

# 第1章

# 认识化学科学

## 第1节 走进化学科学



### 对点上分

**1. B** 【解析】根据表格中化学家及其对应的贡献分析可知, B 正确。

化学家	贡献	意义
波义耳	提出化学元素的概念	标志着近代化学的诞生
拉瓦锡	提出氧化学说	使近代化学取得了革命性的进展
门捷列夫	发现元素周期律	把化学元素及其化合物纳入一个统一的理论体系
阿伏加德罗	提出分子学说	系统地解决了在物质组成和原子量测定方面存在的混乱问题

**2. C** 【解析】烧制陶瓷、冶炼金属、酿造酒类的过程中都有新物质生成,都发生了化学变化, A 正确;通过现代科学技术,化学家可以在微观层面上操纵分子和原子,组装分子材料、分子器件和分子机器等, B 正确;实验仍然是验证理论、获取实验数据的重要手段,对于理解和应用化学知识具有不可替代的作用, C 错误;1965 年,我国科学家首次人工合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素, D 正确。

**3. A** 【解析】化学科学研究,有时不可避免会接触有毒有害物质,但化学在社会发展和文明进步中作出了巨大贡献,化学家遵循其变化规律研究,同样珍爱生命, A 错误。原子是化学变化中的最小微粒,化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的一门基础学科,是一门具有创造性和实用性的科学, B、C 正确。现代化学与能源、材料、环境、医药与健康等领域息息相关, D 正确。

**4. B** 【解析】“微温使之溶解”的操作为溶解,“以三层细纱布趁热滤去渣滓”的操作为过滤,“如需精制……清液放冷,即得到纯净铅霜”的操作为重结晶,制备过程中未涉及 B 项的蒸馏操作。

### 关键点拨

传统文化中的化学知识的分析,关键是找出题中的关键信息,再结合化学知识进行分析解答。

**5. C** 【解析】化学是一门以实验为基础的学科,实验和理论是学习化学的两种重要途径, A 正确;化学是研究物质的组成、结构、性质、转化及应用的一门学科,利用化学研究新材料,同样需要从

这几个方面考虑,B 正确;创造新的原子属于核反应,不是化学反应,C 错误;化学科学可以开发研制新型生物医用材料,促进医学科学的发展,D 正确。

6. C 【解析】钢材是铁合金,属于金属材料,A 正确; $\text{CO}_2$  由液态变为气态,会吸收热量,B 正确;二氧化碳跨临界直冷制冰技术是通过施加高压制得临界状态的流体二氧化碳,流体二氧化碳汽化实现制冷,该过程发生物理变化,该技术利用的是二氧化碳的物理性质,C 错误;应用二氧化碳跨临界直冷制冰技术,没有生成污染物,符合“绿色奥运”理念,D 正确。

## 第 1 节 节测上分

1. C 【解析】蒸、拌原料是加热煮熟过程,包含研磨、搅拌操作,A 不符合题意;淀粉发酵是淀粉水解为葡萄糖、葡萄糖转化为乙醇、乙醇转化为醋酸的过程,包含发酵、搅拌操作,B 不符合题意;清水浸淋包含溶解、过滤操作,C 符合题意;放置陈酿是除杂的过程,包含蒸发、过滤操作,D 不符合题意。
2. BC 【解析】德国化学家维勒第一次人工合成尿素,打破了无机物与有机物的界限,揭开了人工合成有机物的序幕,A 正确;提取青蒿素使用乙醚,是因为青蒿素难溶于水而易溶于乙醚,乙醚与水互不相溶且沸点低,便于与水层分离,其沸点并非主要原因,B 错误;门捷列夫发现元素周期律,把化学元素及其化合物纳入了一个统一的理论体系,对化学科学的发展起到了很大的推动作用,但近代化学科学的发展始于 17 世纪波义耳提出化学元素的概念,C 错误;英国科学家道尔顿提出原子论,为近代化学的发展奠定了坚实的基础,D 正确。
3. B 【解析】火药、指南针、造纸术、活字印刷术是中国古代的四大发明,但指南针、活字印刷术的发明不是化学史上的成就;中国是世界上最早使用化学方法进行炼铜的国家;1965 年,我国科学家第一次人工合成具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素;合成有机高分子材料不是化学史上中国对世界的贡献;1777 年,法国科学家拉瓦锡正式提出氧化学说。综合可知,属于化学史上中国对世界的贡献的是①③⑤⑦,B 符合题意。
4. A 【解析】氢氧化钙属于强碱,不能用来作补钙剂,作补钙剂的通常是  $\text{CaCO}_3$ ,A 错误;可燃冰是甲烷水合物,有望成为未来新能源,B 正确;人造金刚石的制造过程中生成了新物质金刚石,发生了化学变化,C 正确;稀有气体在通电时能发出不同颜色的光,可用来制作霓虹灯,D 正确。
5. B 【解析】“冰,水为之”中水结冰属于物理变化;蜡烛燃烧属于化学变化;榆荚随柳絮飘荡没有发生化学变化;蒸馏的过程只有物质状态发生变化,属于物理变化;故选 B。
6. C 【解析】化学科研工作者是指从事与化学有关的基础研究和应用研究的专业技术人员,可以从事具有特定功能的新分子的合成,以及安全高效和节能环保的物质转化工艺的研发等,A 正确;化学是一门重要的自然科学,具有创造性和实用性,B 正确;

水在自然界中的三态变化是物理变化,因此自然界中的物质变化不都是化学变化,C 错误;化学的特征是从宏观和微观两个角度认识物质、以符号形式表征物质、在不同层面上创造物质,将宏观与微观联系起来研究物质及其变化是化学的特点和魅力所在,D 正确。

**7. D 【解析】**将生活垃圾进行焚烧,会使垃圾中的有机物燃烧生成  $\text{CO}_2$ ,增加碳排放,A 不符合题意;多使用一次性筷子会造成大量砍伐树木,不利于减少碳排放,B 不符合题意;火力发电消耗化石能源,二氧化碳排放量增加,不利于碳中和,C 不符合题意;使用新能源汽车可以减少石油的用量,减少  $\text{CO}_2$  的排放,D 符合题意。

**8. D 【解析】**根据题干所给信息“利用激光光谱技术观测化学反应时分子中原子的运动”可知,原子内部结构无法观测,A、B、C 选项中涉及分子的分解、原子运动、分子的形成,根据题干信息是能够观察到的,D 符合题意。

## 第 2 节 研究物质性质的方法和程序

### 第 1 课时 研究物质性质的基本方法



#### 对点上分

**1. B 【解析】**将金属暴露于空气中,采用了②实验法;将两种金属分别放置,作对比,采用了④比较法;通过观察金属在空气中的变化,即采用了①观察法;故选 B。

#### 归纳总结

模型法是指通过建造和分析研究模型来认识物质的一种科学方法;假说法是以客观事实材料和科学理论为依据,对未知事实或规律所提出的一种推测性说明;分类法是分门别类地对物质及其变化进行研究。

**2. A 【解析】**假说是研究物质性质的一个步骤,但不是必要步骤,A 错误;观察法即仔细观察客观事物或现象,是一种有计划、有目的地运用感官考察研究对象的方法,B 正确;同类物质有结构或性质上的共同点,运用分类的方法可根据物质所属的类别预测物质的性质,C 正确;化学模型有助于解释一些化学现象,D 正确。

**3. D 【解析】**钠是银白色金属,硬度小,A 正确;钠易和水发生反应,钠着火后,要用干燥的沙土隔离空气来灭火,B 正确;钠易和空气中的氧气、水发生反应且密度大于石蜡油和煤油,实验室把钠保存在石蜡油或煤油中,C 正确;钠易和氧气、水等物质反应,若随意丢弃会造成火灾等安全事故,且放回原试剂瓶并不会污染其他钠单质,故实验后剩余的钠粒可放回原试剂瓶中,D 错误。

**4. D 【解析】**钠很活泼,能与氧气和水反应,所以少量钠应保存在石蜡油或煤油中,A 错误;钠原子最外层只有一个电子,易失去,所以钠原子具有较强的还原性,生成的钠离子性质稳定,B 错误;钠的导电和导热性较好,在新材料领域有用途,C 错误;钠与氧气、水等都能发生剧烈反应,性质活泼,在自然界中不能以游离态存在,D 正确。

5. C 【解析】钠的密度比水小,应浮在水面上,①错误;钠是活泼金属,立即与水剧烈反应,②正确;反应生成氢氧化钠(溶液呈碱性),反应后溶液变蓝色,③错误;钠与水反应放热,使熔点低的

提示: 碱性溶液使紫色石蕊变蓝

钠熔化成光亮的小球,④正确;反应放出氢气,推动钠球在水面上迅速游动,⑤正确;反应有气体生成,所以有“嘶嘶”的响声发出,⑥正确;综上,②④⑤⑥正确,选C项。

6. B 【解析】金属钠与煤油不反应,钠落在煤油中,无气体产生,且不会上下跳动,A 错误;钠与水反应生成 NaOH,使得水溶液呈碱性,左侧长颈漏斗滴加酚酞溶液后,水溶液变红色,B 正确;钠与水反应生成氢气,U 形管右侧压强增大,左侧液面上升进入长颈漏斗,钠在煤油和水的界面上下跳动,有氢气产生,a 处无氧气产生,C 错误;钠与水反应生成氢气,氢气燃烧产生淡蓝色火焰,

关键点  $H_2$  为可燃性气体,需要先验纯再点燃

D 错误。

**关键点拨** 钠在水和煤油的界面上下跳动的原因分析:钠遇水生成氢气,产生的气泡附着在钠块上,使钠受到的浮力增大,则钠块上浮;钠块在上浮的过程中,气泡不断破裂,使钠块受到的浮力减小,钠块下沉。

7. A 【解析】锂单质化学性质与钠类似,活泼性比钠略差,密度为  $0.534 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,比水小,所以将绿豆大的锂投入水中,锂浮在水面上,与水反应生成 LiOH 和氢气,则锂四处游动,加入几滴石蕊溶液,溶液变蓝,故②⑤正确,A 项符合题意。

## 8. C

**攻略上分** 通法攻略 1: 利用钠的活泼性解释其与水溶液反应的本质。

【解析】钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,消耗水,则恢复至原温度后,原饱和溶液会有晶体析出,剩余溶液还是饱和溶液,A 错误;Na 与水

提示: 温度不变时,饱和溶液浓度不变

反应生成 NaOH 和氢气,NaOH 与  $\text{CuSO}_4$  反应生成蓝色氢氧化铜沉淀,不会观察到紫红色的铜析出,B 错误;Na 与水反应生成 NaOH 和  $H_2$ ,产物氢氧化钠和氯化镁继续反应生成氢氧化镁沉淀,即有氢气放出,有白色沉淀生成,C 正确;Na 与水反应生成 NaOH 和氢气,氢氧化钠和氯化钠不反应,溶液不一定会变浑浊,D 错误。

提示: 当原溶液是饱和

食盐水时,消耗水会导致氯化钠晶体析出,溶液才会变浑浊

9. C 【解析】海水中的钠元素以钠离子形式存在,A 错误;钠与  $O_2$  反应时常温生成  $\text{Na}_2\text{O}$ 、加热生成  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,B 错误;氧气中氧气浓度大于空气中氧气浓度,故钠在氧气中燃烧比在空气中更剧烈,C 正确;从煤油中取出钠块,切开外皮后可以看到钠具有银白色金属光泽,D 错误。

10. B 【解析】实验时②中用于盛放钠块的坩埚需干燥,防止钠与

水反应, A 正确; 钠的熔点低, 加热时钠先熔化, 后燃烧生成淡黄色的过氧化钠, B 错误; 根据反应①可得关系式  $4\text{Na} \sim 2\text{Na}_2\text{O} \sim 4\text{e}^-$ ,

**关键点** 考查对实验现象的观察及准确表述

根据反应②可得关系式  $2\text{Na} \sim \text{Na}_2\text{O}_2 \sim 2\text{e}^-$ , 则反应①②中消耗相同质量的 Na, 转移的电子数相同, C 正确; 钠在加热条件下与氧气剧烈反应, 为了安全, 不能近距离俯视坩埚, D 正确。

**11. C** 【解析】 $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水的反应为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 不是化合反应, ①错误。  $\text{Na}_2\text{O}_2$  能与水或  $\text{CO}_2$  反应产生  $\text{O}_2$ ,

而  $\text{Na}_2\text{O}$  不能产生  $\text{O}_2$ , ②正确。  $\begin{cases} \text{Na}_2\text{O}_2 & \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaOH} \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{Na}_2\text{CO}_3, \\ \text{Na}_2\text{O} & \end{cases}$  最

终都变为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ③正确。 1 个  $\text{Na}_2\text{O}$  由 2 个  $\text{Na}^+$  和 1 个  $\text{O}^{2-}$  构成, 阴、阳离子个数比为 1:2; 1 个  $\text{Na}_2\text{O}_2$  由 2 个  $\text{Na}^+$  和 1 个  $\text{O}_2^{2-}$  构成, 阴、阳离子个数比为 1:2, ④错误。  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 生成的 NaOH 使酚酞变红, 产生  $\text{O}_2$ , 出现气泡, 同时  $\text{Na}_2\text{O}_2$  具有漂白作用, 将变红的酚酞漂白褪色, ⑤正确。 故选 C。

## 12. C

**思路导引** 向含  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的混合溶液中加入一定量的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和水反应生成 NaOH 和  $\text{O}_2$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  与 NaOH 反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  仍然存在于溶液中, 溶液可能存在  $\text{OH}^-$  或  $\text{Fe}^{3+}$ 。

**【解析】**  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和水反应生成 NaOH 和  $\text{O}_2$ , 若  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  与 NaOH 恰好完全反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 则溶液中只含有  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  一种溶质, A、B 正确; 由思路导引可知, 反应过程中没有单质参与反应, 则没有发生置换反应, C 错误;  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中含有 2 个  $\text{Na}^+$  和 1 个  $\text{O}_2^{2-}$ , 阴、阳离子的个数比为 1:2, D 正确。

## 13. (1) 2:1 盐

(2) 装置 B 中导管“短进长出”

(3) 吸收未反应的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  偏高

(4)  $\frac{39\rho V}{80m}\%$  (5) 80%

**思路导引** 稀盐酸和碳酸钙在 A 中反应生成  $\text{CO}_2$  气体, HCl 易挥发, B 中用饱和碳酸氢钠除去  $\text{CO}_2$  气体中混有的 HCl, C 中  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  反应, 原理为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ , D 中的碱石灰除去未反应的水、 $\text{CO}_2$ , 生成的  $\text{O}_2$  通过 E、F 测量体积, 据此分析计算。

**【解析】** (1)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  由  $\text{Na}^+$  与  $\text{O}_2^{2-}$  构成, 阳离子与阴离子的个数之比为 2:1;  $\text{CaCO}_3$  属于盐。

(2) 题图中有一处明显错误, 装置 B 中导管“短进长出”。

(3) 装置 D 的作用是吸收未反应的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 若无装置 D, 则

气体量偏多,测得  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的质量分数偏高。

(4) 实验结束后,装置 F 中水的体积为  $V \text{ mL}$ ,已知氧气的密度为

关键点 装置 E 中收集多少体积的氧气,就会排出多少体积的水,则 F 装置中水的体积即为  $\text{O}_2$  的体积

$\rho \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则  $\text{O}_2$  的质量为  $\rho \times \frac{V}{1\ 000} \text{ g}$ ,根据关系式  $2\text{Na}_2\text{O}_2 \sim \text{O}_2$ ,可

得过氧化钠的质量为  $\frac{\rho \times \frac{V}{1\ 000}}{32} \times 156 \text{ g}$ ,样品中过氧化钠的质量分

数为  $\frac{\frac{\rho \times \frac{V}{1\ 000}}{32} \times 156 \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{39\rho V}{80m}\%$ 。

(5) 在氧气中灼烧氧化钠转化为过氧化钠:  $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$ ,固体增加的质量为  $9.35 \text{ g} - 7.75 \text{ g} = 1.6 \text{ g}$ ,即参加反应的氧气的质量是  $1.6 \text{ g}$ ,所以参与反应的  $\text{Na}_2\text{O}$  的质量为  $6.2 \text{ g}$ ,则

该样品中  $\text{Na}_2\text{O}$  的质量分数为  $\frac{6.2 \text{ g}}{7.75 \text{ g}} \times 100\% = 80\%$ 。



### 能力上分

1. B 【解析】 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  在 Y 形管中分别与水(滴加石蕊溶液)反应,运用了实验法、观察法和比较法,没有运用分类法,B 项符合题意。

2. D 【解析】①常温下,Na 被空气中的氧气氧化生成  $\text{Na}_2\text{O}$ ,不是  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,A 错误;④中 NaOH 溶液吸收空气中的  $\text{CO}_2$  生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和水,溶液失去水,变为碳酸钠固体,因此发生的既有物理变化,又有化学变化,B 错误;③是氢氧化钠吸水潮解,NaOH 固体吸收空气中的水蒸气形成了 NaOH 溶液,C 错误;②变白色主要是因为  $\text{Na}_2\text{O}$  与空气中的水反应生成了 NaOH,D 正确。

3. D



### 攻略上分

通法攻略 1 讲解了钠和水、溶液等反应的实质,帮助你理解原理。

【解析】钠与水反应放出大量的热,所以钠熔成小球且产生少量白雾,A 正确; $\text{H}^+$  浓度越大,Na 反应越剧烈,Ⅱ中反应比Ⅰ中剧

提示: 少量白雾是水受热蒸发产生的水蒸气

烈,是因为稀盐酸中的  $\text{H}^+$  浓度比蒸馏水中的  $\text{H}^+$  浓度大很多,B 正确;Na 和  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成 NaOH,NaOH 和  $\text{CuSO}_4$  反应生成  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  蓝色沉淀,所以Ⅲ中的蓝色沉淀可能是氢氧化铜,C 正确;因为 Na 很活泼,所以先和水发生氧化还原反应生成 NaOH,NaOH 再和  $\text{CuSO}_4$  发生复分解反应生成  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  蓝色沉淀,不能据此判断  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{H}^+$  的氧化性强弱,D 错误。

4. D 【解析】由题中实验无法确定褪色是因为溶液的强碱性还是  $\text{H}_2\text{O}_2$  的强氧化性,A、B、C 错误;可利用二氧化锰和水来完善实验

提示: 两种因素同时存在时,无法确定是哪一种因素导致溶液褪色,这就需要设计对照实验,只有一种因素存在时,观察溶液能否褪色



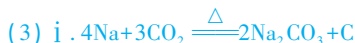
方案,先取适量水加入二氧化锰,再加入酚酞及少量氢氧化钠,看是否褪色,再取有少量气泡冒出的试管中液体,加二氧化锰作

 **提示:** 证明二氧化锰本身无漂白性

催化剂,使过氧化氢充分分解,再加酚酞,看是否变红后还能褪色,则可确定酚酞褪色的原因,D 正确。

## 5. (1) 除去 $\text{CO}_2$ 气体中的水蒸气

(2) 澄清石灰水变浑浊



### 思路导引

装置①中,  $\text{CaCO}_3$  与稀盐酸反应生成  $\text{CO}_2$  气体, 由于盐酸为挥发性酸, 所以生成的  $\text{CO}_2$  气体中混有  $\text{HCl}$  气体和水蒸气; 装置②中盛有饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液, 用于除去  $\text{CO}_2$  中混有的  $\text{HCl}$ ; 装置③中盛有浓硫酸, 用于除去  $\text{CO}_2$  中混有的水蒸气; 装置④中,  $\text{Na}$  与  $\text{CO}_2$  发生氧化还原反应; 装置⑤用于检验  $\text{CO}_2$ , 以确认是否已将装置内的空气排尽; 装置⑥用于检验  $\text{CO}$ 。

【解析】(1) 由分析可知, 装置③的作用是除去  $\text{CO}_2$  气体中的水蒸气。

(2) 实验时, 先打开①中活塞, 缓慢滴加稀盐酸, 当  $\text{CO}_2$  气体进入装置⑤时, 反应装置内的空气已被排尽, 此时澄清石灰水变浑浊, 再用酒精灯火焰加热④中的钠。

(3) i. 若装置⑥中溶液无明显变化(不产生  $\text{CO}$ ), 装置④中生成两种固体物质, 能使澄清石灰水变浑浊的气体为  $\text{CO}_2$ , 则含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 黑色固体为  $\text{C}$ , 依据得失电子守恒和质量守恒, 可得出

钠与二氧化碳反应的化学方程式为  $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ 。

ii. 若装置⑥中有黑色沉淀生成(此固体为  $\text{Pd}$ ), 装置④中只生成一种固体物质, 该固体与盐酸反应产生能使澄清石灰水变浑浊的气体( $\text{CO}_2$ ), 则依据得失电子守恒和质量守恒, 可推出钠与

二氧化碳反应的化学方程式为  $2\text{Na} + 2\text{CO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}$ 。

## 第 2 课时 研究物质性质的基本程序



### 对点上分

1. B 【解析】对  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的性质进行研究的基本程序: 观察  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的外部特征 → 预测  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的性质 → 设计并进行实验, 观察实验现象 → 对实验现象进行分析、解释, 得出结论, 即排序为 adbc, B 正确。

2. A 【解析】研究物质性质的基本步骤为①观察物质的外部特征, ②预测物质的性质, ③实验并观察现象, ④解释和得出结论, 探究溴单质的性质时, 其基本程序应该是观察溴的外部特征 → 预测溴的性质 → 做实验并观察实验现象 → 解释和得出结论。由分析可知, A 正确。

3. B 【解析】氯气是有刺激性气味的黄绿色气体, A 错误, B 正

确;氯气中氯元素为 0 价,处于中间价态,发生氧化还原反应时,既可作氧化剂,也可作还原剂,如氯气和 NaOH 的反应中氯气既是氧化剂,也是还原剂,C 错误;氯气无可燃性,D 错误。

4. B 【解析】氯气密度比空气大,能接近地面进入田鼠洞;灭鼠则利用了氯气的毒性,故利用了性质①②,B 符合题意。

5. C 【解析】红热的铜丝在氯气中剧烈燃烧,生成  $\text{CuCl}_2$  固体,现象为产生棕黄色的烟,A 正确;钠是活泼金属,在氯气中燃烧生成白色的氯化钠固体,会看到白烟,B 正确;铁与氯气反应生成棕褐色的氯化铁,溶于水形成的溶液呈黄色,C 错误;氯气能与水反应生成次氯酸和盐酸, $\text{HClO}$  不稳定,见光易分解生成  $\text{HCl}$  和氧气,久置氯水最终变为稀盐酸,D 正确。

6. AD 【解析】锌与盐酸反应生成氯化锌,锌与氯气反应生成氯化锌,A 正确;铁与盐酸反应只能生成氯化亚铁,B 错误;铁与氯气反应生成氯化铁,C 错误;铝与氯气反应生成氯化铝,铝与盐酸反应生成氯化铝,D 正确。

7. B

**攻略上分** 新制氯水中存在三分子四离子,各成分性质如何鉴别,通法攻略 2 来帮你解决问题。

【解析】新制氯水中含  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{HClO}$  分子,A 错误;氯气和水反应生成  $\text{HCl}$  和次氯酸,次氯酸具有漂白性,潮湿的氯气能使有色布条褪色,起漂白作用的微粒是  $\text{HClO}$ ,B 正确;次氯酸在光照条件下分解为氯化氢和氧气,光照新制氯水有气泡逸出,该气体是  $\text{O}_2$ ,C 错误;新制的氯水久置后,次氯酸分解为  $\text{HCl}$  和氧气, $\text{HCl}$  是强酸,酸性增强,D 错误。

8. B

**攻略上分** 新制氯水中存在三分子四离子,各成分性质如何鉴别,通法攻略 2 来帮你解决问题。

【解析】氯气与水发生反应  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ,所以新制的氯水中存在  $\text{HClO}$ , $\text{HClO}$  具有漂白性, $\text{Cl}_2$  无漂白性,A 错误;由实验现象可知,滴加新制氯水的中间区域变白,而周围变成红色,可说明  $\text{H}^+$  的扩散速度比  $\text{HClO}$  分子快,B 正确;氯水中  $\text{HClO}$  会发生反应  $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ ,久置氯水的主要溶质为  $\text{HCl}$ ,无漂白性,若用久置的氯水进行实验,pH 试纸只变红不褪色,所以现象不同,C 错误;次氯酸的漂白性属于氧化性漂白,不具有可逆性,加热不能恢复到原来的颜色,D 错误。

**易错警示** 氯水的漂白性原理不清晰

氯水能用于漂白,不是利用氯气的性质,而是利用氯气与水反应生成的  $\text{HClO}$  的性质,做题时常因忽略这一点而在归纳漂白原理的时候出现混乱。

9. B 【解析】当关闭 B 阀时,A 处未经干燥的氯气经 D 中溶液后进入 C 中,干燥的红布条看不到明显现象,说明 D 中溶液吸收了

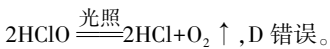


氯气或者是干燥了氯气。饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液、氢氧化钠溶液可以吸收氯气,浓硫酸可以干燥氯气,只有饱和氯化钠溶液不与氯气反应,也不能干燥氯气,故 B 项符合题意。

**10. D 【解析】**氯水呈黄绿色,说明氯水中含有  $\text{Cl}_2$ , A 正确;向新制氯水中滴入硝酸酸化的硝酸银溶液,产生白色沉淀,说明氯水中

提示:  $\text{AgCl}$  白色沉淀

含  $\text{Cl}^-$ , B 正确;向红色纸条上滴加氯水,红色纸条褪色,则氯水中含有漂白性物质, C 正确;久置氯水中的次氯酸发生了分解反应:



提示: 氯水久置变成了稀盐酸

**11. C 【解析】**漂白粉为  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  和  $\text{CaCl}_2$  的混合物,而 84 消毒液和氯水均为水溶液,故也为混合物, A 正确;漂白粉的有效成分是  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , B 正确;漂白粉是由  $\text{Cl}_2$  和石灰乳制得的, C 错误;漂白粉露置在空气中发生反应  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$ ,  $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ , 从而失效, D 正确。

**12. D 【解析】**根据活动内容,该探究活动中用到了观察法、推测法、实验法, A 错误;84 消毒液具有漂白性,可漂白 pH 试纸,需要用 pH 计测量其 pH,不能用 pH 试纸测定, B 错误;沸水易导致生成的次氯酸分解, C 错误;次氯酸不稳定,温度大于  $30^\circ\text{C}$  时,漂白效率降低的原因可能是  $\text{HClO}$  分解加快, D 正确。

**13. I.  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$   $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$**

II. a. ①

b. 若有气泡产生,则假设②或假设③成立

c. ③

d. ②

**【解析】** I. 漂白粉的主要成分为  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,次氯酸钙会与空气中的二氧化碳、水反应生成  $\text{CaCO}_3$  而变质,除  $\text{CaCl}_2$  外,该样品中可能存在的其他固体物质为  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  和  $\text{CaCO}_3$ 。假设①:该漂白粉未变质,含  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ;假设②:该漂白粉全部变质,含  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ ;假设③:该漂白粉部分变质,既含有  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,又含有  $\text{CaCO}_3$ 。

II. 实验①:  $\text{CaCO}_3$  可与盐酸反应放出气体,加入适量稀盐酸溶解后,若无气泡生成,则假设①成立;若有气泡产生,证明含有  $\text{CaCO}_3$ ,则假设②或假设③成立;实验②:  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  可使品红溶液褪色,向实验①反应后的试管中滴入 1~2 滴品红溶液,振荡,若品红溶液褪色,证明含有  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,结合实验①中的 b 判断,则假设③成立;若品红溶液不褪色,证明不含  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,结合实验①中的 b 判断,则假设②成立。

## 第 2 节 节测上分

**1. D 【解析】**观察、实验、分类、比较等是研究物质性质的基本方

法,A 正确;观察法是一种有计划、有目的地运用感官考察研究对

提示: 仔细观看客观事物或现象

象的方法,因此利用观察法观察物质的外部特征,如物质的颜色、存在状态等,B 正确;相同类别的物质的性质相似,可用分类的方法预测,C 正确;探究物质性质的基本程序是观察物质的外部特征、预测物质的性质、实验和观察、解释和结论,D 错误。

2. D 【解析】泡沫灭火器中物质反应生成  $\text{CO}_2$ ,且带有水蒸气,都能与金属钠及其燃烧产物  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应,且反应可生成易燃性气体  $\text{H}_2$  和助燃性气体  $\text{O}_2$ ,会扩大火势,①不正确;二氧化碳通过  $\text{Na}_2\text{O}_2$  粉末,发生反应  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ,反应后固体由  $\text{Na}_2\text{O}_2$  转化为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,固体物质的质量增加,②正确;切开的金属钠暴露在空气中,与  $\text{O}_2$  反应生成  $\text{Na}_2\text{O}$ ,光亮表面逐渐变暗,③不正确; $\text{Na}_2\text{O}_2$  (阴离子为  $\text{O}_2^{2-}$ 、阳离子为  $\text{Na}^+$ ) 与  $\text{Na}_2\text{O}$  (阴离子为  $\text{O}^{2-}$ 、阳离子为  $\text{Na}^+$ ) 两物质中阴、阳离子的数目比均为 1:2,④正确。故选 D。

3. A 【解析】过氧化钠与水反应生成氧气,且反应放热,故脱脂棉燃烧,A 正确;钠与  $\text{CuSO}_4$  溶液的反应中,钠先与水反应,产生氢

提示: 脱脂棉的着火点较低

氧化钠和氢气,然后氢氧化钠与硫酸铜反应产生氢氧化铜蓝色沉淀,故钠性质虽然活泼,但是不能从硫酸铜溶液中置换出金属 Cu,B 错误;灼烧金属钠的反应应在坩埚中进行,钠燃烧,没有火星四射,发出黄色火焰,生成淡黄色固体,C 错误;氢气在氯气中安静燃烧,发出苍白色火焰,生成的  $\text{HCl}$  与水蒸气形成白雾,不是烟雾,D 错误。

提示: 白雾是盐酸小液滴,而烟雾中既有固体小颗粒,又有小液滴

4. B 【解析】氯水中  $\text{Cl}_2$  与水发生反应产生  $\text{HCl}$ 、 $\text{HClO}$ ,反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ , $\text{HClO}$  不稳定,经光照分解生成  $\text{HCl}$ , $\text{HCl}$  的酸性强于  $\text{HClO}$ ,溶液的 pH 减小,故在 0~150 s,氯水 pH 降低,A 正确;新制氯水显浅黄绿色,说明氯水中含有  $\text{Cl}_2$ ,氯水中  $\text{HClO}$  具有强氧化性,能起到漂白、杀菌、消毒作用, $\text{Cl}_2$  没有漂白性,B 错误;由题图可知,0~150 s, $\text{Cl}^-$  浓度增大, $\text{O}_2$  体积分数增大,原因是弱酸  $\text{HClO}$  不稳定,经光照分解生成  $\text{HCl}$  和  $\text{O}_2$ ,溶液中离子浓度增大,故氯水的导电能力逐渐增强,C、D 正确。

5. D 【解析】该同学在研究  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的性质时进行了  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$ 、浓盐酸的反应的实验(即采用实验法),观察了实验现象和生成物的颜色等(即采用观察法),比较了两个实验的现象(即采用比较法),A 正确;实验 I、II 试管壁均发热,故均为放热反应,B 正确;实验 II 有刺激性气味气体产生,溶液呈浅黄绿色,推测出可能生成了  $\text{Cl}_2$ ,

提示: 氯气的特性

C 正确;化学方程式中 H 原子不守恒,D 错误。

关键点  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$  反应的化学方程式配平较难,容易出错,初学时要特别记忆

6. AB 【解析】A 装置是实验室制取  $\text{CO}_2$  的装置,由于石灰石(或

大理石)和稀硫酸反应生成的微溶的  $\text{CaSO}_4$  会附着在石灰石(或大理石)表面,阻止反应进一步进行,故所用试剂应是石灰石(或大理石)和稀盐酸,反应的化学方程式为  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{CaCl}_2$ , A 错误;碳酸钠溶液会与二氧化碳反应,所以 B 装置中应加入饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液以除去  $\text{CO}_2$  中混有的  $\text{HCl}$ ,避免干扰实验, B 错误; C 装置的 U 形管中盛放过氧化钠,与二氧化碳、水反应生成碳酸钠、氢氧化钠和氧气, D 装置中应盛放  $\text{NaOH}$  溶液,其目的是除去未反应完的  $\text{CO}_2$ , C 正确; E 装置中收集到的气体为氧气,能使带火星的木条复燃, D 正确。

## 7. C



**思路导引** 加热固体混合物发生反应:  $3\text{MnO}_2 + 4\text{FeCl}_3 \cdot$

$6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{MnCl}_2 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 24\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ , 生成  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HCl}$ , 同时  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  受热失去结晶水,  $\text{HCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$  结合形成盐酸小液滴而形成白雾, 生成的氯气和淀粉-KI 溶液中的  $\text{I}^-$  反应生成  $\text{I}_2$ , 故溶液变蓝色。

**【解析】**已知  $\text{FeCl}_3$  升华温度为  $315^\circ\text{C}$ , 则黄色气体可能是  $\text{FeCl}_3$  升华产生, 为保证实验严谨性应另设置加热  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的对照实验, A 正确; 由题意及分析可知, 黄色气体中可能含有氯化氢、氯化铁和氯气, B 正确; 氯化铁能与碘化钾溶液发生氧化还原反应生成碘单质, 会干扰氯气的检验, 由于氯气能与饱和碳酸氢钠溶液反应, 故吸收黄色气体中氯化铁的试剂应选择饱和食盐水, C 错误; 二氧化锰与  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnCl}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  及水, 反应的化学方程式为  $3\text{MnO}_2 + 4\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{MnCl}_2 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 24\text{H}_2\text{O}$ , D 正确。

8. (1)  $\text{Cl}_2$     $\text{NaCl}$     $\text{NaClO}$    (2)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$

(3)  $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$



**思路导引** 常温下, A 是可用来对自来水进行消毒的黄色绿色气体单质, 则 A 为  $\text{Cl}_2$ , 氯气与水反应生成  $\text{HCl}$  和  $\text{HClO}$ , 氯气与氢气反应生成 D, 故 D 为  $\text{HCl}$ , B 为  $\text{HClO}$ , 氯气与氢氧化钠反应生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaClO}$  和水;  $\text{HCl}$  与氢氧化钠反应生成 C, 则 C 为  $\text{NaCl}$ , E 为  $\text{NaClO}$ 。

**【解析】**(1) 由思路导引可知, A 为  $\text{Cl}_2$ , C 为  $\text{NaCl}$ , E 为  $\text{NaClO}$ 。

(2)  $\text{Cl}_2$  与水反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ 。

(3) 多余的  $\text{Cl}_2$  用  $\text{NaOH}$  溶液吸收, 其反应的化学方程式为  $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

9. (1)  $\text{Cl}_2$

(2) 漂白

(3)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCl}$

(4)  $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$

(5) 1 mL 蒸馏水   红色褪去



【解析】(1)氯气呈黄绿色,氯水中除  $\text{Cl}_2$  外其他成分都呈无色,所以氯水呈黄绿色,说明其中含有  $\text{Cl}_2$ 。

(2)实验一:酸性物质能使紫色石蕊溶液变红色,氯水中加入紫色石蕊溶液后变红色说明氯水呈酸性,后来溶液褪色,说明氯水具有漂白性。

(3)  $\text{Cl}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{HCl}$  和  $\text{HClO}$ ,反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$ 。

(4)红色不褪去,说明溶液经光照后不存在  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}$  不稳定,光照下易分解生成  $\text{HCl}$  和氧气,反应的化学方程式为  $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(5)实验四证明了实验三中“红色不褪去”不是因为氯水被稀释所致,应该加入溶剂使溶液变稀观察红色是否褪去,所以所加试剂是 1 mL 蒸馏水,现象是溶液红色褪去。

(6)取实验三的白色沉淀,洗涤,用饱和氯化钠溶液浸泡,取上层清液,滴加 2 滴紫色石蕊溶液,一段时间后,颜色褪去,说明浸泡后有  $\text{HClO}$  生成,则沉淀中应该含有  $\text{AgClO}$ ,反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{AgClO} \downarrow + 2\text{HNO}_3$ 。

## 第 3 节 化学中常用的物理量——物质的量

### 第 1 课时 物质的量 摩尔质量



#### 对点上分

**1. A** 【解析】物质的量是一个物理量,表示含有一定数目粒子的集合体,不是物质的质量,A 错误;3 mol  $\text{O}_2$  与 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  所含原子数相等,均为  $6N_A$ ,B 正确;物质的量只适用于描述分子、原子、离子、质子、中子、电子等微观粒子,C 正确;“1 mol 氢”没有指出具体的微粒是什么,所以这种说法不对,而“1 mol  $\text{O}_2$ ”指的是 1 mol 氧分子,指明了具体微粒,D 正确。

**2. B** 【解析】有些物质不是由分子构成,1 mol 任何分子所含有的分子数都相同,A 错误;物质的量是国际单位制中的一种基本物理量,摩尔是物质的量的单位,简称摩,符号为 mol,B 正确;物质的量是连接宏观物体与微观粒子的桥梁和纽带,可以把宏观物质的质量与微观粒子的数量联系起来,C 错误;水分子是由氢原子和氧原子构成的,1 mol 水分子中含有 2 mol 氢原子和 1 mol 氧原子,D 错误。

**3. B** 【解析】每个  $\text{H}_2\text{SO}_4$  分子中含有 4 个氧原子, $a$  mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中含有  $b$  个氧原子,则  $4a \text{ mol} \times N_A = b, N_A = \frac{b}{4a} \text{ mol}^{-1}$ ,B 正确。

**4. B** 【解析】钠原子核外有 11 个电子,钠原子失去 1 个电子形成钠离子,2.3 g 钠离子所含电子数目为  $N_A$ ,A 正确;2 g  $\text{H}_2$  的物质的量为 1 mol,含 2 mol 氢原子,则含有  $2N_A$  个 H 原子,B 错误;1 个氨分子中含有 10 个电子,17 g  $\text{NH}_3$  的物质的量为 1 mol,含

电子数目为  $10N_A$ , C 正确;  $N_A$  个  $O_2$  分子的质量为 32 g,  $N_A$  个  $H_2$  分子的质量为 2 g, 质量之比为 16 : 1, D 正确。


**5. D** 【解析】摩尔质量的单位为  $g \cdot mol^{-1}$ , 则硫酸( $H_2SO_4$ )和磷酸( $H_3PO_4$ )摩尔质量都是  $98 g \cdot mol^{-1}$ , A、C 错误; 硫酸( $H_2SO_4$ )和磷酸( $H_3PO_4$ )的物质的量相同, 但不一定是 1 mol, B 错误; 硫酸( $H_2SO_4$ )和磷酸( $H_3PO_4$ )的物质的量相同, 每个分子中都含有 4 个 O 原子, 则它们所含有的氧原子数相同, D 正确。

**6. B** 【解析】Ca 的摩尔质量是  $40 g \cdot mol^{-1}$ , A 错误;  $O_2$  和  $O_3$  的最简式均为 O, 等质量的  $O_2$  和  $O_3$  中所含的氧原子数相同, B 正确;  $H_2O$  的摩尔质量为  $18 g \cdot mol^{-1}$ , C 错误; 碳酸氢钠中不含碳酸根离子, D 错误。

**易错警示** 摩尔质量以“ $g \cdot mol^{-1}$ ”为单位时, 数值与相对分子(或原子)质量相同, 摩尔质量是物质的固有属性, 与“物质的量”的多少没有关系。

**7. B** 【解析】 $O_2^-$  中氧元素的平均化合价为  $-\frac{1}{2}$ ,  $O_3^-$  中氧元素的平均

化合价为  $-\frac{1}{3}$ , A 错误;  $O_2$ 、 $O_2^-$  的摩尔质量相同, 均为  $32 g \cdot mol^{-1}$ ,

 **提示:**  $O_2$  和  $O_2^-$  只相差一个电子,

而电子的质量非常小, 可以忽略不计

B 正确;  $O_2^-$ 、 $O_3^-$  中电子数分别为 17、25, 则等物质的量的  $O_2^-$ 、 $O_3^-$  含有的电子数不同, C 错误; 等物质的量的  $O^-$ 、 $O_2^-$ 、 $O_3^-$  带有相同的电荷数,  $O^-$ 、 $O_2^-$ 、 $O_3^-$  的摩尔质量依次为  $16 g \cdot mol^{-1}$ 、 $32 g \cdot mol^{-1}$ 、 $48 g \cdot mol^{-1}$ , 则等质量的  $O^-$ 、 $O_2^-$ 、 $O_3^-$  的物质的量不同, 带有的电荷数不同, D 错误。

**8. (1) 0.35 (2)  $2N_A$  (3) ①  $\frac{m}{2d} mol$  ②  $6d$**

【解析】(1) 0.2 mol  $H_3PO_3$  含  $0.2 mol \times 7 = 1.4 mol$  原子, 与  $\frac{1.4 mol}{4} = 0.35 mol H_2O_2$  所含原子数相等。

(2) 3.4 g  $NH_3$  的物质的量为 0.2 mol, 含有  $0.2 mol \times 10 = 2 mol$  质子, 数目为  $2N_A$ 。

(3) ①若所得混合气体与  $H_2$  的相对密度为  $d$ , 其平均相对分子质量为  $2d$ , 结合质量守恒, 混合气体总质量为  $m g$ , 则

物质的量为  $\frac{m g}{2d g \cdot mol^{-1}} = \frac{m}{2d} mol$ 。②  $NH_4HCO_3 \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow +$

$H_2O \uparrow + CO_2 \uparrow$ , 则  $NH_4HCO_3$  的物质的量为  $\frac{1}{3} \times \frac{m}{2d} mol$ ,  $NH_4HCO_3$

的摩尔质量为  $\frac{m g}{\frac{1}{3} \times \frac{m}{2d} mol} = 6d g \cdot mol^{-1}$ 。

## 第 2 课时 气体摩尔体积



### 对点上分

**1. C** 【解析】气体分子之间的平均距离比分子直径大得多, 因此粒子数目相同时, 气体体积大小取决于气体分子间的平均距离; 在相同温度和压强下, 可认为气体分子间的平均距离相等。同温

同压下, 1 mol 任何气体所占体积相同, 若为固体或液体, 则体积一般不同, C 错误。

**2. A 【解析】** 设阿伏加德罗常数为  $N_A$ , 标准状况下,  $V$  L  $\text{NH}_3$  中含有  $a$  个原子, 则  $\frac{V}{22.4} \times 4 \times N_A = a$ , 解得  $N_A = \frac{5.6a}{V} \text{ mol}^{-1}$ , 即阿伏加德罗常数为  $\frac{5.6a}{V} \text{ mol}^{-1}$ , A 正确。

**3. C 【解析】** 未注明气体所处状态, 无法计算 0.5 mol 氢气所占体积, A 错误; 标准状况下, 水不是气态, 不能用气体摩尔体积计算 1 mol 水的体积, B 错误; 氧气和臭氧的最简式都为 O, 则 32 g 氧气与臭氧的混合气体所含的氧原子数为  $\frac{32}{16} \times 1 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$ , C 正确; 常温常压下, 气体的摩尔体积大于  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则 11.2 L  $\text{N}_2$  和 CO 混合气体的总物质的量小于 0.5 mol, 含有的分子总数小于  $0.5N_A$ , 含有的原子数小于  $N_A$ , D 错误。

**易错警示**  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  应用的“五大注意事项”

- ①使用条件是标准状况, 即  $0^\circ\text{C}$ 、101 kPa, 而不是常温、常压。
- ②使用对象必须是气体物质, 标准状况下不是气体而又常在题中出现的物质有水、苯、 $\text{CCl}_4$ 、乙醇( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ )等。
- ③标准状况下的气体摩尔体积约为  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 其他条件下气体摩尔体积一般不是  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- ④22.4 L 气体, 在标准状况下的物质的量是 1 mol, 在非标准状况下, 可能是 1 mol, 也可能不是 1 mol。
- ⑤物质的质量、物质的量一定时, 所含微粒数与物质处于何种条件无关。如常温常压下 32 g  $\text{O}_2$  所含的原子数目是  $2N_A$ , 注意不要形成思维定式, 看到“常温常压”就排除选项。

**4. B 【解析】** 标准状况下, 生成物的体积是 1.12 L, 同温同压下, 体积之比等于物质的量之比, 根据化学方程式可知, 反应前 A 的体积为  $1.12 \text{ L} \times \frac{3}{5} = 0.672 \text{ L}$ ; 生成物的物质的量为  $\frac{1.12}{22.4} = 0.05 \text{ mol}$ , 则反应后混合气体的平均摩尔质量为  $\frac{1.12 \text{ L} \times 5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{0.05 \text{ mol}} = 112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , B 正确。

**5. C**

**攻略上分** 大招攻略 3: 教你十字交叉法快速计算混合气体中的体积之比。

**【解析】** 相同状态下, 气体的体积之比等于气体的物质的量之比, 故体积分数等于物质的量分数。气球放在空气中静止不动, 说明混合气体的密度与空气的密度相同 (本题不考虑气球本身的质量), 则混合气体的平均摩尔质量与空气相同, CO、 $\text{N}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$  的摩尔质量均为  $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 设二氧化碳物质的量分数为  $x$ , CO、



$N_2$ 、 $C_2H_4$  总物质的量分数为  $1-x$ , 则  $44x+28(1-x)=29$ , 解得  $x=6.25\%$ , C 正确。

6. (1)  $24.5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  (2) 1.98 (3) 80% 8.4

【解析】(1) 在一定温度和压强下,  $0.4 \text{ mol}$  某气体的体积为  $9.8 \text{ L}$ ,

则该条件下的气体摩尔体积为  $\frac{9.8 \text{ L}}{0.4 \text{ mol}} = 24.5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 设标准状况下  $H_2S$  的体积为  $V \text{ L}$ , 要使硫化氢与氨气所含氢

原子个数相等, 则应满足  $\frac{1.0 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 = \frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2$ , 解得

$V \approx 1.98$ 。

(3) 标准状况下,  $NH_3$  与  $CH_4$  组成的混合气体的平均密度为

$0.75 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , 混合气体的平均摩尔质量  $\bar{M} = \bar{\rho} V_m = 0.75 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 16.8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。设  $NH_3$  与  $CH_4$  的物质的量分别

为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 则  $\frac{17x+16y}{x+y} = 16.8$ , 解得  $x : y = 4 : 1$ 。同温同压

下, 气体物质的量之比等于其体积之比, 则  $NH_3$  的体积分数为

$\frac{4}{5} \times 100\% = 80\%$ 。相对密度  $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$ , 则该混合气体相对氢气的

密度为  $\frac{16.8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 8.4$ 。

## 7. AD



### 攻略上分

大招攻略 4: 借助“ $pV=nRT$ ”全面吃透阿伏加德罗定律。



### 思路导引

8 g 二氧化硫的物质的量  $n_1 = \frac{m_1}{M_1} =$

$\frac{8 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{8} \text{ mol}$ , 22 g 二氧化碳的物质的量  $n_2 = \frac{m_2}{M_2} =$

$\frac{22 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{2} \text{ mol}$ 。

【解析】由阿伏加德罗定律可知同温同压下, 气体体积之比等于其物质的量之比, 当活塞不再移动时, I、II 中气体体积之比为

$\frac{1}{8} \text{ mol} : \frac{1}{2} \text{ mol} = 1 : 4$ , A 正确; 由  $pV = \frac{\rho V}{M} RT$ , 当活塞不再移动

时, 即同温同压下, I、II 中气体密度之比等于二氧化硫和二氧化碳的摩尔质量之比, 则密度之比为  $64 : 44 = 16 : 11$ , B 错误; 由

$pV = nRT$  知恒温恒容时, 气体的压强之比等于气体的物质的量之比, 当活塞固定在气缸正中间, I、II 中气体压强之比为  $\frac{1}{8} \text{ mol} :$

$\frac{1}{2} \text{ mol} = 1 : 4$ , C 错误; 由阿伏加德罗定律可知, 活塞移动到气

缸正中间说明二氧化硫和二氧化碳的物质的量相等, 则 I 中需

再通入二氧化硫的质量为  $\frac{1}{2} \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 8 \text{ g} = 24 \text{ g}$ ,

D 正确。



## 能力上分

**1. C** 【解析】1 mol  $N_2$  含有的原子个数为  $2N_A$ , 1 mol  $H_2O$  含有的原子个数为  $3N_A$ , 因此 1 mol  $N_2$  与 1 mol  $H_2O$  的原子个数比为 2 : 3, A 错误; 气体在常温常压下不能直接用标准状况下的气体摩尔体积进行计算, B 错误; 质量不受物质状态影响, 44 g  $CO_2$  的物质的量为 1 mol, 则氧原子数为  $2N_A$ , C 正确; 标准状况下, 乙醇不是气体, 因此 2.24 L 乙醇的物质的量不等于 0.1 mol, D 错误。

**2. D** 【解析】同温同压下, 气体摩尔体积一定, ①②③三个气球的体积相等, 则气体的物质的量相同, 三个气球(同一规格)中气体的体积比都为 1 : 1, 表明三个气球中各气体的物质的量都相同, 则所含气体的分子数相等, A、B 正确; 同温同压条件下, 气体分子间的平均距离相等, C 正确; 气球中的气体分子, 有的是单原子分子, 有的是双原子分子, 有的是三原子分子, 则气球中所含原子数目不相等, D 不正确。

**3. B**



### 攻略上分

大招攻略 4: 借助“ $pV=nRT$ ”全面吃透阿伏加德罗定律。

【解析】同温同压下, 气体密度之比等于摩尔质量之比, 故  $O_2$  和  $O_3$  两种气体的密度之比为 2 : 3, A 正确; 同温同压下, 等质量的  $O_2$  和  $O_3$  中所含氧原子个数之比为  $\frac{m}{32} \times 2 : \frac{m}{48} \times 3 = 1 : 1$ , B 错误; 同温同压下, 气体体积之比等于物质的量之比, 故等质量的  $O_2$  和  $O_3$  两种气体体积之比为  $\frac{m}{32} : \frac{m}{48} = 3 : 2$ , 即  $V(O_2) > V(O_3)$ , C 正确; 同温同压下, 若两种气体所占体积相同, 则物质的量相同,  $O_2$  和  $O_3$  的质量之比为  $32 : 48 = 2 : 3$ , D 正确。

**4. B**



### 思路导引

B 室充入 28 g  $N_2$ ,  $N_2$  的物质的量为 1 mol, 根据题图, A、B 两室容积之比为 2 : 1, 所以氢气和氧气混合气体的物质的量为 2 mol, 又知 A 室混合气体的质量为 44 g, 设混合气体中氢气和氧气的物质的量分别为  $x$  mol、 $y$  mol, 则有  $2x + 32y = 44$ ,  $x + y = 2$ , 解得  $x = \frac{2}{3}$ ,  $y = \frac{4}{3}$ 。

【解析】由思路导引可知, A 室中气体的物质的量为 2 mol, A 正确; A 室中氢气和氧气混合气体的物质的量为 2 mol, 质量为 44 g, A 室中混合气体的平均摩尔质量为  $22 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , B 室中  $N_2$  的摩尔质量为  $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 同温同压下, 气体的密度之比等于摩尔质量之比, A、B 两室中气体的密度之比为 11 : 14, B 错误; A 室中氢气与氧气的体积之比等于物质的量之比, 故 A 室中  $H_2$  与  $O_2$  的体积之比为 1 : 2, C 正确; A 室中  $H_2$  的物质的量为  $\frac{2}{3} \text{ mol}$ ,  $O_2$  的物质的量为  $\frac{4}{3} \text{ mol}$ , 充分燃烧并恢复至室温后剩余气体为

1 mol  $O_2$  与 B 室中  $N_2$  的物质的量相等,故活塞最终停留在刻度 3 处,D 正确。

**5. A** 【解析】开始时四种气体的压强相同,体积相同,则气体的物质的量相同,但四种气体的摩尔质量不同,则四种气体的质量不同,四种气体的密度不相同,A 错误;由题图可知,初始温度为  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、初始压强为  $101\text{ kPa}$ ,则该条件不是标准状况下,若容器的容积为  $22.4\text{ L}$ ,由于该条件下气体摩尔体积大于  $22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,则  $N_2$  的物质的量小于  $1\text{ mol}$ ,所以容器中 N 原子个数小于  $2N_A$ ,B 正确;在  $12:30\sim 13:30$  时间范围内  $CO_2$  温度最高,容器容积、气体分子数均相等时,温度越高,气体压强越大,则这一段时间内  $CO_2$  压强最大,C 正确;由题图可知,四种气体中,光照时间相同, $CO_2$  的温度变化最大,则  $CO_2$  是四种气体中温室效应最显著的,D 正确。

**6. (1) bd**

(2) 16

(3) ①  $BaCO_3 + 2HNO_3 \rightleftharpoons Ba(NO_3)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$

② 1.12 L

**思路导引** 标准状况下,密度之比等于摩尔质量之比,则四种气体的密度大小关系为②( $HCl$ )>③( $H_2S$ )>④( $NH_3$ )>①( $CH_4$ )。根据各气体的数据可得下表。

	$n/\text{mol}$	$V/\text{L}$	$m/\text{g}$	$N(\text{H})$
① $6.72\text{ L } CH_4$	0.3	6.72	4.8	$1.2N_A$
② $3.01\times 10^{23}$ 个 HCl 分子	0.5	11.2	18.25	$0.5N_A$
③ $13.6\text{ g } H_2S$	0.4	8.96	13.6	$0.8N_A$
④ $0.2\text{ mol } NH_3$	0.2	4.48	3.4	$0.6N_A$

**【解析】**(1) 由上述分析可知,体积:②>③>①>④,a 错误;密度:②>③>④>①,b 正确;质量:②>③>①>④,c 错误;氢原子个数:①>③>④>②,d 正确。

(2)  $8.4\text{ g } N_2$  的物质的量  $n = \frac{m}{M} = \frac{8.4\text{ g}}{28\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.3\text{ mol}$ ,根据  $N = nN_A$ ,分子数和物质的量成正比,已知  $8.4\text{ g } N_2$  与  $9.6\text{ g } R_x$  的分子数目之比为  $3:2$ ,则  $9.6\text{ g } R_x$  的物质的量为  $0.2\text{ mol}$ , $R_x$  的摩尔质量  $M = \frac{m}{n} = \frac{9.6\text{ g}}{0.2\text{ mol}} = 48\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,又知两者的原子数目相同,则  $x=3$ ,R 的相对原子质量是  $\frac{48}{3} = 16$ 。

(3) ①白色沉淀为  $BaSO_4$ 、 $BaCO_3$ ,能与稀硝酸反应的是  $BaCO_3$ ,化学方程式为  $BaCO_3 + 2HNO_3 \rightleftharpoons Ba(NO_3)_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$ 。  
②过滤、干燥后得到的  $14.51\text{ g}$  白色沉淀为  $BaSO_4$  和  $BaCO_3$ ,用足量的稀硝酸处理沉淀后,沉淀最后减少到  $4.66\text{ g}$ ,即  $BaSO_4$  的质量为  $4.66\text{ g}$ , $BaCO_3$  的质量为  $14.51\text{ g} - 4.66\text{ g} = 9.85\text{ g}$ ,

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{9.85 \text{ g}}{197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}, \text{ 故 } V(\text{CO}_2) = 0.05 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.12 \text{ L}.$$

### 第3课时 物质的量浓度



#### 对点上分

**1. B** 【解析】50 mL  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 KCl 溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 50 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{FeCl}_3$  溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度为  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;

**关键点** 离子浓度与溶质浓度相关, 与溶液体积无关

200 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{CuCl}_2$  溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 100 mL  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。故答案选 B。

**2. C** 【解析】 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  溶液中只有  $\text{ClO}_3^-$  无  $\text{Cl}^-$ , A 错误; 溶液中除溶质含 O 原子外, 水也含有 O 原子, B 错误; 溶液中  $\text{Ca}^{2+}$  的物质的量为  $0.5 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.05 \text{ mol}$ , C 正确; 将  $0.05 \text{ mol}$   $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  溶于水中形成 500 mL 溶液, 可得到上述溶液, D 错误。

**易错警示** 计算溶液中氢、氧原子数目时, 一定不要忽略水中的氢、氧原子。

**3. B** 【解析】由于溶液呈电中性, 故  $2c(\text{Mg}^{2+}) + c(\text{K}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{NO}_3^-) + 3c(\text{PO}_4^{3-})$ , 代入数据, 解得  $c(\text{PO}_4^{3-}) = 0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 故选 B。

**4. D**

**攻略上分** 通法攻略 5: 带你满分突破物质的量浓度的相关计算

**【解析】**将标准状况下密度为  $\rho$  的  $a \text{ L HCl(g)}$  溶于  $1\,000 \text{ g}$  水中,

$$n(\text{HCl}) = \frac{a}{22.4} \text{ mol}, m(\text{HCl}) = n \cdot M = \frac{a}{22.4} \text{ mol} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$$

$$\frac{36.5a}{22.4} \text{ g}, \text{ 所得溶液的质量为 } \frac{36.5a}{22.4} \text{ g} + 1\,000 \text{ g} = \left( \frac{36.5a}{22.4} +$$

$$1\,000 \right) \text{ g}, \text{ 溶液的体积 } V = \frac{\frac{36.5a}{22.4} + 1\,000}{b} \times 10^{-3} \text{ L} = \frac{\frac{36.5a}{22.4} + 1\,000}{1\,000b} \text{ L},$$

$$\text{所以 } c(\text{HCl}) = \frac{n}{V} = \frac{\frac{a}{22.4} \text{ mol}}{\left( \frac{\frac{36.5a}{22.4} + 1\,000}{1\,000b} \right) \text{ L}} = \frac{1\,000ab}{22\,400 + 36.5a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

D 正确。

**5. B** 【解析】同浓度的  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{MgSO}_4$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液体积比为  $3:2:1$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  浓度之比为  $1:1:3$ , A 错误;  $25 \text{ g}$  胆矾 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 的物质的量为  $0.1 \text{ mol}$ , 溶于水配成  $1 \text{ L}$  溶液,  $\text{CuSO}_4$  的物质的量浓度为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , B 正确;  $V \text{ L}$   $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸, 将溶液加热浓缩到原体积的一半,  $c = \frac{0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \text{ L}}{0.5V \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 由于 HCl 易挥发, 所以溶液的浓度小于  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

C 错误;将  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaCl}$  溶液和  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{BaCl}_2$  溶液等体积混合后,若忽略溶液体积变化,则  $c(\text{Cl}^-) = \frac{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \text{ L} + 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \times V \text{ L}}{2V \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , D 错误。

**6. A 【解析】**配制溶液过程中,用容量瓶进行定容时需加蒸馏水,所以容量瓶用蒸馏水洗净后,可不经干燥直接使用, A 正确;使用量筒量取一定体积的浓硫酸配制一定物质的量浓度的稀硫酸时,将浓硫酸转移至烧杯后不用蒸馏水洗涤量筒,否则会使所配

**关键点** 量筒是量出式仪器,即倒出的体积为所读体积,容量瓶是量入式仪器,即容量瓶内的体积为所读体积

溶液浓度偏大,且稀释浓硫酸放热,会使量筒变形, B 错误;托盘天平的精确度为  $0.1 \text{ g}$ ,无法称量  $5.85 \text{ g}$   $\text{NaCl}$  固体, C 错误;移液时,为防止液滴飞溅,需用玻璃棒引流,定容时,向容量瓶中加水,当液面距刻度线  $1 \sim 2 \text{ cm}$  时,改用胶头滴管滴加蒸馏水, D 错误。

**7. A 【解析】**托盘天平称量固体时,遵循“左物右码”原则,操作不规范, A 符合题意;溶解过程中用玻璃棒不断搅拌以加速固体溶解,玻璃棒不能触碰烧杯内壁和底部,操作规范, B 不符合题意;转移过程需用玻璃棒引流,避免液体溅出,操作规范, C 不符合题意;定容操作中使用胶头滴管滴加蒸馏水时,滴管须处于容量瓶瓶口上方  $1 \sim 2 \text{ cm}$  处,不能伸入容量瓶,操作规范, D 不符合题意。

#### 归纳总结 容量瓶使用注意事项

- ①不能将固体或浓溶液直接放在容量瓶中溶解或稀释;也不能用作反应容器或用来长期贮存溶液。
- ②容量瓶的容积是在瓶身所标温度下确定的,不能将过冷或过热的溶液转移到容量瓶中,也不能烘干容量瓶。
- ③不能配制任意体积的溶液,只能配制容量瓶上规定容积的溶液。
- ④向容量瓶中注入液体时,一定要用玻璃棒引流。

**8. C 【解析】**题图②中的胶头滴管不能伸入容量瓶内, A 错误;配制一定物质的量浓度的溶液的正确操作顺序为称量→溶解→转移→洗涤→定容→摇匀,所以顺序为①④③⑥②⑤, B 错误;实验室需要使用  $240 \text{ mL } 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CuSO}_4$  溶液,应使用  $250 \text{ mL}$  容量瓶配制  $250 \text{ mL } 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CuSO}_4$  溶液,需要的  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  固体质量  $m = cVM = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12.5 \text{ g}$ , C 正确;容量瓶身标有温度、容积、刻度线,没有浓度, D 错误。

#### 易错警示 配制溶液时常见的出错点

- ①遗漏仪器。做需要补充仪器的实验题时,要学会“有序思考”,即按照实验步骤的先后顺序,思考每一步所需仪器,然后与现有仪器对比,查漏补缺。
- ②容量瓶规格漏答或错选。如“ $250 \text{ mL}$  容量瓶”不能只答“容量瓶”,且选择容量瓶要遵循“大而近”的原则。

**9. C** 【解析】容量瓶事先未烘干,对实验结果没有任何影响,A 错误;定容时观察液面俯视,溶液体积读数偏小,浓度偏高,B 错误;定容时观察液面仰视,溶液体积读数偏大,浓度偏低,C 正确;定容后,摇匀时有少量液体流出,溶剂和溶质的量已固定,浓度不变,D 错误。

**10. B**



**攻略上分**

通法攻略 6:弄清实际操作对  $m$ 、 $V$  的影响,依

据  $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$  判断对  $c$  的影响。

**【解析】**配制 480 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$  溶液,应选择 500 mL 容量瓶,需要称取胆矾晶体( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )的质量为  $0.5 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12.5 \text{ g}$ ,若用托盘天平称取 12.0 g 胆矾晶体,导致溶质的物质的量偏小,溶液浓度偏低,A 错误;溶解后未等  $\text{CuSO}_4$  溶液冷却至室温就转移至容量瓶,冷却后溶液体积偏小,溶液浓度偏高,B 正确;转移溶液时玻璃棒末端紧靠在容量瓶的刻度线之上会使容量瓶刻度线上方有溶液残留,溶液体积偏大,所配溶液浓度偏低,C 错误;移液时,有少量溶液溅出容量瓶,导致部分溶质损耗,溶质的物质的量偏小,溶液浓度偏低,D 错误。

**11. C** 【解析】由题可知该实验需要 250 mL 的容量瓶,应称取氢氧化钠固体的质量为  $0.25 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.0 \text{ g}$ ,A 正确;操作①若仰视容量瓶的刻度线,所配溶液的体积偏大,溶质的物质的量不变,从而使配得的  $\text{NaOH}$  溶液浓度偏低,B 正确; $\text{NaOH}$  在烧杯中完全溶解,由于放热,使得溶液的温度升高,若立即转移到容量瓶中,则会使所配溶液的浓度偏高,C 不正确;配制溶液时,应依次进行溶解、转移、洗涤、转移、定容、上下颠倒并摇匀的操作,所以操作的先后顺序是③②④⑥①⑤,D 正确。

**12. B** 【解析】由于定容时还需加蒸馏水,故容量瓶中存在少量蒸馏水不影响最终浓度,A 错误;配制 480 mL 溶液需使用 500 mL 容量瓶,因此,应称量  $\text{NaClO}$  固体的质量为  $500 \text{ mL} \times 1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 14.9\% = 89.4 \text{ g}$ ,B 正确;定容时仰视容量瓶刻度线,溶液实际液面高于容量瓶刻度线,导致所配溶液浓度偏低,C 错误;容量瓶不能用于保存溶液,在配制好溶液后需转移至试剂瓶中保存,D 错误。

**13. (1) BCE 500 mL 容量瓶、胶头滴管**

(2) 13.6 ②

(3) ⑧ ⑤ ⑥ ⑦

(4) ④⑤

**【解析】**(1)用量筒量取浓硫酸,用到胶头滴管,在烧杯中稀释,并用玻璃棒搅拌,恢复至室温后用玻璃棒引流,将溶液移入容量瓶中,洗涤烧杯内壁与玻璃棒,并将洗涤液注入容量瓶中,继续加入蒸馏水至溶液液面距离刻度线 1~2 cm 处改用胶头滴管滴加至溶液凹液面与刻度线相切,最后摇匀,用到题图中 B(量筒)、



C(烧杯)、E(玻璃棒),还需用到的玻璃仪器是 500 mL 容量瓶和胶头滴管。

$$(2) \text{ 该浓硫酸的浓度 } c = \frac{1\,000 \rho w}{M} = \frac{1\,000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$$

$18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 没有规格为 480 mL 的容量瓶, 故应选用 500 mL 的容量瓶来配制溶液。所以要按配 500 mL 溶液来计算, 需要浓

$$\text{硫酸的体积为 } \frac{0.5 \text{ L} \times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 0.0136 \text{ L}, \text{ 即 } 13.6 \text{ mL}, \text{ 根据}$$

“大而近”原则可知需选用 25 mL 的量筒。

(3) 根据溶液配制过程可知, 步骤应为②计算→①量取→③稀释→⑧冷却→⑤转移→⑥洗涤→⑦定容→④摇匀。

(4) 配制溶液时量筒不需要洗涤, 该操作错误, 若洗涤量筒并将洗涤液转移到容量瓶中, 则硫酸的物质的量偏大, 所配溶液浓度偏高, ①不符合题意; 稀释后的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液未冷却至室温就转移到容量瓶中, 会影响溶液的体积, 则恢复至室温后体积偏小, 导致所配溶液浓度偏高, ②不符合题意; 定容时, 应平视刻度线, 如果俯视刻度线, 则液面实际上会在刻度线下方, 溶液体积偏小, 所配溶液浓度偏高, ③不符合题意; 定容时, 加蒸馏水超过刻度线, 需要重新配制, 若用胶头滴管吸出, 溶液浓度偏低, ④符合题意; 定容摇匀后, 发现液面低于刻度线, 少量溶液残留在瓶口与瓶塞之间, 若用胶头滴管加蒸馏水至刻度线, 溶液体积偏大, 所配溶液浓度偏低, ⑤符合题意。

### 第3节 节测上分

**1. D** 【解析】1 mol 顺铂分子中含有 2 mol N 原子, 则含 N 元素的质量为 28 g, A 错误; 1 个顺铂分子中含有 1 个 Pt 原子, 则 1 mol 顺铂分子中含 Pt 原子的数目约为  $6.02 \times 10^{23}$ , B 错误; 1 个顺铂分子中含有 2 个 Cl 原子, 则 1 mol 顺铂中含有 Cl 元素的质量为  $2 \text{ mol} \times 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 71 \text{ g}$ , C 错误; 1 个顺铂分子中含有 6 个 H 原子, 则 1 mol 顺铂分子中含有 H 原子的物质的量为 6 mol, D 正确。

**2. B** 【解析】1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  含有 2 mol 氢原子, 约  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$  个氢原子, A 错误;  $4^\circ\text{C}$ 、一个标准大气压下, 水的密度为  $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 18 mL  $\text{H}_2\text{O}$  的质量是 18 g, B 正确; 标准状况下水为非气态, 不能用气体摩尔体积计算其体积, C 错误; 摩尔质量与物质的量的多少无关,  $\text{H}_2\text{O}$  的摩尔质量为  $18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , D 错误。

**3. D** 【解析】 $M(\text{SO}_2) = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{SO}_3) = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 假设质量都为  $m \text{ g}$ , 所含硫元素的质量之比以及硫原子的物质的量之比

$$\text{均均为 } \frac{m \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{m \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5 : 4, \text{ A、C 错误; 所含氧元素}$$

$$\text{的质量之比以及氧原子的物质的量之比均为 } \left( \frac{m \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \right) :$$

$$\left( \frac{m \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 \right) = 5 : 6, \text{ B 错误、D 正确。}$$

**4. D** 【解析】浓硫酸溶于水放出大量的热, 稀释浓硫酸时应将浓硫酸倒入水中, 并用玻璃棒不断搅拌, A 错误;  $V \text{ L}$  氨气与  $1 \text{ L}$  水

的体积不能直接相加,溶液的体积不是 $(V+1)$  L, B 错误;40 g 氢氧化钠固体溶于 1 L 水中,得到氢氧化钠溶液体积不是 1 L,故物质的量浓度不为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 错误;硫酸密度大于水,98% 的浓硫酸与水等质量混合,98% 的浓硫酸体积小于等质量水的体积,混合后所得溶液物质的量浓度小于原浓硫酸浓度的一半, D 正确。

**5. BC** 【解析】1 mol  $\text{NH}_4^+$  所含质子数为  $11N_A$ , A 错误;同密度同体积不同温度的 CO 与  $\text{N}_2$  质量相等,CO 与  $\text{N}_2$  的摩尔质量相等,根据  $n = \frac{m}{M}$  可知,质量相同的 CO 与  $\text{N}_2$  的物质的量相等,1 个 CO 与  $\text{N}_2$  分子均含有 2 个原子,则二者含有原子数目相等, B 正确;  $N_A$  个氧分子的物质的量为 1 mol,质量为 32 g,  $N_A$  个氢分子的物质的量为 1 mol,质量为 2 g,质量比是 16 : 1, C 正确;标准状况下,乙醇不是气体,不能用标准状况下的气体摩尔体积来计算,则乙醇的质量无法确定, D 错误。

**6. D** 【解析】溶解得到的溶液及洗涤烧杯内壁、玻璃棒 2~3 次的洗涤液均需转移到容量瓶中, A 正确;“操作 2”中玻璃棒的作用是引流, B 正确;由题图可知,所配溶液的体积为 100 mL, 10.6 g 碳酸钠的物质的量为  $\frac{10.6 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ , 则所配制的碳酸钠溶液的物质的量浓度为  $\frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 正确;定容时若俯视刻度线,则溶液体积偏小,导致所配制溶液的物质的量浓度偏高, D 错误。

**7. D** 【解析】葡萄糖由葡萄糖分子构成,1 个葡萄糖分子中含有 12 个氢原子, A 错误;浓度与所取溶液体积无关,所以无偿献血后,体内血糖浓度不变, B 错误;  $n(\text{葡萄糖}) = \frac{m}{M} = \frac{0.54 \times 10^{-3} \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3.0 \times 10^{-6} \text{ mol}$ ,  $c = \frac{n}{V} = \frac{3.0 \times 10^{-6} \text{ mol}}{1.0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 错误;若某人的空腹血糖检查结果为  $90 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ,  $90 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1} = \frac{90 \times 10^{-3} \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot \frac{1}{10^{-1} \text{ L}} = 5.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则血糖在正常范围内, D 正确。

**8. B** 【解析】 $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{Na}_2\text{O}$  各 0.1 mol 分别溶于水都生成 0.2 mol NaOH, 所得溶液的物质的量浓度均为  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , A 错误;设 98% 的硫酸的密度为  $A \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 49% 的硫酸的密度为  $a \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 根据  $c = \frac{1000\rho w}{M}$ , 则有  $18.4 = \frac{1000 \times A \times 98\%}{98}$ ,  $c(49\% \text{ 的硫酸}) = \frac{1000 \times a \times 49\%}{98}$ , 硫酸的浓度越大, 密度越大,  $A > a$ , 则有  $c(49\% \text{ 的硫酸}) < 9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , B 正确;令溶液体积都为 1 L, 则混合后硫酸的质量为  $1000 \text{ mL} \times \rho_1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} + 1000 \text{ mL} \times \rho_2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1000(\rho_1 + \rho_2) \text{ g}$ , 所以混合后的硫酸的体积为  $\frac{1000(\rho_1 + \rho_2) \text{ g}}{\rho_3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 1000 \times \frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_3} \text{ mL} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_3} \text{ L}$ , 设混合后硫酸的物质的量浓度为  $c$ , 则

有  $1 \text{ L} \times c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 1 \text{ L} \times c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_3} \text{ L} \times c$ , 解得  $c =$

$\frac{(c_1 + c_2)\rho_3}{\rho_1 + \rho_2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 错误; 假设溶液的体积为  $1 \text{ L}$ , 溶液的质量

为  $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 1\,000 \text{ mL} = 1.174 \times 1\,000 \text{ g}$ , 溶质的物质的量为

$1 \text{ L} \times 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.0 \text{ mol}$ , 质量为  $4.0 \text{ mol} \times 74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$

$4.0 \times 74.5 \text{ g}$ , 所以溶液中  $\text{KCl}$  的质量分数为  $\frac{4.0 \times 74.5}{1.174 \times 1\,000} \times 100\%$ ,

D 错误。

9. (1) 3 : 2    2 : 3    2 : 3

(2)  $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) 1 : 4

(4)  $\frac{1\,000b\rho}{36.5b + 2\,240}$

【解析】(1) 等质量的  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$  的分子个数与其摩尔质量成反比, 则等质量的  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$  的分子个数之比为  $48 : 32 = 3 : 2$ ; 同温同压下, 气体摩尔体积相同, 等体积的氧气和臭氧的物质的量相等, 等体积的  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$  气体所含原子个数之比为  $2 : 3$ ; 当物质的量相等时, 物质的质量之比等于其摩尔质量之比, 两者的质量之比为  $32 : 48 = 2 : 3$ 。

(2) 已知  $17 \text{ g H}_2\text{R}$  中含  $1 \text{ mol H}$  原子, 则  $17 \text{ g H}_2\text{R}$  的物质的量为  $0.5 \text{ mol}$ , 则  $\text{R}$  的摩尔质量为  $\frac{17 \text{ g}}{0.5 \text{ mol}} - 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 标准状况下, 混合气体的物质的量为  $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$ , 则有  $n(\text{He}) + n(\text{O}_2) = 1 \text{ mol}$ ,  $n(\text{He}) \times 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + n(\text{O}_2) \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9.6 \text{ g}$ , 解得  $n(\text{He}) = 0.8 \text{ mol}$ ,  $n(\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol}$ , 氧气和氦气的体积之比等于物质的量之比, 即  $0.2 \text{ mol} : 0.8 \text{ mol} = 1 : 4$ 。

(4) 标准状况下,  $b \text{ L}$  氯化氢的物质的量为  $\frac{b \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$ , 所以氯

化氢气体的质量为  $\frac{b \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{36.5b}{22.4} \text{ g}$ , 所以

溶液的质量为  $(100 + \frac{36.5b}{22.4}) \text{ g}$ , 溶液体积为  $\frac{100 + \frac{36.5b}{22.4}}{\rho \times 10^3} \text{ L} =$

$\frac{2\,240 + 36.5b}{22\,400\rho} \text{ L}$ , 该盐酸的物质的量浓度  $c = \frac{n}{V} =$

$\frac{1\,000b\rho}{36.5b + 2\,240} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

10. (1) 玻璃棒、烧杯(或量筒、胶头滴管)

(2)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) BCD    (4) 11.9    偏高    (5) 50

**思路导引** 测定胃药中碳酸钙含量时, 先将药片研碎, 然后加水将胃药溶解, 再加入过量的盐酸, 待没有气泡逸出后, 用  $\text{NaOH}$  溶液中和过量的盐酸。

【解析】(1)溶液配制时需要用到的玻璃仪器有容量瓶、玻璃棒、烧杯、量筒、胶头滴管。

(2)操作②中碳酸钙与稀盐酸发生反应,化学方程式为  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3)容量瓶用于配制一定体积准确浓度的溶液,A不符合题意;容量瓶不能用于贮存溶液,B符合题意;容量瓶只有一条刻度线,不能配制任意体积的液体,C符合题意;容量瓶不能用来溶解固体溶质,D符合题意。

$$(4) c = \frac{1000wp}{M} = \frac{1000 \times 36.5\% \times 1.19}{36.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 11.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

定容时俯视刻度线,所加的水的体积偏小,导致配制的盐酸浓度偏高。

(5)从表中数据可以看出,4次实验所消耗 NaOH 的平均体积为 15.00 mL,由关系式  $\text{CaCO}_3 \sim 2\text{HCl}$ ,得  $\text{CaCO}_3$  消耗 HCl 的物质的量为  $0.025 \text{ L} \times 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.015 \text{ L} \times 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.001 \text{ mol}$ ,该胃药中碳酸钙的质量分数为

$$\frac{\frac{1}{2} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.001 \text{ mol}}{0.10 \text{ g}} \times 100\% = 50\%。$$

## 专题上分1 物质的量浓度有关计算

### 1. B



#### 攻略上分

通法攻略 5:分析溶液的稀释过程时,抓住溶质的量不变。

【解析】稀释前后溶质的物质的量不变,则稀释后氢离子的物

$$\text{质的量浓度} = \frac{0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} + 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} \times 2}{0.5 \text{ L}} =$$

$0.36 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,B 正确。

2. D 【解析】由题图可知,当溶液体积为 1 L 时, $c(\text{K}^+) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

则该溶液中  $n(\text{SO}_4^{2-}) = 2n(\text{K}^+) = 2 \times 1 \text{ L} \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4 \text{ mol}$ ,根据

稀释前后溶液中  $\text{SO}_4^{2-}$  的物质的量不变,当  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

时,溶液的体积为  $\frac{4 \text{ mol}}{0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 8 \text{ L}$ ,D 正确。

3. D 【解析】混合后溶液中铝离子的浓度为  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,硫酸根离

子的浓度为  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,设镁离子的浓度为  $x$ ,根据溶液呈电中性

可知, $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 3 + 2x = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2$ ,解得  $x = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

D 正确。

### 4. B



#### 攻略上分

通法攻略 5:气体溶于水时其  $c$  的计算关键是对溶液体积的计算。

【解析】题干中并未说明此时溶液为饱和溶液,无法计算该温度下 HCl 的溶解度,A 错误;设圆底烧瓶总容积为  $a \times 10^3 \text{ mL}$ ,溶液

$$\text{的总质量 } m(\text{溶液}) = \frac{36.5a}{22.4w} \text{ g}, \text{ 则密度 } \rho = \frac{m(\text{溶液})}{a \times 10^3 \text{ mL}} = \frac{36.5}{22.4w} \times$$

$10^{-3} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , B 正确; 假设  $V \text{ mL}$  溶液的质量为  $m \text{ g}$ , 此时溶液中溶质的质量为  $mw \text{ g}$ , 加入等体积的水, 等体积的水的质量一定小于  $V \text{ mL}$  溶液的质量, 则加水后溶液的总质量小于  $2m \text{ g}$ , 则此时  $w(\text{HCl})$  一定大于  $\frac{w}{2}$ , C 错误; 将  $\rho = \frac{36.5}{22.4w} \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  代入  $c = \frac{1000\rho w}{M}$ , 解得  $c = \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $V \text{ mL}$  溶液的浓度为  $\frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 加入等质量的水, 溶质的物质的量不变, 等质量的水体积大于  $V \text{ mL}$ , 则  $c(\text{HCl}) < \frac{1}{44.8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , D 错误。

**5. C** 【解析】该制备反应属于复分解反应, A 正确; 根据题图可知, 温度越高,  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  溶解度越大,  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  饱和溶液溶质的质量分数越大, B 正确; 350 K 时,  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  的溶解度为 250 g, 因为不能确定溶液的体积, 所以不能计算其物质的量浓度, C 错误; 350 K 时,  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  的溶解度为 250 g, 溶剂质量为 100 g, 则饱和溶液质量为 350 g,  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  饱和溶液溶质的质量分数为  $\frac{250 \text{ g}}{350 \text{ g}} \times 100\%$ , D 正确。

**6. A** 【解析】某溶液中只含  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  四种离子, 由溶液呈电中性可得  $2N(\text{Mg}^{2+}) + 3N(\text{Al}^{3+}) = N(\text{Cl}^-) + 2N(\text{SO}_4^{2-})$ 。已知  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$  的个数比为 2 : 3 : 3, 则  $2 \times 2 + 3 \times 3 = 3 + 2N(\text{SO}_4^{2-})$ , 解得  $N(\text{SO}_4^{2-}) = 5$ , 所以  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  的个数比为 3 : 5, A 正确。

**7. B** 【解析】由题图乙可知, 营养液中  $c(\text{NH}_4^+) = \frac{1.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L}}{0.2 \text{ L}} = 8.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 而图甲中 X 的浓度为  $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则图甲中 X 是  $\text{SO}_4^{2-}$ , A 正确; 依据  $\text{Cl}^-$  守恒, 营养液中  $c(\text{NH}_4^+) = 8.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{Cl}^-) = 9.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $\text{KCl}$  的物质的量浓度是  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , B 错误; 营养液中  $\text{K}_2\text{SO}_4$  与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的物质的量之比为  $4.0 : 8.0 = 1 : 2$ , C 正确; 题图乙中  $c_1$  为 200 mL 营养液中的  $c(\text{NH}_4^+)$ , 由 A 选项分析可知其浓度为  $8.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , D 正确。

## 专题上分 2 探秘膨松剂

### 1. A

**攻略上分** 碳酸钠、碳酸氢钠鉴别、除杂等问题在通法攻略 7 中都详细阐述, 本通法助你学习更上一步。

**【解析】**向碳酸钠中逐滴滴加稀盐酸, 开始没有气泡, 后来有气泡产生; 向碳酸氢钠中逐滴滴加稀盐酸, 开始就有气泡, 故可以利用稀盐酸鉴别碳酸钠和碳酸氢钠, A 正确。碳酸钠溶液呈碱性, 可使紫色石蕊溶液变蓝, B 错误。碳酸钠和碳酸氢钠溶液均可与澄清石灰水反应生成碳酸钙白色沉淀, 故不能用澄清石灰水鉴别碳酸钠和碳酸氢钠溶液, C 错误。碳酸氢钠和氢氧化钠反应生成碳酸钠, 故不能用氢氧化钠溶液除去碳酸氢钠中混有的碳酸钠, D 错误。

**易错警示** 不能用澄清石灰水来鉴别  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{NaHCO}_3$  :

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液与二者反应均生成  $\text{CaCO}_3$  白色沉淀。

**2. A** 【解析】常温下,在水中的溶解度:碳酸钠>碳酸氢钠,A 正确;碳酸氢钠受热易分解生成碳酸钠、水和二氧化碳,热稳定性:碳酸钠>碳酸氢钠,B 错误;碳酸钠与盐酸反应首先转化为碳酸氢钠,然后碳酸氢钠与盐酸反应放出二氧化碳,因此质量相同时,分别与同体积、同浓度盐酸反应,产生气泡快慢:碳酸钠<碳酸氢钠,C 错误; $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,质量相同时分别与足量的盐酸反应,根据化学方程式计算得,生成  $\text{CO}_2$  的质量:碳酸钠<碳酸氢钠,D 错误。

**3. C** 【解析】 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  加热不分解, $\text{Na}_2\text{CO}_3$  不能单独作膨松剂,A 正确;4 号馒头加入的碳酸氢钠比 3 号馒头多,分解生成的碳酸钠多、放出的二氧化碳气体多,所以 4 号馒头会比 3 号馒头外形大、颜色深,B 正确;1 mol  $\text{NaHCO}_3$  受热分解时放出 0.5 mol  $\text{CO}_2$ ,1 mol  $\text{NaHCO}_3$  与酸反应时生成 1 mol  $\text{CO}_2$ ,C 错误;酵母是一种对人体有益的生物膨松剂,馒头蒸制过程中发生了化学反应,D 正确。

**4. C** 【解析】碳酸钠和碳酸氢钠均与盐酸反应生成二氧化碳气体,碳酸氢钠与盐酸反应速率快,即产生气体速率快的是碳酸氢钠,A 错误;等质量的碳酸钠和碳酸氢钠与足量盐酸反应时,碳酸氢钠产生的二氧化碳量多,故气球鼓起体积较大的是碳酸氢钠,

提示:  $\text{NaHCO}_3$  比  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的含碳量高, C 最终都转化为  $\text{CO}_2$ , 则相同质量时,  $\text{NaHCO}_3$  生成的  $\text{CO}_2$  多

B 错误;碳酸氢钠受热分解生成二氧化碳,使澄清石灰水变浑浊,而碳酸钠受热不易分解,C 正确,D 错误。

**5. C** 【解析】由实验现象:溶液红色变浅,无气体产生,可知生成了碱性弱于  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质,说明加入了少量盐酸发生的反应为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , A 正确;实验 1 中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与稀盐酸反应只有  $\text{NaHCO}_3$  生成,继续滴加稀盐酸,有无色气体生成,说明  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应完,生成的  $\text{NaHCO}_3$  与稀盐酸反应,生成  $\text{CO}_2$ , B 正确;向  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中通入过量的  $\text{CO}_2$ ,生成  $\text{NaHCO}_3$ ,该实验无明显现象,并不能说明二者没有发生反应,C 错误;实验 3 所得溶液为  $\text{NaHCO}_3$  溶液,向实验 3 所得溶液中滴加少量  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液,产生白色沉淀,反应的化学方程式为  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{NaHCO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ , D 正确。

**6. B** 【解析】滴入盐酸前,应将装置中含有  $\text{CO}_2$  的空气排尽,否则

提示: 装置①中的  $\text{NaOH}$  溶液可以吸收空气中的  $\text{CO}_2$

测定结果不准确,A 正确; $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的溶解度非常小,很容易导致  $\text{CO}_2$  吸收不完全或将生成的  $\text{CaCO}_3$  转化为  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  而溶解,引起实验误差,B 错误;②中样品与盐酸反应生成  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  与③中  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  反应生成  $\text{BaCO}_3$  沉淀,通过测定  $\text{BaCO}_3$  的质量可



确定  $\text{CO}_2$  的质量,根据碳元素守恒、样品质量可计算样品中碳酸钠和碳酸氢钠的组成,C 正确;反应结束后,继续通入空气使生成的  $\text{CO}_2$  被③中溶液完全吸收,保证测定结果更准确,D 正确。

## 7. C



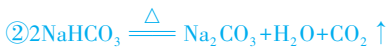
### 思路导引

发生的反应是  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 结合题图分析解答。

**【解析】**题图甲中加入盐酸即有  $\text{CO}_2$  生成,说明溶质只有一种,即  $\text{NaHCO}_3$ ;题图丙中  $OA = AB$ ,说明溶质只有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , A 正确。题图乙中  $OA < AB$ ,说明溶液 M 中含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  两种溶质;题图丁中  $OA > AB$ ,说明溶液 M 中含有  $\text{NaOH}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  两种溶质,B 正确。题图乙中  $OA < AB$ ,说明溶液 M 中含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  两种溶质,C 错误。题图丁中  $OA > AB$ ,说明溶液 M 中含有  $\text{NaOH}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  两种溶质,D 正确。

## 8. (1) 检查装置气密性

### (2) ①除去装置中的水蒸气和二氧化碳



③碱石灰 防止空气中的  $\text{CO}_2$  和水蒸气进入 D 中影响测定结果偏大 ④112



### 思路导引

该实验的目的是测定膨松剂中碳酸氢钠的含量。实验原理:通过装置 B 加热样品,碳酸氢钠受热发生分解,产生  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,利用装置 C 将  $\text{H}_2\text{O}$  完全吸收,所产生的  $\text{CO}_2$  进入装置 D 中被完全吸收,通过装置 D 增加的质量计算生成的  $\text{CO}_2$  的物质的量。

**【解析】**(1)实验过程中,该装置内有气体流动,因此组装好实验装置后,需先检查装置气密性。

(2)①将实验装置组装完成后,装置内含有空气,根据实验原理可知,若空气中  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  被装置 D 吸收,则会产生实验误差,因此需要先将装置内空气排尽,加热前鼓入氮气数分钟,其目的是除去装置中的水蒸气和二氧化碳。②装置 B 在加热过程中,样品中碳酸氢钠发生分解,反应的化学方程式为  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。③装置 D 的作用是吸收装置 B 中产生的  $\text{CO}_2$ ,因此需要防止空气中  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  进入装置 D 中,故装置 E 的作用是防止空气中的  $\text{CO}_2$  和水蒸气进入装置 D 中影响测定结果,由此可知装置 E 中盛放的试剂是碱石灰。若没有该装置,则会导致装置 D 的增加了的质量偏大,导致测量结果偏大。④实验中称取膨松剂 6.0 g,反应后装置 D 质量增加 1.32 g,即碳酸氢钠分解所产生的  $\text{CO}_2$  的物质的量为  $\frac{1.32 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$ ,其在标准状况下的体积  $V(\text{CO}_2) = 0.03 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.672 \text{ L} = 672 \text{ mL}$ ,该膨松剂的该项指标为  $\frac{672 \text{ mL}}{6.0 \text{ g}} = 112 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

## 专题上分3 物质的量为中心的相关计算

### 1. D

**攻略上分** 通法攻略 8: 教你运用“粒子桥”“质量桥”“气体桥”“浓度桥”识别阿伏加德罗常数应用的“三大陷阱”。

**【解析】** 16 克氧气的物质的量为  $\frac{16 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ , 含有的原子数为  $N_A$ , 标准状况下 11.2 L  $\text{NH}_3$  的物质的量为  $\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.5 mol, 氨气所含原子数为  $2N_A$ , 二者原子数不相等, A 错误; 一个  $\text{NH}_4^+$  含有 11 个质子,  $0.5N_A$  个  $\text{NH}_4^+$  的物质的量为 0.5 mol, 故含有 5.5 mol 质子, B 错误; 未注明气体所处状态, 无法通过标准状况下气体摩尔体积求算气体的体积, C 错误; 硫酸铝化学式为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 若铝离子浓度为  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{3}{2}c(\text{Al}^{3+}) =$

$\frac{3}{2} \times 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , D 正确。

**2. A** **【解析】** 78 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的物质的量为 1 mol,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  由  $\text{Na}^+$  和  $\text{O}_2^{2-}$  构成, 故 1 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中含 1 mol 阴离子, 即  $N_A$  个, A 正确; 等物质的量不一定是 1 mol, B 错误;  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  发生反应:

$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 标准状况下水为非气态, 22.4 L 水不是 1 mol, 生成的  $\text{O}_2$  不是  $0.5N_A$  个, C 错误; 没有给出气体所处状况, 不能用标准状况下的气体摩尔体积来计算, D 错误。

**3. BD**

**思路导引** 由题图可知, 先后滴加等体积、等浓度的  $\text{BaCl}_2$  溶液和稀盐酸, 先生成  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{BaCO}_3$  沉淀, 后  $\text{BaCO}_3$  沉淀与稀盐酸反应生成  $\text{CO}_2$  气体, 所以图中 O 点到 a 点发生的反应为  $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaCl} + \text{BaSO}_4 \downarrow$ 、 $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{BaCO}_3 \downarrow$ , a 点到 b 点沉淀质量不变, 说明  $\text{BaCl}_2$  溶液过量, b 点到 d 点发生的反应为  $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , bd 段消耗盐酸体积为  $80 \text{ mL} - 40 \text{ mL} = 40 \text{ mL}$ , 生成的  $\text{CO}_2$  质量  $m(\text{CO}_2) = 0.88 \text{ g}$ , 则  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{1}{2}n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \times 0.04 \text{ L} \times c(\text{HCl}) = n(\text{CO}_2) = \frac{0.88 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$ ,  $c(\text{HCl}) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 氯化钡溶液和稀盐酸的浓度相等, 则  $c(\text{BaCl}_2) = c(\text{HCl}) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{BaCO}_3$  沉淀总质量为 6.27 g,  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{6.27 \text{ g} - 197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.02 \text{ mol}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$ , 根据 Ba 原子守恒可得  $n(\text{BaCO}_3) + n(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaCl}_2) = 0.03 \text{ mol} = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V_1 \times 10^{-3} \text{ L}$ , 解得  $V_1 = 30$ 。

【解析】由思路导引可知,稀盐酸的浓度为  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , A 错误;由思路导引可知,  $V_1 = 30$ , B 正确;原溶液中  $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) : c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.02 : 0.01 = 2 : 1$ , C 错误; c 点溶液中发生的反应为碳酸钡沉淀和稀盐酸反应生成氯化钡、水和二氧化碳气体,化学方程式为  $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , D 正确。

#### 4. C

**思路导引**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量均为  $0.01 \text{ mol}$ ,向①中加入盐酸,发生的反应有  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , ②中发生的反应为  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】由思路导引可知,若盐酸中  $n(\text{HCl}) \leq 0.01 \text{ mol}$ ,装置①②中的气球不膨胀, A 错误;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量相同,均是  $0.01 \text{ mol}$ ,根据反应的化学方程式,当  $n(\text{HCl}) \geq 0.02 \text{ mol}$  时,两装置产生的气体体积相同,当  $0 < n(\text{HCl}) < 0.02 \text{ mol}$  时,两装置产生的气体体积不相同, B 错误、C 正确;  $0.01 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$  中  $n(\text{Na}^+) = 0.02 \text{ mol}$ ,  $0.01 \text{ mol NaHCO}_3$  中  $n(\text{Na}^+) = 0.01 \text{ mol}$ ,当溶液体积变化忽略不计时,即最终溶液的体积相同,最终两试管中  $\text{Na}^+$  的物质的量浓度不相等, D 错误。

#### 5. BD

**思路导引**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  和盐酸反应最终都会生成氯化钠,氯化钠的物质的量一直上升,直线③代表的是氯化钠的物质的量。 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与盐酸的反应分为两步,第一步反应为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}(\text{少量}) = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量一直减少,  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量先增大后减少,折线②代表  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量,直线①代表  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量。

【解析】根据思路导引可知,直线③代表的是  $\text{NaCl}$  的物质的量, A 错误;由题图可知,  $25 \text{ mL}$  溶液中,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量是  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,则  $1 \text{ L}$  原溶液中,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量是  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 40 = 0.1 \text{ mol}$ ,原混合物中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量为  $0.1 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.6 \text{ g}$ , B 正确;根据反应的化学方程式可知,碳酸钠完全反应消耗  $\text{HCl}$  的物质的量为  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,由题图可知消耗盐酸的体积为  $50 \text{ mL}$ ,则盐酸浓度  $c = \frac{n}{V} = \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 错误;由题图可知,加入盐酸的体积为  $50 \sim 150 \text{ mL}$  时发生的反应为  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ ,标准状况下  $56 \text{ mL CO}_2$  的物质的量  $n = \frac{V}{V_m} = \frac{56 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,因此消耗  $\text{HCl}$  的物质的量为  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,加入盐酸的体积为  $0 \sim 50 \text{ mL}$  时发生的反应为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}(\text{少量}) = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ ,当  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  恰好完全反应时,消耗  $\text{HCl}$  的物质的量为  $2.5 \times$

$10^{-3} \text{ mol}$ , 一共消耗  $\text{HCl}$  的物质的量为  $5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ , 则消耗盐酸的体积为  $\frac{5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.1 \text{ L} = 100 \text{ mL}$ , D 正确。

## 6. D



**思路导引**  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的固体混合物在密闭容器

中加热至  $250^\circ\text{C}$ , 发生的反应可能有  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 整个过程可看作  $\text{CO}_2$  完全反应后,  $\text{H}_2\text{O}$  才参与反应。将反应后的固体溶于水无气体放出, 说明  $\text{Na}_2\text{O}_2$  完全反应, 由题图中数据:  $0.025 > (0.045 - 0.025)$ , 所以加热后固体混合物为  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 横坐标  $0.025 \text{ mol} \sim 0.045 \text{ mol}$  是盐酸与碳酸氢钠反应, 生成  $0.88 \text{ g CO}_2$ , 物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ , 根据碳原子守恒可知,  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0.02 \text{ mol}$ ,  $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0.025 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol} = 0.005 \text{ mol}$ 。

**【解析】**题图中  $P$  点, 样品中  $\text{C}$  元素以  $\text{CO}_2$  气体形式全部逸出溶液, 根据原子守恒,  $P$  点溶液中的溶质是  $\text{NaCl}$ , A 正确; 因为  $0.025 > (0.045 - 0.025)$ , 所以固体混合物为  $\text{NaOH}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , B 正确; 由思路导引可知, 反应后的固体中  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{NaOH}) = 4 : 1$ , 再根据反应后固体溶于水无气体放出, 则发生反应  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 密闭容器中排出气体 A 的成分为  $\text{O}_2$  和水蒸气, C 正确;  $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0.02 \text{ mol}$ , 图中  $P$  点时溶质是单一的氯化钠, 根据钠原子守恒可知  $n(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{0.045 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol}}{2} = 0.0125 \text{ mol}$ , 固体的质量为  $(0.02 \times 84) \text{ g} + (0.0125 \times 78) \text{ g} = 2.655 \text{ g}$ , 故  $x = 2.655$ , D 错误。

## 素养上分

- 1. D 【解析】**自来水厂用氯气消毒, 是因为氯气与水反应生成的次氯酸具有强氧化性, 能杀死病毒和细菌, A 错误; 用石灰石处理酸性废水, 是因为石灰石属于碳酸盐, 能与废水中的酸性物质反应, B 错误; 碳酸氢钠是白色固体, 不是淡黄色固体, 加入量过多会使蒸出的馒头发黄, 主要是因为碳酸氢钠受热分解生成的碳酸钠与淀粉作用生成黄色物质, C 错误; 小苏打热稳定性差, 受热易分解产生二氧化碳气体而使面包松软多孔, 所以面包师用小苏打作发泡剂烘焙面包, D 正确。
- 2. D 【解析】**同温同压条件下, 气体的体积与物质的量成正比, 由题图可知, 甲、乙室体积比为  $5 : 3$ , 则气体的物质的量之比为  $5 : 3$ , 故甲室有  $1.0 \text{ mol}$  气体。在乙室中  $\text{HCl}$  气体的质量是  $0.6 \text{ mol} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 21.9 \text{ g}$ , 因为  $1 \text{ mol NH}_3$  或  $\text{H}_2$  的质量都比  $\text{HCl}$  小, 所以混合气体的质量也比  $\text{HCl}$  小, 混合气体的质量是  $21.9 \text{ g} - 10.9 \text{ g} = 11 \text{ g}$ , A 正确; 假设混合气体中  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2$  的物质的量分别是  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 则  $x \text{ mol} + y \text{ mol} = 1.0 \text{ mol}$ ,  $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times x \text{ mol} +$

$2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times y \text{ mol} = 11 \text{ g}$ , 解得  $x=0.6$ 、 $y=0.4$ , 甲室气体中  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2$  质量比是  $(0.6 \text{ mol} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) : (0.4 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 51 : 4$ , B 正确; 甲室中  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2$  的平均摩尔质量为  $\frac{11 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 11 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则平均相对分子质量为 11, C 正确; 由 B 项分析可知, 甲室中  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2$  的物质的量分别为 0.6 mol、0.4 mol, 乙室中有 0.6 mol  $\text{HCl}$ , 抽开隔板 a, 发生反应  $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ ,  $\text{NH}_3$  和  $\text{HCl}$  恰好完全反应, 剩余 0.4 mol  $\text{H}_2$ , 1 格表示 0.2 mol 气体, 则隔板 b 最终停在 2 处, D 错误。

**关键点拨** 由“无摩擦、可滑动的两隔板”信息可知, 甲、乙两室的压强与外界大气压相等, 体积之比(即刻度的比值)等于物质的量之比。

3. D 【解析】钠沉入液氨说明钠的密度比液氨大, A 正确; 液氨

提示: 分析题干信息得出

中没有自由移动的离子, 而钠投入液氨中得到的蓝色溶液中有  $\text{Na}^+(\text{NH}_3)_x$  和  $\text{e}^-(\text{NH}_3)_x$ , 离子浓度增大, 溶液的导电性增强, B 正

提示: 都是带电粒子

确; 反应中钠失去电子, 只能是氢元素得到电子, 所以钠和液氨发

关键点 产生的气泡为  $\text{H}_2$

生的反应为  $2\text{NH}_3 + 2\text{Na} = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ , C 正确; 钠在液氨中生成蓝色的溶剂合电子, 1 个钠原子失去 1 个电子, 0.1 mol 钠共失去 0.1 mol 电子, D 错误。

易错: 注意是快速得到深蓝色溶液, 并慢慢放出氢气

4. D

**思路导引** 实验前关闭  $K_1$ 、 $K_2$ , 打开  $K_3$ , 打开分液漏斗活塞, 过氧化钠和稀硫酸反应放出氧气, 碳酸钠和稀硫酸反应放出  $\text{CO}_2$ , Q 气囊膨胀, 用排水量气法测定反应生成气体的总体积(量筒 I 的作用); 读完气体总体积后, 关闭  $K_3$ , 缓缓打开  $K_1$ , Q 气囊中的气体通过干燥管 b, 二氧化碳被干燥管 b 中的碱石灰吸收, 可观察到 Q 气囊慢慢缩小, 量筒 II 收集到的气体为氧气。

【解析】过氧化钠和稀硫酸反应放出氧气, 碳酸钠和稀硫酸反应放出  $\text{CO}_2$ , 则 Q 气囊中产生的气体主要成分为  $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ , A 正确; a 将分液漏斗和反应装置连通, 其作用是平衡气压, 使液体顺利滴下, B 正确; 由思路导引可知, 用量筒 I 读完气体总体积

提示: 同时还能减小因液体的滴入而造成气体体积测量误差, 使定量实验更为精确

后, 关闭  $K_3$ , 缓缓打开  $K_1$ , Q 气囊中的气体排入左侧装置, 可观察到 Q 气囊慢慢缩小, C 正确; 量筒 I 用于测气体总体积, 干燥管 b 中装入碱石灰以吸收二氧化碳, 量筒 II 用于测氧气的量, D 错误。

5. D 【解析】甲苯易燃, 打开反应釜, 将钠暴露在空气中与氧气

提示: 题干已知信息的提取

反应, 易引起火灾, A 不可行; 若要让钠在氯气中燃烧除去钠, 则


有明火,会导致甲苯燃烧,引发火灾,B 不可行;钠与水反应放出大量的热,并生成可燃性气体  $H_2$ ,且甲苯易燃,若有明火,可能会引发火灾甚至爆炸,C 不可行;钠与乙醇反应,反应速率相对缓慢,向反应釜中滴加乙醇,并设置排气管,排出氢气和热量,

 **提示:** 题干已知信息的提取

处理方法更安全、更合理,D 可行。

**归纳总结** 涉及易燃物类的实验要特别注意实验安全,防止易燃气体的挥发、杜绝明火、在通风橱中进行实验等等。

## 6. A

 **思路导引** 步骤 i 通入  $CO_2$  至澄清石灰水变浑浊,说明装置内的空气已排尽。

步骤 ii 硬质玻璃管中有白色物质(可能为  $Na_2O$  和  $Na_2CO_3$ )产生,管壁上有黑色物质(应为 C)出现,检验 CO 的试剂未见明显变化(无 CO 生成)。


步骤 iii 未见气泡产生,证明固体中没有  $Na_2O_2$ ,则钠单质在二氧化碳中加热生成的物质有  $Na_2O$  和碳单质,将固体溶于水,加入过量  $BaCl_2$  溶液,产生白色沉淀,向白色沉淀中加入盐酸,有气体产生,则产物中还有  $Na_2CO_3$ 。

**【解析】**由思路导引可知,白色固体中存在  $Na_2CO_3$  和  $Na_2O$ ,A 错误;由思路导引可知,黑色物质是碳单质,B 正确;通入  $CO_2$  至澄清石灰水变浑浊后,可以排除试管内原有氧气的干扰,C 正确;由思路导引可知,步骤 iii 产生的白色沉淀为  $BaCO_3$ ,D 正确。

## 7. (1) 将水样中的 $CO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ 转化为二氧化碳,并将二氧化碳完全赶出

(2) 288

(3) 偏低

 **思路导引**  $CO_2$  的物质的量  $n(CO_2) = n[Ba(OH)_2] = 6.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,水样中有机物所含碳元素的物质的量  $n(C) = n(CO_2) = 6.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,以此计算水样的总有机碳,据此作答。

**【解析】**(1) 量取 250 mL 水样,加入足量稀硫酸,加热并通一段时间  $N_2$ ,硫酸将水样中的  $CO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$  转化为二氧化碳,并用  $N_2$  将二氧化碳完全赶出。

(2) 100 mL  $0.1600 \text{ mol} \cdot L^{-1} Ba(OH)_2$  溶液完全吸收生成的  $CO_2$ ,过滤并洗涤沉淀,将洗涤滤液与原滤液合并,测得合并溶液中  $n[Ba(OH)_2] = 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ,反应掉的  $n[Ba(OH)_2] = 0.1 \text{ L} \times 0.1600 \text{ mol} \cdot L^{-1} - 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol} = 6.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,则  $m(C)$  为  $6.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.2 \times 10^{-2} \text{ g}$ ,水样中总有机碳为  $\frac{7.2 \times 10^{-2} \times 10^3 \text{ mg}}{0.25 \text{ L}} = 288 \text{ mg} \cdot L^{-1}$ 。

(3) 由于加热过程中损失了部分易挥发的有机物,因此测定的水样中总有机碳低于实际值。



8. (1) iii (2)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (3)  $c(\text{OH}^-)$  较大 (4)  $\frac{b}{a+b-c}$

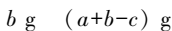
【解析】(1)  $\text{H}_2\text{O}_2$  在二氧化锰固体催化作用下分解生成氧气,由实验 iii 中现象可知,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应有  $\text{H}_2\text{O}_2$  生成。

(2) 0.02 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$  粉末加到 40 mL 水中,充分反应得溶液 A(溶液体积几乎无变化),  $c(\text{NaOH}) = \frac{0.04 \text{ mol}}{0.04 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

的氢氧化钠溶液中滴入酚酞,溶液变红色,溶液褪色需要 10 分钟,而 ii 中溶液变红色,20 秒后就褪色,说明溶液红色褪去的主要原因是过氧化氢的氧化作用。

(3) 由实验 iv、v 可知,加入少量盐酸使溶液中  $c(\text{OH}^-)$  减小,溶液又变为红色,说明在碱溶液中酚酞褪色和氢氧根离子浓度有关。

(4) 金属钠与水发生反应放出氢气的质量 =  $a \text{ g} + b \text{ g} - c \text{ g} = (a + b - c) \text{ g}$ ,假设金属钠的相对原子质量为  $M$ ,根据金属钠与水反应放出氢气的方程式,可得关系式:



$$\text{解得 } M = \frac{b}{a+b-c}。$$

## 全章上分

1. A 【解析】 $\text{NaClO}$  有强氧化性,可用于消毒杀菌, A 正确;用 Na 制取金属钾是因为钠的沸点比钾高, B 错误;工业上电解熔融的氯化钠来制备金属钠,与氯化钠是否易溶于水无关, C 错误;  $\text{NaHCO}_3$  具有弱碱性,能和酸反应生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,故可用于制抗酸药物,与其受热易分解无关, D 错误。

2. A 【解析】Na 能与水剧烈反应放出  $\text{H}_2$ ,并放出大量的热,故做实验剩余的金属钠不得直接丢弃在废液缸中, A 正确;  $\text{NaOH}$  溶液具有强腐蚀性,不能用  $\text{NaOH}$  溶液润湿口罩,  $\text{Cl}_2$  的密度比空气大,不能顺风往低处跑, B 错误;金属钠着火时生成  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  能与  $\text{CO}_2$  反应产生  $\text{O}_2$ , Na、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  分别与水反应产生  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ ,故金属钠着火时不能用泡沫灭火器灭火,应用干燥的沙土灭火, C 错误;不能在容量瓶中溶解固体,应先在烧杯中溶解  $\text{NaCl}$  固体,冷却后再转移到容量瓶中,定容时滴水不慎超过了刻度线,需要重新配制, D 错误。

3. D 【解析】Na 与  $\text{Cl}_2$  反应产生大量白烟,  $\text{Cl}_2$  有毒,用碱液进行尾气处理, A 正确;题图乙中若脱脂棉燃烧,则证明  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水反应放热, B 正确;题图丙中,气球变大,则说明  $\text{Cl}_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液发生反应, C 正确;加热固体时,试管口应略向下倾斜, D 错误。

4. D 【解析】氢氧化钠溶液与过量二氧化碳反应的化学方程式为  $\text{CO}_2(\text{过量}) + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3$ ,可以实现转化关系①, A 正确;  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水和  $\text{CO}_2$  的反应的化学方程式分别为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} =$

$4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ , 因此④⑤的转化均有  $\text{O}_2$  产生, B 正确; 碳酸钠溶液中不断滴加盐酸依次发生反应③  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$  (少量)  $= \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ , 和反应⑧  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ , 都生成氯化钠, C 正确; 反应②还可通过与  $\text{NaOH}$  溶液反应实现, 化学方程式为  $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , D 错误。

**5. D** 【解析】常温常压下, 11.2 L  $\text{N}_2$  和  $\text{O}_2$  混合气体的物质的量小于 0.5 mol, 含有的分子总数小于  $0.5N_A$ , A 错误; 标准状况下水不是气体, 4.48 L 水的物质的量不是 0.2 mol, B 错误; 含 0.2 mol  $\text{CaCl}_2$  的溶液中含 0.4 mol  $\text{Cl}^-$ , C 错误; 标准状况下, 16 g  $\text{CH}_4$  的物质的量为 1 mol, 含有的原子总数为  $5N_A$ , D 正确。

**6. B** 【解析】氯气溶于水能和水反应生成  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}$  具有漂白性, 能使红色布条褪色, 但是氯气本身不具有漂白性, 所以 I 对, II 错, A 错误; 用洁净的玻璃管向包有  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的脱脂棉滴水, 会发生反应  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 脱脂棉燃烧, 说明该反应放热, 故 I、II 都对, 且有关联, B 正确; 漂白粉中的有效成分  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  易发生反应  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO} + \text{CaCO}_3 \downarrow$ , 而  $\text{CaCl}_2$  与  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  不反应, C 错误; 除去  $\text{CO}_2$  中少量  $\text{HCl}$  气体, 可将混合气体通过装有饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液的洗气瓶, 发生反应  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 因  $\text{CO}_2$  和  $\text{HCl}$  均与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液反应, 故不能用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液除去  $\text{CO}_2$  中混有的  $\text{HCl}$ , D 错误。

**7. A**



**思路导引**

生成  $\text{CO}_2$  的反应的化学方程式为  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 假设  $\text{NaOH}$  与  $\text{CO}_2$  气体反应所得溶液中只有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 则开始阶段发生反应  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ , 由化学方程式可知, 前后两个阶段消耗盐酸的体积应相等, 而实际生成二氧化碳所消耗的盐酸体积多, 故  $\text{NaOH}$  与  $\text{CO}_2$  气体反应所得溶液中溶质为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 。

**【解析】**所加盐酸体积为 100 mL 时, 溶液中溶质为氯化钠, 根据氯离子、钠离子守恒可得  $n(\text{HCl}) = n(\text{NaCl}) = n(\text{NaOH}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$ , 原  $\text{NaOH}$  溶液的浓度为  $\frac{n}{V} = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , A 正确; 根据上述分析可知,  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ , 生成二氧化碳的物质的量等于该阶段加入的盐酸的物质的量, 因此  $n(\text{CO}_2) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (0.1 - 0.025) \text{ L} = 0.015 \text{ mol}$ , 通入的  $\text{CO}_2$  的体积等于反应生成的  $\text{CO}_2$  的体积, 则标准状况下的体积为  $0.015 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.336 \text{ L} = 336 \text{ mL}$ , 由于没有说明气体所处状态, 故无法计算  $\text{CO}_2$  气体的体积, B 错误; 所得溶液中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  转化为  $\text{NaHCO}_3$  消耗盐酸的体积为 25 mL, 生成的  $\text{NaHCO}_3$  转化为二氧化碳又消耗 25 mL 盐酸, 所得溶液中的  $\text{NaHCO}_3$  消耗盐酸的体积为 75 mL -

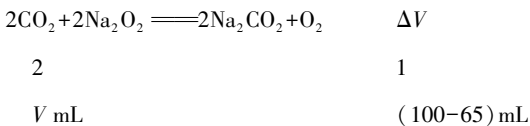
25 mL=50 mL,则  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  生成  $\text{CO}_2$  消耗盐酸体积之比为 1:1,由于生成  $\text{CO}_2$  时, $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{HCl}$  的物质的量之比为 1:1, $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{HCl}$  的物质的量之比为 1:2,则  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量之比为 2:1,所得溶液中不含有  $\text{NaOH}$ ,C、D 错误。

## 8. BD



**思路导引** 实验是探究  $\text{CO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的反应,根据装置及反应试剂,题图 I 中装置甲为大理石与稀盐酸反应生成二氧化碳的装置;由于盐酸易挥发,因此装置乙为饱和的碳酸氢钠溶液,可除去  $\text{CO}_2$  中的  $\text{HCl}$  杂质,而不减少二氧化碳的量;装置丙用于干燥  $\text{CO}_2$ 。题图 II 中注射器 1 抽取干燥的二氧化碳,将其充入具支 U 形管中与过氧化钠粉末反应,据此分析解答。

**【解析】**由分析可知,丙用于干燥  $\text{CO}_2$ ,可选无水氯化钙,不能选碱石灰,因为碱石灰会吸收  $\text{CO}_2$ ,A 错误;具支 U 形管中  $\text{CO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应生成碳酸钠,淡黄色粉末逐渐变浅,B 正确;设参加反应的  $\text{CO}_2$  体积为  $V$  mL,则有:



解得  $V=70$ , $\text{CO}_2$  的转化率为  $\frac{70 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} \times 100\% = 70\%$ ,C 错误;实验过程中多次往返推动注射器 1 和 2 有利于  $\text{CO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  充分接触,使反应进行得更充分, $\text{CO}_2$  转化率更高,减小误差,D 正确。

**9. C** **【解析】**流程中反应①为  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{ClO})_2 \xrightarrow{\quad} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$ ,反应②为  $2\text{NH}_3 + 3\text{HClO} \xrightarrow{\quad} \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{HCl}$ ,反应③为  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \xrightarrow{\quad} \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。①③中无元素化合价变化,反应中互相交换成分,属于复分解反应,A 正确; $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  在反应①中作反应物,在反应③中为生成物,因此可循环使用,B 正确;由反应②的化学方程式可知,每生成 1 mol  $\text{N}_2$ ,消耗 2 mol  $\text{NH}_3$ ,其在标准状况下的体积为  $2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 44.8 \text{ L}$ ,C 错误;由题图流程可得总反应为  $4\text{NH}_3 + 3\text{Ca}(\text{ClO})_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{N}_2 + 3\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ,D 正确。

**10. (1)**  $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2)  $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3)  $bN_A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4)  $\frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(5) 4:3

(6) 0.9

**【解析】**(1)已知  $\text{NH}_3$  的相对分子质量为 17,则  $\text{NH}_3$  的摩尔质量为  $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

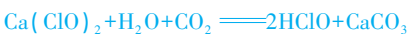
$$(2) M = \frac{m}{n} = \frac{m}{\frac{N}{N_A}} = \frac{1.28 \text{ g}}{\frac{1.204 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}} = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}。$$

(3) 一个铁原子的质量为  $b \text{ g}$ , 则  $1 \text{ mol Fe}$  的质量为  $bN_A \text{ g}$ , 则铁的摩尔质量为  $bN_A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4)  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值, 已知  $a \text{ g}$  气体的分子数为  $b$ , 依据  $n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ , 则该气体的摩尔质量为  $\frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(5) 臭氧分子和乙炔分子中原子个数之比为  $3:4$ , 在相同温度和压强下, 容器 A 中的臭氧( $\text{O}_3$ )和容器 B 中的乙炔气( $\text{C}_2\text{H}_2$ )所含的原子个数相同, 则分子数之比为  $4:3$ , 标准状况下气体摩尔体积相等, 由  $V = nV_m = \frac{N}{N_A}V_m$  知, 气体体积之比等于其分子个数之比  $= 4:3$ 。

(6) 血液中葡萄糖的物质的量浓度为  $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $1 \text{ L}$  血液中含有葡萄糖  $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ , 质量为  $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.9 \text{ g}$ , 则  $1 \text{ mL}$  血液中含有葡萄糖的质量为  $0.9 \text{ g} \times \frac{1}{1000} = 9 \times 10^{-4} \text{ g} = 0.9 \text{ mg}$ 。



(3) AB

(4) BD

【解析】(1) 漂白粉的主要成分是次氯酸钙和氯化钙, 工业上将氯气通入石灰乳制取漂白粉, 同时有水生成, 反应的化学方程式为  $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。漂白粉在空气中久置容易变质、失效, 有关反应的化学方程式为  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{HClO} + \text{CaCO}_3$  和  $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(2) ① 氯气与烧碱溶液反应生成氯化钠、次氯酸钠和水, 反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ , 该溶液的物质的量浓度为  $\frac{1000 \rho w}{M} = \frac{1000 \times 1.192 \times 25\%}{74.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

② 一瓶 84 消毒液含有  $n(\text{NaClO}) = 1 \text{ L} \times 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.0 \text{ mol}$ , 根据反应  $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$ , 则参与反应的  $\text{CO}_2$  的物质的量  $n(\text{CO}_2) = n(\text{NaClO}) = 4.0 \text{ mol}$ , 即标准状况下  $V(\text{CO}_2) = 4.0 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 89.6 \text{ L}$ 。

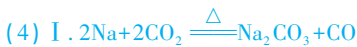
(3) 有活塞或塞子的仪器使用前需要检验是否漏水, A 符合题意; 由于  $\text{NaClO}$  易吸收空气中的  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$  而变质, 所以购买已久的商品  $\text{NaClO}$  可能部分变质导致  $\text{NaClO}$  减少, 配制的溶液中溶质的物质的量减小, 结果偏低, B 符合题意; 应选取  $500 \text{ mL}$  的容量瓶进行配制, 然后取出  $480 \text{ mL}$  即可, 所以需要  $\text{NaClO}$  的质量为  $0.5 \text{ L} \times 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 149 \text{ g}$ , C 不符合题意。

(4) 未恢复到室温就将溶液注入容量瓶并进行定容,待恢复至室温时溶液体积偏小,则浓度偏高,A 不符合题意;用量筒量取浓盐酸时,视线与刻度线、凹液面最低处要在同一直线上,俯视时,液面会偏低,所量取浓盐酸体积会偏小,导致稀盐酸物质的量浓度偏低,B 符合题意;若容量瓶未干燥即用来配制溶液,对溶液浓度无影响,C 不符合题意;转移溶液后未洗涤烧杯和玻璃棒就直接定容导致溶质的损失,溶液浓度偏低,D 符合题意;定容时俯视容量瓶刻度线,导致溶液体积偏小,根据  $c = \frac{n}{V}$  可知,所配制溶液浓度偏高,E 不符合题意。

12. (1)  $f \rightarrow g \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow h$

(2) BD

(3) 排尽装置中空气,避免空气中  $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$  的干扰 装置⑤中澄清石灰水开始变浑浊



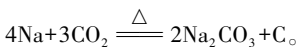
【解析】(1) 为探究 Na 与  $CO_2$  的反应,首先利用装置②,稀盐酸和  $CaCO_3$  反应制取  $CO_2$ ,利用装置④除去  $CO_2$  中混有的 HCl,再通过装置③除去水蒸气,再在装置①中进行 Na 与  $CO_2$  的反应,最后用装置⑤检验反应产物。由分析可知,各装置连接完整应为  $c \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow h$ 。

(2) 稀硫酸会与碳酸钙反应生成硫酸钙附着在碳酸钙表面阻止进一步反应,所以不可用,A 不符合题意; $CCl_4$  与稀盐酸互不相溶且密度比稀盐酸大,会使稀盐酸液面上升,所以可用,B 符合题意;煤油与稀盐酸互不相溶,但是煤油密度比稀盐酸小,会在上层,所以不可用,C 不符合题意;稀硝酸可以与碳酸钙反应制取  $CO_2$ ,所以可用,D 符合题意。

(3) 装置内空气中的二氧化碳、水蒸气、氧气会与钠反应,反应开始前,需要排尽装置中空气,以免空气中  $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$  干扰实验,等到装置⑤中澄清石灰水变浑浊,说明装置中空气已经排尽,再点燃酒精灯。

(4) I.  $PdCl_2$  溶液中观察到有黑色沉淀,说明装置①中有 CO 生成,而装置①中固体成分只有一种,且向固体中加入稀盐酸产生能使澄清石灰水变浑浊的气体,说明该固体是  $Na_2CO_3$ ,所以该反应的化学方程式为  $2Na + 2CO_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO$ 。II. 将装置①

中的固体加入足量盐酸中,产生能使澄清石灰水变浑浊的气体,说明含有碳酸钠,溶液中仍有黑色固体剩余,将溶液中剩余固体过滤、干燥,灼烧后又生成使澄清石灰水变浑浊的气体,结合元素守恒可知,黑色物质为碳单质,则反应的化学方程式为



### 真题上分

1. A 【解析】多种处方药相互间可能发生化学反应,需要按照医嘱

和药物说明使用,不能随意叠加使用,A 错误;不同的化肥性质会有所不同,使用时需依据对象营养状况有针对性地选择,B 正确;规范使用防腐剂可以抑制细菌等微生物的滋生,以此减缓食物变质速度,保持食品营养价值,C 正确;植物浸取制剂类农药的浓度以及外界条件等都会影响制剂的使用效果,需慎重选用,D 正确。

**2. D 【解析】**配制一定物质的量浓度 NaCl 溶液时,需要使用托盘天平称取一定质量的 NaCl 固体,然后在烧杯中溶解,再转移到一定规格的容量瓶中,①⑤⑥符合题意;粗盐提纯时,过滤需要用到烧杯,蒸发溶液获得 NaCl 晶体时需要用到酒精灯,⑥⑧符合题意;综上所述,D 正确。

**3. B 【解析】**将  $\text{Cl}_2$  通入冷的 NaOH 溶液中发生反应  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ,NaClO 是漂白液的有效成分,A 正确;气体的状态未知,22.4 L  $\text{Cl}_2$  的物质的量不确定,无法得出生成的 NaClO 的量,B 错误;通入  $\text{CO}_2$  会生成  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,因为酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$ ,根据强酸制弱酸,会发生反应  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaClO} = \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$ ,NaClO 转化为氧化性更强的 HClO,使漂白液消毒能力增强,C 正确;HClO 见光易分解为 HCl 和  $\text{O}_2$ ,而 NaClO 不易分解,因此 NaClO 溶液比 HClO 溶液稳定,D 正确。

**4. D 【解析】** $\text{NaHCO}_3$  与酸反应放出  $\text{CO}_2$ ,受热分解也能放出  $\text{CO}_2$ ,从而起到膨松剂的作用,A 正确; $\text{NaHCO}_3$  与 NaOH 会发生反应  $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,B 正确; $\text{NaHCO}_3$  受热易分解为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,而  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  热稳定性较强,利用二者热稳定性差异,可从它们的固体混合物中除去  $\text{NaHCO}_3$ ,C 正确;含碳量: $\text{NaHCO}_3 > \text{Na}_2\text{CO}_3$ ,结合碳元素守恒可知,与足量盐酸反应, $\text{NaHCO}_3$  放出的  $\text{CO}_2$  更多,D 错误。

**5. D 【解析】**H 原子的质子数为 1,O 原子的质子数为 8,则 1 个  $\text{H}_2\text{O}$  分子中有 10 个质子,0.1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  中含有的质子数为  $N_A$ ,A 错误;常温常压下,3.6 g  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量为 0.2 mol,同时生成的气体有 0.2 mol  $\text{ClO}_2$  和 0.2 mol  $\text{CO}_2$ ,B 错误; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液的体积未知,且  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  为弱酸,C 错误;标准状况下,22.4 L  $\text{CO}_2$  的物质的量为 1 mol,含有的原子数为  $3N_A$ ,D 正确。

**6. B 【解析】** $\text{KO}_2$  由  $\text{K}^+$  和  $\text{O}_2^-$  构成,1 mol  $\text{KO}_2$  晶体中离子的数目为  $2N_A$ ,A 错误; $n(\text{N}_8) = \frac{112.0 \text{ g}}{112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$ ,根据 N 守恒,1 mol  $\text{N}_8$  完全分解产生 4 mol  $\text{N}_2$ ,即  $4N_A$  个  $\text{N}_2$  分子,B 正确;1 mol CO 和  $\text{H}_2$  的混合气体含有的分子数目为  $N_A$ ,C 错误;0.1 mol  $[\text{NH}_3\text{OH}]^+$  含有的质子数为  $0.1 \text{ mol} \times (7 + 8 + 1 \times 4) N_A \text{ mol}^{-1} = 1.9N_A$ ,D 错误。

**7. D 【解析】**根据阿伏加德罗定律可知:同温同压下气体的体积之比等于物质的量之比,则 X、Y 生成  $\text{H}_2$  的物质的量之比等于体积之比,为  $V_1 : V_2$ ,A 项正确;由于酸是足量的,无论金属 X、Y 的化合价如何,金属都充分反应,设 X、Y 的化合价分别为  $+m$ 、 $+n$  ( $m$ 、 $n$  均为大于 0 的整数),X、Y 与盐酸、硫酸反应的化学方程式分别为  $\text{X} + m\text{HCl} = \text{XCl}_m + 0.5m\text{H}_2 \uparrow$ , $2\text{Y} + n\text{H}_2\text{SO}_4 =$

$Y_2(SO_4)_n + nH_2 \uparrow$ , 等物质的量的 X、Y 消耗酸的物质的量之比是  $m:0.5n=2V_1:V_2$ , B 项正确; 产物中 X、Y 化合价之比一定是  $m:n=V_1:V_2$ , C 项正确; 由  $V_1:V_2$  的值不能确定 X、Y 的化合价, 例如产物中 X、Y 的化合价相同时,  $V_1:V_2$  的值为 1, 但无法确定具体化合价, D 项错误。