

简析化学实验方案的设计与评价在高考中的考查

云南省曲靖市会泽县茆旺高级中学 654200 宁小进

化学实验方案的设计与评价是高考中的高频考点,主要考查中学化学实验基础知识、基本技能和实际实验中的常识,涉及到物质的制备、混合物的分离与提纯、物质及离子的检验、化学反应原理等知识点的考查。只有掌握了物质的性质和相关化学反应原理,侧重分析和实验技能的积累,才能更准确地解决此类问题,以达到题中的目的和要求。

例1 图1所示实验装置应用于铜与浓硫酸反应制取二氧化硫和硫酸铜晶体,能达到实验目的的是()。



图1

- A. 用图1甲装置制取并收集二氧化硫
 B. 用图1乙装置向反应后的混合物中加水稀释
 C. 用图1丙装置过滤出稀释后混合物中的不溶物
 D. 用图1丁装置将硫酸铜溶液蒸发浓缩后冷却结晶

解析 本题以铜与浓硫酸反应制取二氧化硫和硫酸铜晶体为题材,结合图示,考查了反应制备装置、气体收集原理及反应后物质的分离原理等。二氧化硫比空气重,瓶口向上,又在密闭系统收集,故收集时进气管应伸到瓶底,出口管在瓶口,故选项A错误。反应后的混合物有浓硫酸,浓硫酸密度比水大,稀释放出大量的热,图1乙装置是向反应后的混合物中加水稀释,会导致水沸腾向外飞溅伤人,存在安全隐患,应把反应后的混合物慢慢加入水中并不断搅拌,故选项B错误。图1丙是考查了过滤操作,未用玻璃棒引流,故选项C错误。选项D是从硫酸铜溶液蒸发浓缩后冷却结晶获得硫酸铜晶体,故选项D正确。答案:D

例2 表1所列实验操作正确且能达到预期

目的是()。

表1

实验目的	操作
A 欲证明 $\text{CH}_2 = \text{CHCHO}$ 中含有碳碳双键	滴入酸性 KMnO_4 溶液
B 欲除去苯中混有的苯酚	向混合液中加入浓溴水,充分反应后,过滤
C 证明 SO_2 具有漂白性	将 SO_2 通入酸性 KMnO_4 溶液中
D 确定碳和硅两元素非金属性强弱	测同温同浓度 Na_2CO_3 和 Na_2SiO_3 水溶液的 pH

解析 本题以表格形式呈现,考查了化学实验设计方案正误判断的知识。选项A的实验目的用酸性 KMnO_4 溶液来证明 $\text{CH}_2 = \text{CHCHO}$ 中含有碳碳双键,而 $\text{CH}_2 = \text{CHCHO}$ 中含有碳碳双键和醛基,酸性 KMnO_4 溶液可以把两者氧化而褪色,达不到证明 $\text{CH}_2 = \text{CHCHO}$ 中含有碳碳双键,故选项A错误。选项B的实验目的是欲除去苯中混有的苯酚,苯酚与浓溴水反应生三溴苯酚不溶于水,但能溶于苯,所以除去了苯酚又引进了新的三溴苯酚杂质,故选项B错误。选项C欲证明 SO_2 具有漂白性, SO_2 的漂白原理是 SO_2 与某些有色物质溶液发生化学反应生成无色不稳定的物质,具有漂白性,而本题的操作是将 SO_2 通入酸性 KMnO_4 溶液中,是因为 SO_2 的还原性,将酸性 KMnO_4 还原而使酸性 KMnO_4 溶液褪色,故选项C错误。选项D是利用了非金属性越强,其对应的最高价含氧酸的酸性越强,形成的最高价含氧酸钠盐的水解程度就越弱的原理,因非金属最高价含氧酸钠盐水解呈碱性,所以可利用测定溶液的 pH 大小来比较碳和硅两元素非金属性强弱,方案可行且好操作,故选项D正确。答案:D

例3 图2所列各装置能够达到相应实验目的的是()。

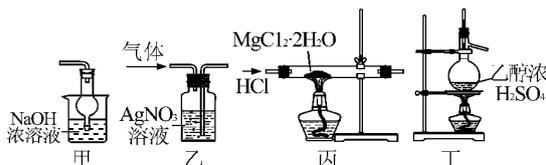


图2

- A. 用装置甲除去乙酸乙酯中混有的少量乙酸 ▶

物质结构规律归纳

江西省修水县第一中学 332400 曾幼森

1. 原子结构的几条规律

质子数 Z = 原子序数 = 核电荷数 = 核外电子数 (e^-)

近似相对原子质量 = 质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

主族元素最外层电子数 = 最高正化合价 = 主族序数

2. 离子 (M^{n+} 或 M^{n-}) 结构几条规律

(1) 核电荷数 (Z) = 核外电子数 (e^-) + 化合价 (q)

如 S^{2-} : 核电荷数 (Z) = $18 + (-2) = 16$ 。

(2) 同电子层结构规律

核外电子层结构相同的离子,其核外电子数一定相同。且化合价越低的离子,核电荷数越小,离子半径越大,还原性越强;化合价越高的离子,核电荷数越大,离子半径越小,氧化性越强。反之亦然。 S^{2-} 、 Cl^- 、 K^+ 、 Ca^{2+} 四种离子核外电子层结构均为 2 8 8。核外电子数均为 18 个,原子序数 $S^{2-} < Cl^- < K^+ < Ca^{2+}$, 离子半径: $S^{2-} > Cl^- > K^+ > Ca^{2+}$, 还原性 $S^{2-} > Cl^-$, 氧化性 $K^+ < Ca^{2+}$ 。

3. 等电子规律

(1) 在每个周期中的稀有气体的原子与同周期的非金属元素的阴离子和其下邻周期的主族金属元素的阳离子具有相同的电子数,即互为等电子体。如: O^{2-} 、 F^- 、 Ne 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 。

(2) 每个周期的稀有气体原子与同周期的非金属元素的氢化物分子以及某些非金属元素的氢化物分离出 H^+ 或与 H^+ 化合后生成的离子互为等电子体。如: Ne 、 H_2O 、 H_3O^+ 、 OH^- 、 NH_3 、 NH_4^+ 、 NH_2^- 、 CH_4 等都互为等电子体。

4. 原子序数的奇偶规律

偶数主族元素的原子序数必为偶数,其化合价也必为偶数;奇数主族元素的原子序数必为奇数,其化合价也必为奇数。如:第 7(奇数)主族(VII A)元素 F 、 Cl 、 Br 、 I 的原子序数分别为 9、17、35、53,全为奇数,它们的正化合价分别有 +1、+3、+5、+7 也全为奇数。第 6(偶数)主族(VIA)元素 O 、 S 、 Se 、 Te 、 Po 的原子序数分别为 8、16、34、52、84,全为偶数,所具有的正化合价全为偶数: +4、+6。

例 1 其短周期中的两元素可以形成原子个数比为 2:3 的化合物,则这两种元素的原子序数之差不可能是()。

A. 1 B. 3 C. 5 D. 6

简析 设该化合物为 X_2Y_3 ,可知 X 元素的化合价应为奇数,而 Y 元素的化合价为偶数,其原子序数也为偶数,据奇数加减偶数仍是奇数的数学原理,只有 D 为偶数,应选 D。

5. 主族元素金属性和非金属性及其强弱的判断规律

设元素电子层数为 n ,最外层电子数为 q ,则

- B. 用装置乙除去氯气中的少量氯化氢
- C. 用装置丙制取无水 $MgCl_2$
- D. 用装置丁制取乙烯

解析 图 2 甲中 $NaOH$ 浓溶液除去乙酸乙酯中混有的少量乙酸,乙酸乙酯在 $NaOH$ 浓溶液中会发生水解而影响乙酸乙酯的产量,方案设计不严密,故选项 A 错误。图 2 乙中的目的是用 $AgNO_3$ 溶液除去氯气中的少量氯化氢,氯气能与水反应生成盐酸和次氯酸,与 $AgNO_3$ 反应生成 $AgCl$ 沉淀,促进氯气与水反应, $AgNO_3$ 溶液也能吸收氯气,所以选项 B 方案设计错误。 $MgCl_2$ ·

$2H_2O$ 在加热时发生促进 Mg^{2+} 的水解,生成 $Mg(OH)_2$, $Mg(OH)_2$ 受热分解生成 MgO ,所以在氯化氢气流保护下抑制装置 Mg^{2+} 的水解,并以氯化氢气流带走结晶水,故选择项 C 正确。图 2 丁是用浓硫酸与乙醇在 $170^\circ C$ 条件下反应制备乙烯,该反应对温度控制要求较高,否则副反应较多,乙烯的产率低,温度控制不好就得不到乙烯,若反应温度在 $140^\circ C$ 时主要生成乙醚,所以要用温度计来调控反应液的温度,温度计的水银球应插入液面以下,故选项 D 错误。答案: C

(收稿日期:2016-06-25)