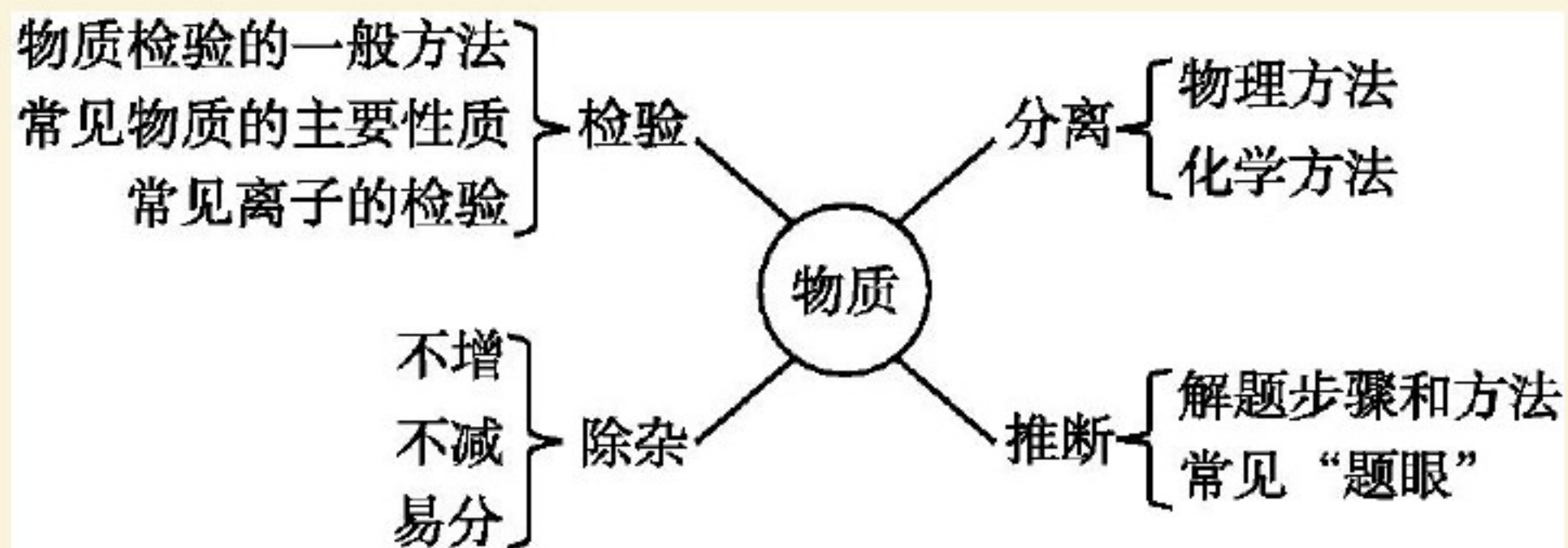




专题六 物质的检验、分离、推断与除杂







考点一

考点二

考点三

考点一物质的检验

物质的检验在中学学习中通常有鉴定、鉴别和推断(理)三类,其共同点是根据特征反应的现象判定物质;不同点是鉴定是根据物质的化学特性,分别检验出构成粒子(如阴离子、阳离子);鉴别通常是指对两种或两种以上的物质进行定性辨认(区分);推断是通过已知实验事实,根据性质分析推理出被检验物质的成分(肯定有什么,可能有什么,肯定没有什么)。

1.物质检验的一般方法

物理方法:依据特殊性质进行观察、分析、判断,得出结论。

化学方法:分别取出少量待检验物质(一般为溶液),加入少量试剂充分反应,观察反应现象;根据现象分析、判断,得出结论。





考点一

考点二

考点三

2.常见物质的主要物理特性

(1)固体物质的颜色

白色固体:无水 CuSO_4 、 MgO 、 P_2O_5 、 CaO 、 Ca(OH)_2 、 NaOH 、 NaCl 、 Na_2CO_3

紫红色固体: Cu

红棕色固体: Fe_2O_3

蓝色固体: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$


绿色固体: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

淡黄色固体: S

黑色固体: C (木炭粉)、 CuO 、 MnO_2 、 Fe_3O_4 、 Fe (粉)

暗紫色固体: KMnO_4





考点一

考点二

考点三

(2)沉淀的颜色(七种常见沉淀)

白色: BaSO_4 、 AgCl 、 CaCO_3 、 BaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$

蓝色: $\text{Cu}(\text{OH})_2$

红褐色: $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(3)溶液的颜色

蓝色溶液:含 Cu^{2+} 的溶液,如 CuSO_4 溶液

黄色溶液:含 Fe^{3+} 的溶液,如 FeCl_3 溶液

浅绿色溶液:含 Fe^{2+} 的溶液,如 FeSO_4 溶液

紫红色溶液: KMnO_4 溶液





考点一

考点二

考点三

(4)火焰的颜色

淡蓝色火焰: H_2 在空气中燃烧发出淡蓝色火焰

蓝色火焰: CO 在空气中燃烧发出蓝色火焰

蓝紫色火焰: S 在纯氧中燃烧发出蓝紫色火焰

(5)有刺激性气味的气体: HCl 、 SO_2 、 NH_3



3.常见离子的检验

离子	检验方法	实验现象
H^+ (酸)	滴加紫色石蕊溶液	石蕊溶液变红
	用 pH 试纸测定其 pH	pH 小于 7
	加入少量锌粒	有气泡产生
OH^- (碱)	滴加紫色石蕊溶液	石蕊溶液变蓝
	滴加无色酚酞溶液	无色酚酞溶液变红
	用 pH 试纸测定其 pH	pH 大于 7
	$CuSO_4$ 溶液	生成蓝色沉淀
	$FeCl_3$ 溶液	生成红褐色沉淀
CO_3^{2-}	滴加盐酸,将产生的气体通入澄清石灰水	澄清石灰水变浑浊
Cl^-	滴入 $AgNO_3$ 溶液和稀硝酸	产生白色沉淀

考点一

考点二

考点三

离子	检验方法	实验现象
SO_4^{2-}	滴入稀硝酸酸化再滴入 BaCl_2 溶液	酸化无现象,加入 BaCl_2 溶液后产生白色沉淀
	滴入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液和稀硝酸	产生白色沉淀
NH_4^+	加入强碱溶液加热,用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体	有刺激性气味气体产生,试纸变蓝
Fe^{3+}	滴加强碱溶液(如 NaOH 溶液)	产生红褐色沉淀
Cu^{2+}	插入铁丝(片)	铁丝(片)表面附有紫红色固体
	滴入强碱溶液	产生蓝色沉淀



考点一

考点二

考点三

4.物质的鉴别

酸、碱、盐的鉴别是初中化学物质检验的核心内容,鉴别方法有多种,只有分清鉴别类型,掌握解题规律,才能解答好此类试题。

(1)原理:选择一种试剂,分别加入到待测物质中,会出现明显不同的现象。

(2)方法:①若物质间有明显的溶解性差异、溶解时的热效应差异及水溶液的颜色差异时,可用“水”来鉴别,如: CaCO_3 、 NaOH 、 CuSO_4 、 NaCl 。

②若物质间有明显的酸碱性差异,可选用紫色石蕊溶液或pH试纸来鉴别,如: HCl 、 NaCl 、 NaOH 。





考点一

考点二

考点三

③鉴别一组溶液时, i .若溶液中有酸,可选用 Na_2CO_3 等可溶性碳酸盐来检验,如 HCl 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、 NaCl 。

ii .若溶液中有碳酸盐时,可从酸入手;有含 Ag^+ 的化合物时,选用盐酸,如 Na_2CO_3 、 NaCl 、 AgNO_3 ;有含 Ba^{2+} 的化合物时,选用硫酸,如 Na_2CO_3 、 BaCl_2 、 NaNO_3 。

iii.若阴离子相同而阳离子不同,可用强碱溶液[如 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$]来鉴别,如 CuCl_2 、 MgCl_2 、 FeCl_3 、 NH_4Cl 。

iv.可根据不共存离子对选出阴、阳离子再组合试剂来鉴别,如 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NaNO_3 、 NH_4Cl 、 K_2SO_4 可用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液来鉴别; NaOH 、 BaCl_2 、 KNO_3 可用 CuSO_4 溶液来鉴别。

④若被鉴别的物质为金属单质、非金属单质和金属氧化物时,可选用强酸为试剂来鉴别,如 Fe 粉、 C 粉、 CuO 。



考点二物质的分离和提纯

1.含义

物质的分离是通过适当的方法,把混合物中的各组分物质彼此分开,并且恢复到各种物质的原来存在状态,分别得到纯净物;而物质的提纯是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。

2.主要方法

(1)物理方法:常见的有溶解法、过滤法、蒸发溶剂法、冷却热饱和溶液法等。

(2)化学方法:常见的有沉淀法、化气法、置换法、加热法、转化法等。

当然,实际的分离与提纯还会有一些其他方法,在实际解题时要因题而解。



3.解答物质除杂有关问题的注意事项

(1)不能“玉石俱焚”。所选试剂只与杂质反应,一般不与被提纯的物质反应。但特殊情况下所选试剂需要和被提纯的物质反应,但最终要转化成被提纯的物质。如除去 FeCl_3 溶液中的 NaCl ,可加过量的 NaOH 溶液 \rightarrow 过滤 \rightarrow 洗涤 \rightarrow 加适量稀盐酸。

(2)“不增”“不减”。不增加新的杂质,不减少被提纯的物质。

(3)不污染环境。要求所选用的除杂方法,不能产生污染环境的物质。

(4)不能“旧貌变新颜”。除杂结束前,要恢复被提纯物质的原有状态。

4.除杂方法的几个优化原则

(1)若同时有多种方法能除去杂质,要选择那些简单易行、除杂彻底的方法。

(2)应尽量选择既可除去杂质,又可增加被提纯物的方法,即“一举两得”。

(3)先考虑物理方法,再考虑化学方法。





考点一

考点二

考点三

考点三物质的推断

1.物质推断题的解题步骤


(1)审题:认真审读原题,弄清文意和图意,理出题给条件,深挖细找,反复推敲。

(2)分析:抓住关键(“题眼”),找准解题的突破口,并从突破口出发,探求知识间的内在联系,应用多种思维方式,进行严密的分析和逻辑推理,推出符合题意的结果。

(3)解答:根据题目的要求,按照分析和推理的结果,进行认真而全面的解答。

(4)检验:得出结论后切勿忘记验证。其方法是将所得答案放回原题中进行检验,若完全符合,则说明答案正确。若出现不符,则说明答案有误,需另行思考,推出正确答案。



 考点一

考点二


考点三

2.初中化学推断题常用“题眼”归纳

溶液 颜色	蓝色	CuSO_4 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 等含 Cu^{2+} 的溶液
	浅绿色	FeCl_2 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 、 FeSO_4 等含 Fe^{2+} 的溶液
	黄色	FeCl_3 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 等含 Fe^{3+} 的溶液
火焰 颜色	淡蓝色	H_2
	蓝色	CO
常见 气体	无色无味	O_2 、 N_2 、 H_2 、 CO 、 CO_2 、 CH_4
	有刺激 性气味	SO_2 、 NH_3 、 HCl



常见 固体	淡黄色	硫黄(S)
	紫红色	Cu
	蓝色沉淀	$\text{Cu}(\text{OH})_2$
	红褐色沉淀	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
	红棕色	Fe_2O_3
	黑色	Fe_3O_4 、 CuO 、 MnO_2 、C粉、Fe粉
	暗紫色	KMnO_4
	白色沉淀(可溶于酸)	CaCO_3 、 BaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$
	白色沉淀(不溶于酸)	BaSO_4 、 AgCl
元素之 最	(1)地壳中含量最多的元素是氧(O) (2)地壳中含量最多的金属元素是铝(Al) (3)人体中含量最多的金属元素是钙(Ca)	



考点一


考点二

考点三

其他

- (1)使带火星木条复燃的气体是 O_2
- (2)使澄清石灰水变浑浊的气体是 CO_2
- (3)天然最硬的物质是金刚石(C)
- (4)相对分子质量最小的氧化物是 H_2O
- (5)常用的食品干燥剂是生石灰 CaO
- (6)与碱反应(研磨)有 NH_3 产生的物质是铵盐





考点一

考点二

考点三

3.推断题的解题方法(根据特征进行推断)

常见的特征有:(1)反应条件特征,如:点燃、加热、高温、通电、催化剂等。

(2)物质的颜色特征如:含 Cu^{2+} 的溶液为蓝色,含 Fe^{3+} 的溶液为黄色,含 Fe^{2+} 的溶液为浅绿色,氢氧化铜为蓝色沉淀,氢氧化铁为红褐色沉淀等。

(3)物质的性质特征如:不溶于水也不溶于稀硝酸的白色沉淀有 AgCl 和 BaSO_4 ,不溶于水的白色沉淀但溶于酸,且产生能使澄清石灰水变浑浊的气体为碳酸盐等。



类型一

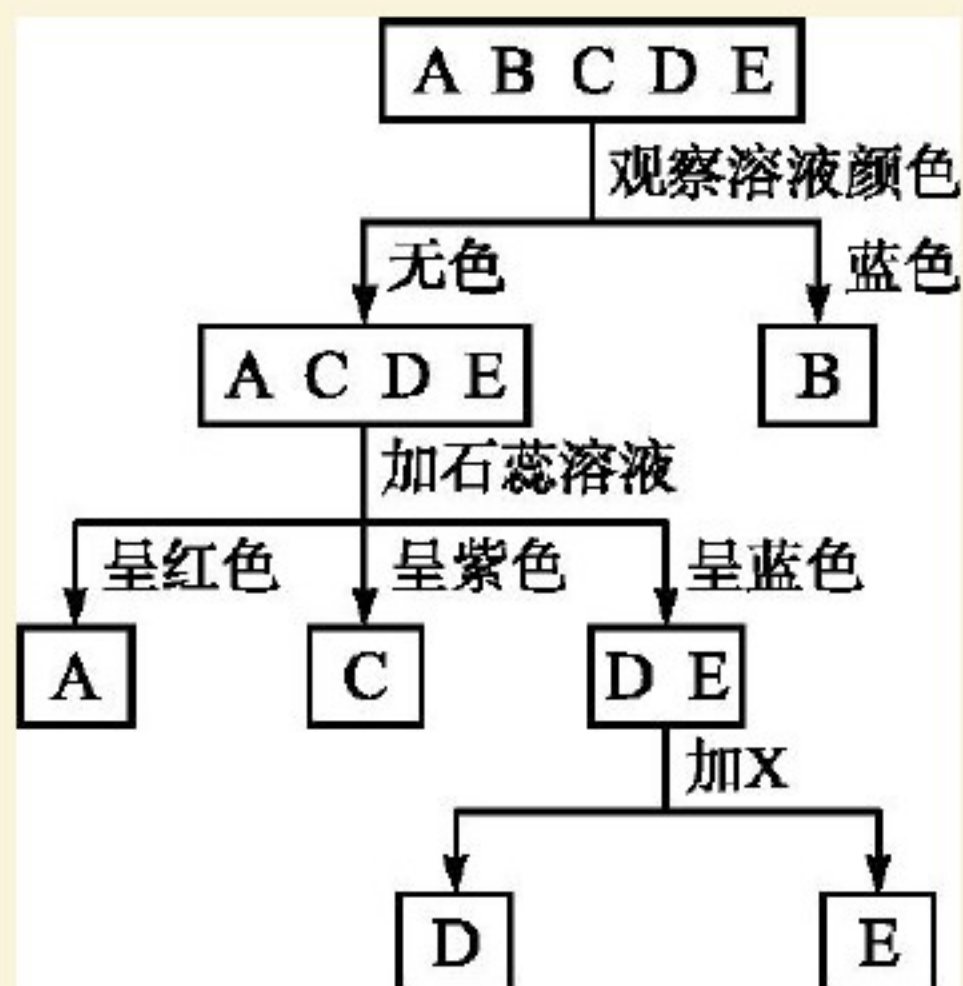
类型二

类型三

类型四

类型一物质的检验

例1(2015·天津)现有A、B、C、D、E五种溶液,它们分别是氢氧化钠溶液、硫酸铜溶液、碳酸钠溶液、氯化钠溶液和稀硫酸中的一种。鉴别它们可按下图所示的步骤进行。回答下列问题:





类型一

类型二

类型三

类型四

(1)B中的溶质是_____ (填化学式)。

(2)用X鉴别D、E时,X可以选用不同的物质。

①若X为稀盐酸,写出有气体生成的化学反应方程式:_____;

②若X为澄清石灰水,写出有沉淀生成的化学反应方程式:_____。





类型一

类型二

类型三

类型四


解析:(1)B的溶液呈蓝色,据此可知B为硫酸铜溶液,溶质的化学式为 CuSO_4 。(2)根据向A中加入石蕊溶液后,溶液呈红色,说明A显酸性,是稀硫酸;向C中加入石蕊溶液后,溶液仍为紫色,说明C显中性,是氯化钠溶液;向D、E中加入石蕊溶液,溶液呈蓝色,说明D、E显碱性,是氢氧化钠溶液和碳酸钠溶液。本题要求鉴别氢氧化钠溶液和碳酸钠溶液,①加入稀盐酸后,碳酸钠能与稀盐酸反应生成二氧化碳气体,反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{HCl} \xlongequal{\quad} 2\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$;②若加入澄清石灰水,则碳酸钠与澄清石灰水中的氢氧化钙反应生成碳酸钙沉淀,反应的化学方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{Na}_2\text{CO}_3 \xlongequal{\quad} \text{CaCO}_3\downarrow+2\text{NaOH}$ 。

答案:(1) CuSO_4

(2)① $\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{HCl} \xlongequal{\quad} 2\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$

② $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{Na}_2\text{CO}_3 \xlongequal{\quad} \text{CaCO}_3\downarrow+2\text{NaOH}$



类型一

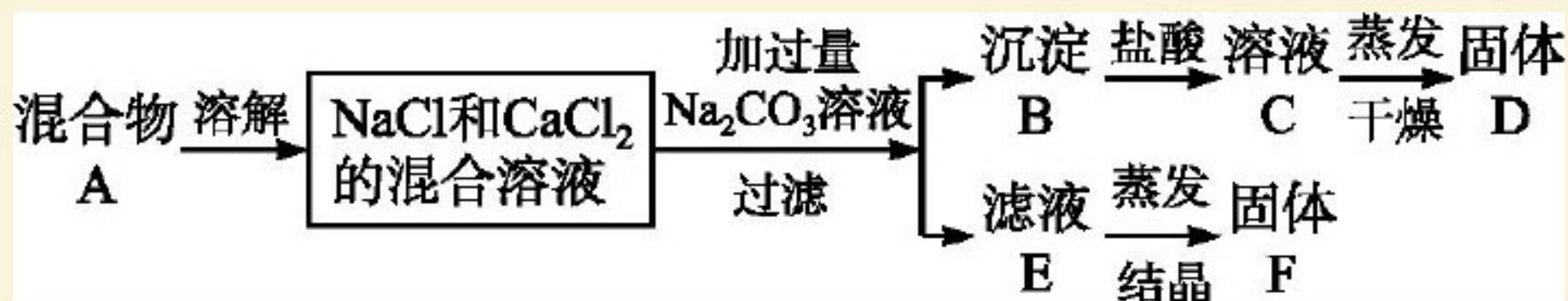
类型二

类型三

类型四

类型二物质的分离

例2(2015·贵州遵义)用如下实验方法分离NaCl和CaCl₂两种固体的混合物A,根据操作流程完成下列问题:




(1)B物质是_____。

(2)过滤操作中玻璃棒的作用是_____。

(3)经分析上述方法分离出的F含有杂质,请对该设计方案加以完善:_____。

(4)若用原操作方法,要测出混合物A中NaCl和CaCl₂的质量比,不称量D,可通过称量_____和_____的质量求解。





类型一

类型二

类型三

类型四

解析:(1)氯化钠和氯化钙的混合溶液中加入过量碳酸钠溶液,碳酸钠不与氯化钠反应,只与氯化钙反应,碳酸钠与氯化钙反应生成碳酸钙沉淀和氯化钠,所以沉淀B是碳酸钙。(2)过滤操作中玻璃棒的作用是引流。(3)由于加入的碳酸钠溶液过量,所以滤液E中的溶质有氯化钠和碳酸钠两种,因此,固体F是氯化钠和碳酸钠的混合物。为获得纯净的氯化钠,需在蒸发前加足量的盐酸,将过量的碳酸钠转化为氯化钠,所以改进的方案为向滤液E中加入足量的稀盐酸,再蒸发结晶(盐酸在蒸发时挥发,不影响固体F的纯度)。(4)要测定混合物中氯化钠和氯化钙的含量,分析分离流程,实验中引入了钠元素,所以最终所得氯化钠的质量较样品中氯化钠的质量大,所以不能称量所得氯化钠质量进行分析。由于样品中的钙元素全部转化成了碳酸钙沉淀,且碳酸钙中的钙元素全部来自于样品中的氯化钙,所以应该称量碳酸钙的质量和样品的质量进行分析。





类型一

类型二

类型三

类型四

答案:(1)碳酸钙(或 CaCO_3)

(2)引流

(3)向滤液E中加入足量的稀盐酸,再蒸发结晶

(4)A B



类型一

类型二

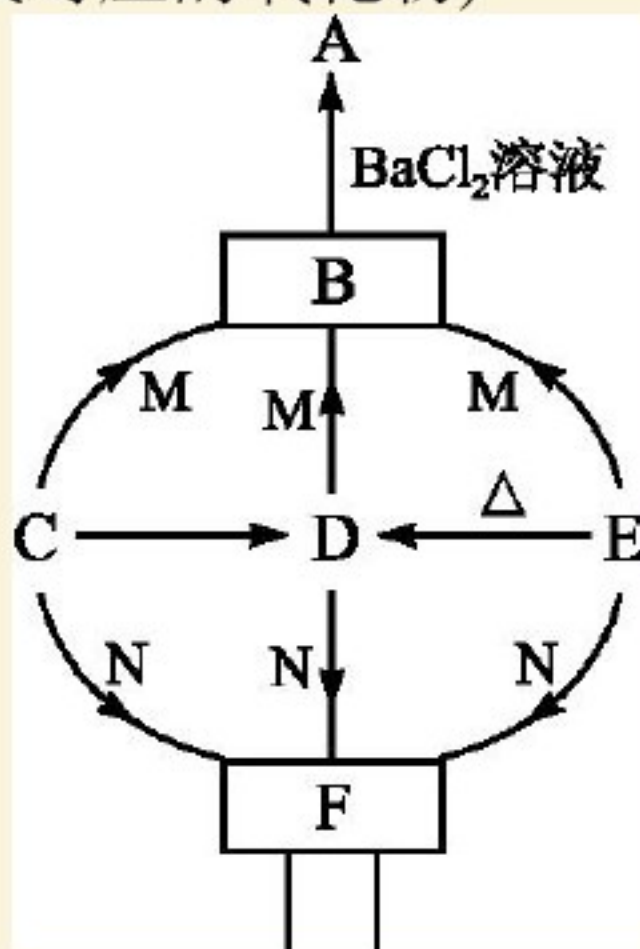
类型三

类型四

类型三物质的推断

例3(2015·广东佛山)A~N是初中学过的物质。D是相对分子质量为40的氧化物,A是不溶于稀硝酸的白色沉淀,E是难溶于水的白色沉淀,实验室通常用N来制取 CO_2 。下图是这些物质的转化关系,部分反应物、生成物及反应条件已省略。

(注:难溶性碱加热分解生成对应的氧化物)





类型一

类型二

类型三

类型四

(1)写出化学式:A_____ ;N_____。


(2)写出E→B的化学反应方程式:_____。

(3)由F生成E需加入的物质是_____。

(4)C在空气中燃烧生成D的实验现象是_____。

C在空气中燃烧除了生成D之外,也可能与空气中的氮气生成氮化物(氮元素化合价为-3价),该氮化物的化学式是_____。



类型一

类型二

类型三

类型四

解析:D是相对分子质量为40的氧化物,因此D是氧化镁;A是不溶于稀硝酸的白色沉淀,可能是硫酸钡或氯化银;E是难溶于水的白色沉淀,可以加热产生氧化镁,因此E是氢氧化镁;氢氧化镁和氧化镁都能够和M反应产生B,B和氯化钡反应产生A,因此A是硫酸钡沉淀,则B是硫酸镁,M是硫酸;氧化镁和氢氧化镁都能和N反应产生F,且实验室通常用N制取 CO_2 ,因此N是盐酸,则F是氯化镁;C能够和硫酸反应产生B(硫酸镁),和N(盐酸)反应产生氯化镁,因此C是镁。(1)A是硫酸钡,N是盐酸。

(2) $\text{E} \rightarrow \text{B}$ 的反应是氢氧化镁和硫酸反应,反应的化学方程式为 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$

$\xlongequal{\quad} \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(3)由氯化镁得到氢氧化镁,应该是和可溶性的碱反应,

如氢氧化钠等。(4)镁在空气中燃烧的现象为发出耀眼的白光,放出大量的热,生成白色固体;镁和氮气生成氮化镁,其中镁元素为+2价,氮元素为-3价,化学式为 Mg_3N_2 。





类型一

类型二

类型三

类型四


答案:(1) BaSO_4 HCl

(2) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xlongequal{\quad} \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) NaOH (或 KOH 等)

(4)发出耀眼的白光,放出大量的热,生成白色固体 Mg_3N_2



类型一

类型二

类型三

类型四

【变式训练】 某学习小组的同学欲探究某固体混合物A的成分,已知A中可能含有 NH_4Cl 、 CuCl_2 、 Na_2SO_4 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 四种物质中的两种或多种。按如图所示进行探究实验,出现的现象如图中所述(设过程中所有发生的反应都恰好完全反应)。





类型一

类型二

类型三

类型四

试根据实验过程和发生的现象做出判断,填写以下空白:


(1)在常温下,气体B的水溶液pH_____ (填“大于”“小于”或“等于”)7。

(2)写出1个步骤④中生成沉淀G的化学方程式:_____。

(3)无色溶液F中,肯定存在的酸根离子是_____,该溶液中共存在
种溶质。

(4)固体混合物A中,肯定存在的物质是_____(写化学式),上述物
质肯定存在的理由是_____。



类型一

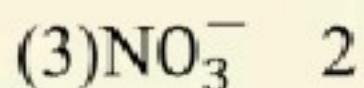
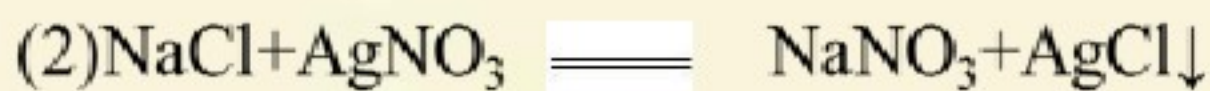
类型二

类型三

类型四

解析:题中所给的各种物质都溶于水,氯化铜在溶液中显蓝色,铵态氮肥和碱混合会生成氨气,氨气的水溶液显碱性,氯离子和银离子会生成白色的氯化银沉淀,硫酸根离子和钡离子会生成白色的硫酸钡沉淀,硫酸钡沉淀、氯化银沉淀不溶于酸,在混合物A中加入氢氧化钠溶液,得到气体B和溶液C,所以混合物A中一定不含氯化铜,一定含有氯化铵。氯化铵和氢氧化钠反应生成氨气,氨气溶于水形成氨水,氨水显碱性,所以溶液C中含有氯化钠。混合物A中加入稀硫酸,得到溶液D和沉淀E,所以混合物A中含有硝酸钡。硝酸钡和硫酸反应会生成白色的硫酸钡沉淀和硝酸,氯化钠和硝酸银反应生成氯化银沉淀和硝酸钠。

答案:(1)大于



(4) NH_4Cl 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 氢氧化钠和混合物A反应生成的气体通入石蕊中变蓝色,加入硫酸会生成不溶于硝酸的白色沉淀E





类型一

类型二

类型三

类型四

类型四物质的除杂

例4(2015·江苏苏州)食盐是一种重要的化工原料。请回答下列问题。


(1)请完善实验室除去粗盐中泥沙等难溶性杂质的实验步骤。

溶解 → 操作 I → 蒸发

①操作 I 所用的玻璃仪器有:烧杯、玻璃棒和_____。

②在蒸发过程中,待_____时,停止加热,利用余热将滤液蒸干。



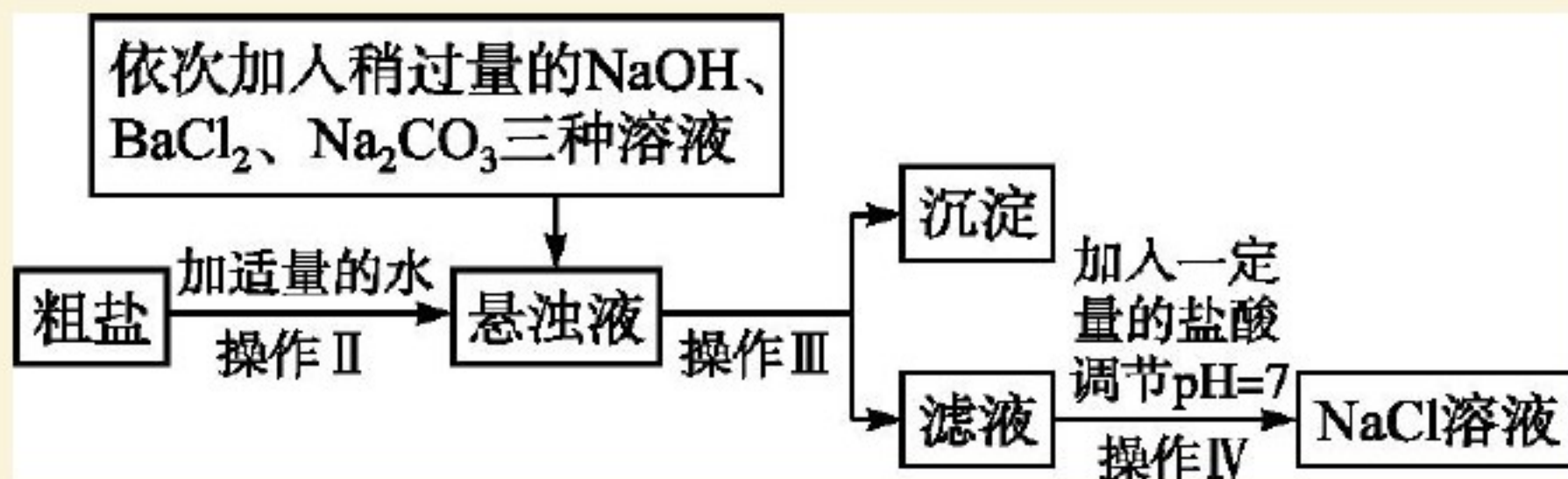
类型一

类型二

类型三

类型四


(2)由于粗盐中含有少量 MgCl_2 、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 等杂质,不能满足化工生产的要求,因此必须将粗盐进行精制。流程如下图所示。



①加入稍过量的 Na_2CO_3 溶液除了能除去粗盐中的 CaCl_2 外,它还有一个作用是____(用化学方程式表示)。

②通过操作Ⅲ所得滤液中的溶质有____(用化学式表示)。

(3)若有溶质的质量分数为10%的氯化钠不饱和溶液100 kg,要将其变成20℃时氯化钠的饱和溶液,以满足化工生产的需要,可采用的最简便方法是____(已知:20℃时氯化钠的溶解度为36 g)。





类型一

类型二

类型三

类型四

解析:(1)①操作 I 是过滤,所用的玻璃仪器有:烧杯、玻璃棒和漏斗。②在蒸发过程中,待蒸发皿中出现较多固体时,停止加热,利用余热将滤液蒸干。(2)①题目中氢氧化钠的作用是除去氯化镁,氯化钡的作用是除去硫酸钠,而此时氯化钡是过量的,因此稍过量的 Na_2CO_3 溶液除了能除去粗盐中的 CaCl_2 外,还要除去过量的氯化钡;通过操作 III 所得滤液中的溶质有氯化钠、碳酸钠、氢氧化钠。②若有溶质的质量分数为 10% 的氯化钠不饱和溶液 100 kg,要将其变成 20°C 时氯化钠的饱和溶液,以满足化工生产的需要,可采用的最简便方法是继续加入氯化钠固体,设加入

的量为 x , 则 $\frac{100 \text{ kg} \times 10\% + x}{100 \text{ kg} + x} \times 100\% = \frac{3.6 \times 10^{-2} \text{ kg}}{3.6 \times 10^{-2} \text{ kg} + 0.1 \text{ kg}} \times 100\%$, 解得 $x = 22.4 \text{ kg}$ 。

答案:(1)①漏斗 ②蒸发皿中出现较多固体

(2)① $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ ② Na_2CO_3 、 NaCl 、 NaOH

(3)加入 22.4 kg 氯化钠固体

