转化为所需价态元素的提纯物。

(5) 酸碱处理 酸碱处理法利用的是混合物组成成分与酸碱反应的性质不同进行的分离，一般用于提纯物质不与酸（或碱）反应，而杂质能够与酸（或碱）反应的情形，可以用酸（或碱）作为除杂试剂将杂质去除。如可以通过加入过量的 NaOH 溶液来去除 Fe_2O_3 中的 Al_2O_3 ，又如加入 HCl 溶液来去除 SiO_2 中的 CaCO_3 。

(6) 氧化还原 氧化还原法利用的是混合物组成成分的氧化还原性不同进行的分离提纯操作。操作时需要添加合适的氧化剂或还原剂，使杂质与试剂进行反应从而转化为被提纯的物质或

易分离的物质。如可以向含有杂质 SO_2 的 CO_2 混合气体中加入酸性的 KMnO_4 ，又如向含有 FeCl_3 杂质的 FeCl_2 溶液中加入 H_2O_2 溶液。

(7) pH 调节法 pH 调节法指的是通过向混合溶液中添加试剂来调节溶液的 pH 值，从而使其中的某成分生成沉淀而去除。在操作时一般向溶液中加入对应的难溶物或者微溶物。如去除 CuCl_2 溶液中的 FeCl_3 杂质，由于 FeCl_3 的水解会使原溶液呈酸性，则可以加入 CuO 或 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 来使 Fe^{3+} 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而去除。

(8) 电解法 电解法指的是利用电解原理对物质的分离提纯，一般杂质金属作为电解池的阳极，纯金属作为阴极，含有纯净金属的盐溶液作为电解质溶液。如工业上采用电解法冶炼铝，或电解法精炼铜。

(9) 络合法 络合法利用的是混合物中的某种物质溶液形成络合物的性质进行的分离提纯操作。例如在对 Al_2O_3 和 ZnO 的混合物进行分离时，可以采用络合法。

(收稿日期：2018 - 03 - 25)