

聚焦物质的分离与提纯

四川省成都市双流中学实验学校 610200 张颖

一、物质的分离

1. 原理

所谓物质的分离就是指将混合物中的各物质通过某种方式分离后各自得到纯净物的过程。实际上有时为了得到一种物质(物质的提纯中的一个操作步骤),剩下的物质也可以不是纯净物,如从含少量氯化钠的硝酸钾中提纯硝酸钾,用冷却热饱和溶液得到的溶液是混合物。

2. 常见方法

(1) 过滤

①定义:过滤是分离固体与液体的一种方法。
②适用范围:把不溶性固体和液体进行分离。
③仪器:漏斗、烧杯、玻璃棒、铁架台(带铁圈)、滤纸。

④装置:如图1所示。

⑤操作要领“一贴”——滤纸紧贴漏斗内壁;“二低”——滤纸边缘应略低于漏斗的边缘;所倒入的液体的液面应略低于滤纸的边缘,

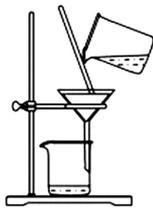


图1

以免液体溢出“三靠”——倾倒液体的烧杯口要紧靠引流的玻璃棒,用于引流的玻璃棒应靠在三层滤纸处,漏斗颈的下端要紧靠承接滤液的烧杯内壁。

温馨提示:分离可溶性物质与难溶性物质的混合物常用过滤法,如分离 BaSO_4 和 Na_2SO_4 的混合物。

(2) 蒸发

①定义:通过加热,使液体溶剂挥发,溶质过饱和和从溶液中析出的过程。

②仪器:铁架台(带铁圈)、酒精灯、蒸发皿、玻璃棒。

③装置:如图2所示。

④操作要领: i. 液体的体积不超过蒸发皿容积的 $\frac{2}{3}$; ii. 加热蒸发时,要用玻璃棒沿一定方向不断搅动溶液,防止局部液体温度过高,造成液滴飞溅; iii. 如果要蒸干溶液,当蒸发皿中出现较多的固体时就应停止加热,利用余热蒸干,

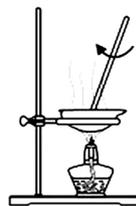


图2

► 哪些?

高中教学中限于学生的认知水平,只要求学生掌握以下有关知识:放热有利于反应自发进行,吸热不利于反应自发进行;熵增有利于反应自发进行,熵减不利于反应自发进行。由此总结了以下四种情况:(1) 对于一个放热熵增的反应,在任何温度下都可以自发进行,(2) 对于一个放热熵减的反应,在低温有利自发进行,(3) 对于一个吸热熵减的反应,在任何温度下都不能自发进行,(4) 对于一个吸热熵增的反应,在高温有利自发进行。

我们知道,吉布斯自由能变公式为标准态下 $\Delta_r G_{m,T}^\ominus = \Delta_r H_m^\ominus - T\Delta_r S_m^\ominus$ 和非标准态下 $\Delta_r G_{m,T} = \Delta_r G_{m,T}^\ominus + RT\ln Q$, 而 Q 为反应商,它是各生成物的相对分压(对气体而言)或相对浓度(对溶液而

言)的相应次方的乘积与各反应物的相对分压(对气体而言)或相对浓度(对溶液而言)的相应次方的乘积之比。由此可见,影响一个化学反应能否自发进行的因素有焓变、熵变、温度、压强、浓度等因素。

那么,为什么有人会认为压强对石墨转化为金刚石的反应无影响的?是因为在处理大多数化学反应反应商时,若反应中有纯固体及纯液体时,则其相对压强和相对浓度以1表示。所以认为压强对固体石墨、金刚石的吉布斯自由能变无影响,在压强不大的情况下,这种近似处理的方法是正确的。但在高压下,压强对纯固体、纯液体的自由能变影响就不能忽略了。

(收稿日期:2017-11-25)

以防晶体过热而迸溅; iv. 刚加热完毕的蒸发皿不能直接放在实验台上,应放在石板网上; v. 取放蒸发皿用坩埚钳。

二、物质的提纯

1. 原理

所谓物质的提纯就通过适当的方法把混入某物质里的少量杂质除去,以便获得相对纯净的物质,又称除杂。提纯的过程中除了选择合适的除杂试剂外,常常还需要选择合适的分离方法,因此,物质的分离与提纯是互相联系的。

2. 常见方法

(1) 物理方法

①过滤法:适用于固体与液体混合物、可溶性固体与不溶性固体的分离,如粗盐的提纯。

②结晶法:适用于除去可溶性杂质。具体方法有两种:

i. 蒸发结晶:适用于溶液中溶质与溶剂的分离或除去易挥发的杂质,如从含有 HCl 的 NaCl 溶液中分离出固体 NaCl。

ii. 降温结晶(或冷却热饱和溶液):适用于可溶性固体溶质溶解度受温度影响程度不同的物质的提纯,如分离 NaCl 和 KNO₃ 的混合物。

(2) 化学方法

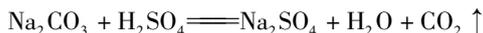
①加热法:适用于杂质受热易分解,通过加热将杂质除去。如除去 CaO 中的 CaCO₃,可加强热:



②吸收法:用一定的吸收剂将气体中混有的杂质除去。如除去 CO 中的 CO₂,可用 NaOH 溶液来吸收:



③化气法:适用于加入的试剂能与杂质反应生成气体而除去。如除去 Na₂SO₄ 中的 Na₂CO₃,可加入适量稀硫酸:



④沉淀法:将杂质转化为沉淀后过滤除去。如除去 NaCl 中的 Na₂SO₄,可加入适量的 BaCl₂,再过滤:



⑤转化法:通过化学反应将杂质转化为主要成分。如除去 CO₂ 中的 CO,可将气体通过灼热的 CuO:



⑥置换法:将杂质通过置换反应而除去。如除去 FeSO₄ 中的 CuSO₄,可加入过量的铁,再过滤:



⑦溶解法:将杂质溶于某种试剂而除去。除去铜粉中的 CuO,可加适量稀硫酸,再过滤:



⑧综合法:适用于多种杂质、需多种试剂和多种除杂的分离方法,需有合理的除杂顺序。如要除去 NaCl 溶液中的 MgSO₄、CaSO₄ 等杂质。加入的试剂及顺序是: I. 加入过量的 BaCl₂ 溶液除去 SO₄²⁻, II. 加入过量的 Na₂CO₃ 溶液除去 Ca²⁺ 和部分 Mg²⁺, III. 加入过量的 NaOH 溶液除去剩余的 Mg²⁺, IV. 加入过量的稀 HCl 除去过量的 CO₃²⁻ 和 OH⁻。当然,顺序也可为 III I II IV,但必须是先加 BaCl₂ 溶液后再加 Na₂CO₃ 溶液。

三、分离与提纯的比较(见表 1)

表 1

	分离	提纯
概念	将混合物中的各组分分离开来,获得几种纯净物的过程	将混合物中的杂质除去而得到纯净物质的过程,也叫混合物的净化或除杂
对象	无被提纯物质与杂质之分	有被提纯物质与杂质之分
要求	回收复原后的各组分物质	只回收被提纯物质
原则	①“不增”——不能引入新的杂质; ②“不减”——不能减少被提纯物质; ③“易分”——杂质或反应生成的杂质易与被提纯物质分离; ④“易复原”——被提纯的物质要容易复原。	
注意	①“过量”:为除尽杂质,除杂试剂需过量; ②“后除前”:加入试剂的顺序是后面的试剂要把前面过量的试剂除尽。	

(收稿日期:2017-11-25)