

## 第二章 海水中的重要元素——钠和氯

### 第一节 钠及其化合物

#### 第1课时 活泼的金属单质——钠



#### 对点上分

**1. 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。

**2. 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。

**3. 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  $Na_2O$ 、加热生成  $Na_2O_2$ ,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。

**4. 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  $4Na \sim 2Na_2O \sim 4e^-$ ,

→ **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  $2Na \sim Na_2O_2 \sim 2e^-$ ,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。

**5. 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。

## 6. D

**攻略上分** 通法攻略 13 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;  $H^+$  浓度越大, Na 反应越剧烈, II 中反应比 I 中剧烈,

**提示:** 少量白雾是水受热蒸发产生的水蒸气。

是因为稀盐酸中的  $H^+$  浓度比蒸馏水中的  $H^+$  浓度大很多, B 正确; Na 和  $H_2O$  反应生成 NaOH, NaOH 和  $CuSO_4$  反应生成  $Cu(OH)_2$  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  $CuSO_4$  发生复分解反应生成  $Cu(OH)_2$  蓝色沉淀, 不能据此判断  $Cu^{2+}$  和  $H^+$  的氧化性强弱, D 错误。



## 能力上分

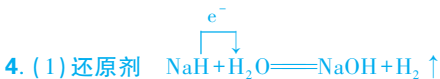
**1. A** **【解析】** 锂单质化学性质与钠类似, 活泼性比钠略差, 密度为  $0.534 g \cdot cm^{-3}$ , 比水小, 所以将绿豆大的锂投入水中, 锂浮在水面上, 与水反应生成 LiOH 和氢气, 则锂四处游动, 加入几滴石蕊溶液, 溶液变蓝, 故②⑤正确, A 项符合题意。

**2. D** **【解析】** ①常温下, Na 被空气中的氧气氧化生成  $Na_2O$ , 不是  $Na_2O_2$ , A 错误; ④中 NaOH 溶液吸收空气中的  $CO_2$  生成  $Na_2CO_3$  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  $Na_2O$  与空气中的水反应生成了 NaOH, D 正确。

**3. D** **【解析】** 由题意知熔融 Na 与  $CuSO_4$  反应有铜生成, 则反应的化学方程式为  $2Na + CuSO_4 \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + Cu$ , A 正确; 反应中 Na 由 0

**提示:** 钠和  $CuSO_4$  在固态时加热发生置换反应, 反应条件不同, 反应产物会发生变化。

价升高到 +1 价, 钠作还原剂, 表现了还原性, B 正确; 由化学方程式可知, 2 个 Na 参加反应转移 2 个电子, 则 1 个 Na 参加反应转移 1 个电子, C 正确; 若将钠投入  $CuSO_4$  溶液中, 钠先与水发生置换反应生成氢氧化钠和氢气, 生成的氢氧化钠与硫酸铜反应生成  $Cu(OH)_2$  蓝色沉淀, 无红色物质生成, D 错误。



(3) (a) 除去  $CO_2$  气体中的水蒸气





**思路导引** (1) 由钠及其化合物的“价—类”二维图, 可确定①为钠、②为氧化钠或过氧化钠。

(3) 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  $\text{CO}$ 。

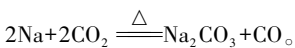
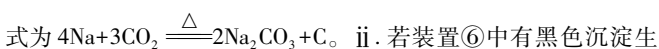
**【解析】**(1)  $\text{NaH}$  中,  $\text{Na}$  元素显 +1 价,  $\text{H}$  元素显 -1 价,  $\text{H}$  元素易失去电子, 常用作还原剂,  $\text{NaH}$  与水反应生成一种强碱 ( $\text{NaOH}$ ) 和

**提示:** -1 价的  $\text{H}$  比 0 价的还原性更强。

可燃性气体 ( $\text{H}_2$ ), 发生反应的化学方程式为  $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ; 反应中,  $\text{NaH}$  是还原剂,  $\text{H}_2\text{O}$  是氧化剂, 1 个  $\text{NaH}$  转移 1 个  $\text{e}^-$ 。

(2) 由分析可知, ①为  $\text{Na}$ , 将一小块钠投入  $\text{CuSO}_4$  溶液中, 钠先与水反应, 生成的  $\text{NaOH}$  再与  $\text{CuSO}_4$  反应, 发生的总反应的化学方程式为  $2\text{Na} + \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$ 。

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



## 第 2 课时 钠的化合物 焰色试验



### 对点上分

#### 1. C

**攻略上分** 通法攻略 14 全方位解析过氧化钠, 过氧化钠的性质考点全覆盖。

**【解析】** $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水的反应为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 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。 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ ,生成的 $\text{NaOH}$ 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。

## 2. D

**攻略上分** 通法攻略14全方位解析过氧化钠,过氧化钠的性质考点全覆盖。

**思路导引**  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 反应的实质是 $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH}$ 、 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

**【解析】**③中溶液变红,说明溶液显碱性,即生成了 $\text{NaOH}$ ,使酚酞显红色,A正确。⑤中现象说明溶液中有 $\text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{MnO}_2$ 作催化剂,催化 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解产生 $\text{O}_2$ ,反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ,B正确。④中现象说明 $\text{H}_2\text{O}_2$ 具有漂白作用, $\text{H}_2\text{O}_2$ 将红色物质漂白变为无色,因而使红色溶液褪色,C正确。②的总反应为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ ,每反应产生1个 $\text{O}_2$ ,转移2个电子;⑤反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ,每反应产生1个 $\text{O}_2$ ,转移2个电子。因此②⑤中的气泡的主要成分相同,都是 $\text{O}_2$ ,生成等质量的该气体转移电子的数目也相同,D错误。

**3. C** **【解析】** $\text{Na}_2\text{O}_2$ 具有氧化性, $\text{I}^-$ 能被氧化为 $\text{I}_2$ ,加入一定量的 $\text{Na}_2\text{O}_2$ , $\text{I}^-$ 减少, $\text{Na}_2\text{O}_2$ 和水反应生成氢氧化钠和氧气, $\text{Na}^+$ 增多, $\text{HCO}_3^-$ 和 $\text{OH}^-$ 反应生成 $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ 增多, $\text{HCO}_3^-$ 减少,因此离子数目不变的是 $\text{NO}_3^-$ ,故选C。

**易错警示** 本题容易忽略 $\text{CO}_3^{2-}$ 数目的变化。

## 4. A

**攻略上分** 碳酸钠、碳酸氢钠鉴别、除杂等问题在通法攻略15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。

**5. C** **【解析】**焰色试验是金属原子或离子的核外电子由激发态转化为基态,将能量以光的形式释放出来,从而形成焰色,此过程属于物理变化,A正确;钾的紫色光往往会受到钠的黄色光的干

扰,所以观察钾的焰色要透过蓝色钴玻璃,B 正确;硫酸盐的沸点

**提示:** 钾、钠物质在矿物中共生,且二者很难分离,故含钾物质中多少会含钠元素,故观察钾元素的焰色时,要考虑钠的黄光遮蔽。

高,灼烧时不易挥发,因此实验中应用稀盐酸清洗做焰色试验的铂丝,C 错误;铂和铁的焰色都不在可见光范围内,则实验室没有铂丝时,可用光洁无锈铁丝代替,D 正确。

### 归纳总结 焰色试验的相关总结

- ①焰色试验是物理变化,是金属元素的性质,既可以是单质,也可以是化合物。
- ②不能用玻璃棒(含钠元素)蘸取待测液进行焰色试验。
- ③在观察钾元素的焰色时,应透过蓝色钴玻璃,蓝色钴玻璃可以将黄光过滤掉,以避免钠元素的干扰。
- ④洗涤做焰色试验的铂丝,可选用稀盐酸,不能用稀硫酸。选用稀盐酸,生成的金属氯化物高温时可挥发,而硫酸盐难挥发。

**6. C** 【解析】 $\text{CO}_2$  在水溶液中溶解度较小,先向饱和  $\text{NaCl}$  溶液中通入  $\text{NH}_3$ ,使溶液显碱性,然后通入  $\text{CO}_2$  气体,可增大  $\text{CO}_2$  的溶

**提示:** 氨气的溶解度大,在吸收时应注意防倒吸。

解度,A 正确;“操作 1”分离固体和溶液,即过滤,B 正确;向饱和  $\text{NaCl}$  溶液中通入  $\text{NH}_3$ ,然后通入  $\text{CO}_2$  气体生成  $\text{NaHCO}_3$  固体和  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ，“母液”中的溶质含有  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  等,C 错误;固体 1 为  $\text{NaHCO}_3$ , $\text{NaHCO}_3$  受热分解生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CO}_2$  和水, $\text{CO}_2$  可循环使用,即“循环物质 X”是  $\text{CO}_2$ ,D 正确。



### 能力上分

**1. C** 【解析】加热条件下, $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{O}_2$  反应生成  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,则加热粉末可除去  $\text{Na}_2\text{O}_2$  粉末中的  $\text{Na}_2\text{O}$ ,A 正确; $\text{CO}_2$  能够与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应产生  $\text{O}_2$ ,从而达到除杂、净化的目的,B 正确;二氧化碳能与饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液反应而被吸收( $\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ ),应用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液,C 错误; $\text{NaHCO}_3$  不稳定,受热分解产生  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  逸出,因此可以通过加热固体混合物至质量不再变化达到除去  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体中的杂质  $\text{NaHCO}_3$  的目的,D 正确。

**2. C** 【解析】稀硫酸与碳酸钙反应会生成微溶的硫酸钙,硫酸钙附着在大理石表面,阻碍反应的进行,应该用稀盐酸与大理石来制备二氧化碳,A 错误;二氧化碳在饱和食盐水中的溶解度较小,应向饱和食盐水中先通氨气使溶液呈碱性,再通入二氧化碳,二氧化碳应该从长管进,为防止倒吸,氨气从短管进,B 错误;碳酸氢钠的溶解度小,从饱和溶液中析出晶体,可以用过滤的方法分离固体和溶液,C 正确;碳酸氢钠不稳定,受热易分解,在试管中加热固体,试管口应略向下倾斜,防止冷凝水倒流炸裂试管,D 错误。

**3. 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。

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. (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,

$\text{HCl}$  易挥发,B 中用饱和碳酸氢钠除去  $\text{CO}_2$  气体中混有的  $\text{HCl}$ ,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

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

(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  $\frac{6.2 \text{ g}}{7.75 \text{ g}} \times 100\% = 80\%。$

## 第一节 节测上分

1. 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。

**2. B 【解析】**过氧化钠与水反应产生的气体为  $\text{O}_2$ ,A 正确;过氧化钠与水反应不需要催化剂,B 错误;实验②③作为对照实验,能证明使酚酞褪色的不是氢氧化钠和氧气,C 正确;根据向反应后溶液中加入二氧化锰,迅速产生大量使带火星木条复燃的气体可判断,过氧化钠与水反应可能生成了具有漂白性的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,D 正确。

**3. A 【解析】**过氧化钠与  $\text{H}_2\text{O}$  反应会生成氧气,且放热,故脱脂棉燃烧,A 正确;向碳酸钠溶液中逐滴滴加稀盐酸,先发生反应  $\text{Na}_2\text{CO}_3 +$

**提示:** 脱脂棉的着火点低,能够明显感知温度的升高。

$\text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ ,开始无明显现象,一段时间后产生大量气泡,发生反应  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,B 错误;将  $\text{Na}_2\text{O}_2$  投到紫色石蕊溶液中, $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水反应会生成氢氧化钠和氧气,石蕊遇碱变蓝,则溶液会变蓝, $\text{Na}_2\text{O}_2$  具有强氧化性,因此变蓝后,溶液褪色,C 错误;钾元素的焰色需要透过蓝色钴玻璃观察,该过程不能证明不含有钾元素,D 错误。

**4. B 【解析】** $\text{Na}$  与  $\text{O}_2$  在空气中常温下,反应生成  $\text{Na}_2\text{O}$ ,点燃生成  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,反应条件不同,产物不同,①符合题意; $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应只生成  $\text{NaOH}$  和氧气,与用量和条件无关,②不符合题意; $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{CO}_2$  反应只生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和氧气,与用量和条件无关,③不符合题意; $\text{NaOH}$  溶液与少量  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和水,与过量  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{NaHCO}_3$ ,用量不同,产物不同,④符合题意; $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液与少量盐酸反应生成  $\text{NaHCO}_3$ 、氯化钠,与过量盐酸反应生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,用量不同,产物不同,⑤符合题意; $\text{NaHCO}_3$  溶液与盐酸反应只生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,⑥不符合题意; $\text{NaHCO}_3$  溶液与少量  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液发生反应  $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ,与过量  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液发生反应  $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ,用量不同,产物不同,⑦符合题意。故选 B。

**归纳总结** 复分解类型的反应,多因反应物的用量不同而导致产物不同;氧化还原类型的反应,多因反应条件不同而导致产物不同。

**5. C 【解析】**实验室制备的  $\text{CO}_2$  中含  $\text{HCl}$  杂质,可以用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液洗气除去,A 正确;总反应的离子方程式为  $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$ ,B 正确; $\text{NaHCO}_3$  热分解制得  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,同时生成的  $\text{CO}_2$  可循环使用,食盐水中含  $\text{NaCl}$ ,也可以循环使用,C 错误; $\text{NaHCO}_3$  能溶于水,因此母液中含有较多  $\text{HCO}_3^-$ ,加入  $\text{NaCl}$  粉末时也可能会有  $\text{NaHCO}_3$  析出,导致产品

$\text{NH}_4\text{Cl}$  不纯, 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. (1)  $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$

(2) ①煤油 < 钠 < 水 ②  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

(3)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(4) 浓硫酸

(5) 木条不复燃 木条复燃

(6)  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$   $\text{Na}_2\text{O}_2$  2

【解析】(1) 加热条件下,  $\text{Na}$  可以在氧气中燃烧生成过氧化钠, 反应的化学方程式为  $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ 。

(2) ①钠在水和煤油的界面处, 说明钠、煤油、水的密度大小关系是煤油 < 钠 < 水。②实验中钠和水反应生成氢氧化钠和氢气, 发生反应的离子方程式为  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3) 装置①中碳酸钙和盐酸反应生成氯化钙、二氧化碳、水, 反应的离子方程式为  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 为证实二氧化碳跟过氧化钠反应时需要与水接触, ④⑤中的过氧化钠需分别通入干燥的二氧化碳和湿润的二氧化碳, 所以装置③的作用是干燥二氧化碳, ③中的试剂是浓硫酸。

(5) 步骤 1 过氧化钠和干燥的二氧化碳不反应, 没有氧气放出, 步骤 2 过氧化钠和湿润的二氧化碳反应, 有氧气放出, 所以 a 处带火星的木条产生的实验现象分别是木条不复燃、木条复燃。

(6) 过氧化钠跟二氧化碳反应生成碳酸钠和氧气, 反应的化学方程式为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ , 该反应中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  既是氧化剂又是还原剂, 每生成 1 个  $\text{O}_2$  时, 转移 2 个电子。

8. (1) ①小苏打 ②  $\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$

③  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) ①  $\text{CO}_2$  ②  $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) ①  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ②  $\text{CO}_3^{2-} + \text{Mg}^{2+} \longrightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow$  ③  $\text{MgCO}_3$

④证明新制饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  浓度不足以和  $\text{Mg}^{2+}$  反应产生  $\text{MgCO}_3$  白色沉淀,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液能够和  $\text{Mg}^{2+}$  反应产生  $\text{MgCO}_3$  白色沉淀 ⑤  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$

(4) 饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液中  $\text{NaHCO}_3$  会分解产生  $\text{CO}_2$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,



反应为  $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  的浓度降低, 少量  $\text{NaHCO}_3$  固体溶解

**思路导引** 饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液的 pH 为 8.3, 溶液呈碱性, 向饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液中加入一定量  $\text{NaHCO}_3$  固体, 静置后产生的气体 X 使澄清石灰水变浑浊, 则气体 X 是  $\text{CO}_2$ , 说明  $\text{HCO}_3^-$  会分解产生  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  的浓度降低, 故少量  $\text{NaHCO}_3$  固体溶解。

**【解析】**(1) ①  $\text{NaHCO}_3$  的俗称是小苏打。②  $\text{NaHCO}_3$  在水溶液中电离产生钠离子和碳酸氢根离子, 电离方程式为  $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ 。③  $\text{NaHCO}_3$  受热分解产生碳酸钠、二氧化碳和水, 化学方程式为  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ① 向 20 mL 饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液中再加入一定量  $\text{NaHCO}_3$  固体, 静置后产生的气体 X 通入澄清石灰水, 石灰水变浑浊, 则气体 X 是  $\text{CO}_2$ 。②  $\text{CO}_2$  通入澄清石灰水中反应生成碳酸钙沉淀, 溶液变浑浊, 离子方程式为  $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) ①  $\text{NaHCO}_3$  是酸式盐,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  是正盐, 相同浓度的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液和  $\text{NaHCO}_3$  溶液,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的碱性更强。② 已知在  $\text{pH} < 9.4$  时溶液中的  $\text{Mg}^{2+}$  不形成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 故实验 c 中取少量  $\text{pH} = 9.0$  的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 加入  $\text{MgCl}_2$  溶液, 有  $\text{MgCO}_3$  白色沉淀生成, 离子方程式为  $\text{CO}_3^{2-} + \text{Mg}^{2+} \rightleftharpoons \text{MgCO}_3 \downarrow$ 。③ 该白色沉淀可能是  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 也可能是  $\text{MgCO}_3$ , 但根据题中所给信息可知, 在  $\text{pH} < 9.4$  时溶液中的  $\text{Mg}^{2+}$  不形成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 而此时溶液的 pH 为 9.0, 因此白色沉淀为  $\text{MgCO}_3$ 。④ 实验 c 和 d 作对照实验, 目的是证明  $\text{NaHCO}_3$  溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  不足以和  $\text{Mg}^{2+}$  反应产生  $\text{MgCO}_3$  白色沉淀,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液能够和  $\text{Mg}^{2+}$  反应产生  $\text{MgCO}_3$  白色沉淀。⑤ 溶液 Y 能够和  $\text{MgCl}_2$  溶液反应生成  $\text{MgCO}_3$  沉淀, 溶液 Y 为含少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液, 持续通入  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  转化为  $\text{NaHCO}_3$  沉淀, 化学方程式为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$ 。

## 专题上分三 钠及其化合物之间的转化

**1. B** **【解析】**能与碱反应生成盐与水的氧化物为酸性氧化物,  $\text{CO}_2$  与过量氢氧化钠反应生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和水, 则反应③表明  $\text{CO}_2$  具有酸性氧化物的性质, A 正确;  $\text{NaHCO}_3$  受热分解生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 则反应④说明  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的热稳定性强于  $\text{NaHCO}_3$ , B 错误; 过氧化钠与水、 $\text{CO}_2$  反应生成氧气, 可用于潜水艇中氧气的供给, C 正确; 在题述转化中, 发生氧化还原反应的有①②⑤⑥, 共 4 个, D 正确。

**2. D**

**思路导引** a 为  $\text{NaH}$ , b 和 c 分别为  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  中的一种; 由于热稳定性  $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  靠近热源不分解,  $\text{NaHCO}_3$  远离热源分解, 故 d 为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , e 为  $\text{NaHCO}_3$ 。

【解析】d 为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , e 为  $\text{NaHCO}_3$ , A 错误; 氧化钠由钠离子和氧离子构成, 过氧化钠由钠离子和过氧根离子构成, 两者的阳离子和阴离子数目之比均为 2 : 1, 则等数量的 b 和 c, 含有的离子总数相同, B 错误; 将 Na 加入  $\text{CuSO}_4$  溶液中, 钠先和水反应生成氢氧化钠和氢气, 氢氧化钠再和硫酸铜反应生成氢氧化铜蓝色沉淀和硫酸钠, 不会有红色固体析出, C 错误; b 和 c 分别与水反应,  $\text{Na}_2\text{O}$  与水反应只生成氢氧化钠, 向反应后试管中滴加酚酞溶液出现红色,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水反应生成氢氧化钠和氧气, 有探究实验表明,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水反应中伴有过氧化氢生成, 过氧化氢具有强氧化性、漂白性, 向反应后试管中滴加酚酞溶液, 溶液先变红后褪色, D 正确。

### 归纳总结 钠及其化合物的性质与用途

物质性质	用途
钠具有较强的还原性	可用于冶炼钛、锆、铌等金属
$\text{NaHCO}_3$ 受热分解生成 $\text{CO}_2$ 、能与酸反应	可用作焙制糕点的膨松剂、胃酸中和剂
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液显碱性	用热的纯碱溶液洗去油污
$\text{Na}_2\text{O}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 反应均生成 $\text{O}_2$	作供氧剂

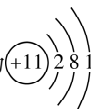
3. D 【解析】由题给流程图可知, 反应①为  $\text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ , 反应②为  $\text{MgCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。a 为  $\text{NaHCO}_3$ , b 为  $\text{MgCl}_2$ , A 正确; 根据分析, ②中发生的反应为  $\text{MgCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ , B 正确; 由于  $\text{NH}_4\text{Cl}$  受热易分解, 故不能将  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液直接蒸发结晶制得  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体, 而应该冷却结晶, C 正确; 根据反应①和反应②, 题述过程中  $\text{NH}_3$  未发生损耗,  $\text{CO}_2$  转化为  $\text{NaHCO}_3$  (以产物的形式离开体系), 需要由  $\text{MgCO}_3$  提供, 过程中发生损耗, D 错误。

4. (1)  失去

(2) ①  $6\text{Na} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{Na}_2\text{O}$  ②  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(3) ① 电离出自由移动的  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  ②  $1.204 \times 10^{24}$

**思路导引** 工业通过电解熔融的  $\text{NaCl}$  生产金属钠, 为降低能耗, 通常加入  $\text{CaCl}_2$  降低熔点, 发生的反应为  $2\text{NaCl}$  (熔融)  $\xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ , 产生的钠为粗钠, 再与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应除去杂质 Ca, 最终生成金属钠。

【解析】(1) Na 是 11 号元素, 原子核外电子排布是 2、8、1, 所以钠的原子结构示意图为 ; Na 原子最外层只有 1 个电子, 容易失去这个电子变为  $\text{Na}^+$ 。

(2) ①当汽车发生较严重的碰撞时,引发  $\text{NaN}_3$  分解:  $2\text{NaN}_3 \xrightarrow{\quad} 2\text{Na} + 3\text{N}_2 \uparrow$ , 从而为气囊充气, 产生的 Na 立即与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  发生置换反应生成  $\text{Na}_2\text{O}$  和铁, 化学方程式为  $6\text{Na} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe} + 3\text{Na}_2\text{O}$ 。②  $\text{NaHCO}_3$  是冷却剂, 吸收安全气囊的气体发生剂释放

提示: 该反应为放热反应, 为  $\text{NaHCO}_3$  等物质的分解提供能量, 促进产气反应的发生。

的热量, 发生分解反应, 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) ①  $\text{NaCl}$  为电解质, 固体不导电, 熔融状态下能够导电, 产生自由移动的  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$ , 所以把  $\text{NaCl}$  固体加热至熔融状态, 是为了使其产生自由移动的  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$ ; ②钙比钠活泼, 除 Ca 的化学方程式为  $2\text{Ca} + \text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{CaO} + 2\text{Na}$ , 钙元素化合价由 0 升高到 +2, 1 个钙原子参与反应失去 2 个电子, 即  $6.02 \times 10^{23}$  个 Ca 原子参加反应, 转移的电子数为  $1.204 \times 10^{24}$ 。

## 第二节 氯及其化合物

### 第 1 课时 氯气的性质



#### 对点上分

1. 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  $\text{NaOH}$  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。

2. 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。

3. B 【解析】铜与氯气反应生成氯化铜, A 正确; 氯气与铁反应生成氯化铁, B 错误; 氯气与钠反应生成氯化钠, C 正确; 氯气与铝反

应生成氯化铝, D 正确。

关键点  $\text{Cl}_2$  具有强氧化性, 与变价金属反应, 一般都生成高价金属氯化物, 如氯化铁和氯化铜。

4. C 【解析】燃烧是发光发热的剧烈的化学反应, 燃烧不一定要有氧气参与, 如氢气可以在氯气中安静地燃烧, A 错误; 通常状况下氯气不能和 Fe 反应, 氯气的储存能用铁质容器, B 错误; 纯净的氢气可以在氯气中安静地燃烧生成氯化氢, 发出苍白色火焰, C 正确; Cu 在  $\text{Cl}_2$  中燃烧产生棕黄色的烟, 铜被氧化, 氯气作氧化剂, 被还原, D 错误。

5. 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 18 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,

HCl 是强酸,酸性增强,D 错误。

## 6. 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 18 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 HClO, 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 HClO 分子快, B 正确; 氯水中 HClO 会发生反应  $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ , 久置氯水的主要成分为 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 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。

7. 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。

8. B 【解析】氯水中  $\text{Cl}_2$  与水发生反应产生 HCl、HClO, 反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ , HClO 不稳定, 光照分解生成的 HCl 电离出了  $\text{H}^+$ , 溶液中  $\text{H}^+$  浓度增大, 溶液中  $\text{H}^+$  浓度越大, 溶液的 pH 就越小, 故在 0~150 s, 氯水 pH 降低, A 正确; 新制氯水显浅黄绿色, 说明氯水中含有氯气, 氯水中 HClO 具有强氧化性, 能起到漂白、杀菌、消毒作用, 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 HClO 不稳定, 光照分解生成 HCl(强酸)和  $\text{O}_2$ , 溶液中自由移动的离子浓度增大, 故氯水的导电能力逐渐增强, C、D 正确。

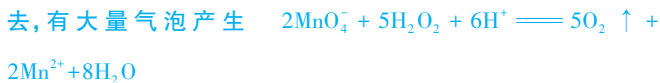
9. C 【解析】漂白粉为  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  和  $\text{CaCl}_2$  的混合物, 而“84”消毒液和氯水均为水溶液, 故也为混合物, A 正确; 漂白粉的有效成分是  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , B 正确; 漂白粉是由  $\text{Cl}_2$  和石灰乳制得的, C 错误; 漂白粉露置在空气中发生反应  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow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

易错警示 工业制漂白粉的原料是氯气和石灰乳, 石灰乳中  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  主要以沉淀的形式存在, 故在离子方程式中不拆分。

10. C 【解析】氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性, 还原剂的还原性强于还原产物的还原性。在该反应中,  $\text{NaClO}_3$  作氧化剂, 得到电子, 被还原为  $\text{ClO}_2$ (还原产物);  $\text{H}_2\text{O}_2$  作还原剂, 失去电子, 被氧化为  $\text{O}_2$ (氧化产物), 所以  $\text{H}_2\text{O}_2$  的还原性强于  $\text{ClO}_2$ , A、B 正确。Cl 元素化合价由反应前  $\text{NaClO}_3$  中的 +5 变为反应后  $\text{ClO}_2$  中的 +4, 每有 1 个  $\text{NaClO}_3$  参加反应, 转移 1 个电子, C 错误。根

据离子方程式的书写原则,反应  $2\text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$  的离子方程式可表示为  $2\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ , D 正确。

11. (1) ①过氧化氢中氧元素的化合价为-1,化合价可升高到0,具有还原性,可降低到-2,具有氧化性 ②实验 i 中溶液紫色褪去,有大量气泡产生



(2) ①醋酸和  $\text{ClO}^-$  反应生成  $\text{HClO}$ ,实验 ii 中  $\text{HClO}$  浓度大于实验 i 中  $\text{HClO}$  浓度,氧化性更强

②  $2\text{HClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ ,随温度升高,次氯酸分解加快,溶液中次氯酸浓度减小,氧化性减弱

③  $\text{ClO}_2 > \text{NaClO}_2 > \text{NaClO}$

(3) ①> ②  $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

**思路导引** 过氧化氢中氧元素的化合价为-1,化合价可升高到0,可降低到-2,处于元素的中间价态,既有氧化性又有还原性,可用强氧化剂高锰酸钾验证其还原性,利用淀粉碘化钾溶液验证其氧化性;“84”消毒液中含氯微粒主要有  $\text{ClO}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HClO}$ ,  $\text{ClO}^-$  能与醋酸反应生成  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}$  氧化性更强,其浓度越大,溶液的氧化性越强,  $\text{HClO}$  不稳定,见光或受热易分解,据此分析解答。

**【解析】**(1) ①过氧化氢中氧元素的化合价为-1,化合价可升高到0,具有还原性,可降低到-2,具有氧化性。②实验 i 中溶液紫色褪去,有大量气泡产生,可知过氧化氢被高锰酸钾氧化生成氧气,发生反应  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{O}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ ,据此可知过氧化氢表现还原性。

(2) ①实验 i、ii 中一个加水,一个加醋酸,加入醋酸后反应速率

**提示**: 醋酸的酸性强于碳酸。

快,是因为醋酸和  $\text{ClO}^-$  反应生成  $\text{HClO}$ ,实验 ii 中  $\text{HClO}$  浓度大于实验 i 中  $\text{HClO}$  浓度,氧化性更强。②实验 iii 中随温度升高,溶液氧化性逐渐减弱,是因为发生反应  $2\text{HClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ ,随温度升高,次氯酸分解加快,溶液中次氯酸浓度减小,氧化性减弱。

③  $\text{ClO}_2$ 、 $\text{NaClO}_2$ 、 $\text{NaClO}$  对应的还原产物均为  $\text{Cl}^-$ ,则 1 个  $\text{ClO}_2$  反应时得 5 个电子;1 个  $\text{NaClO}_2$  反应时得 4 个电子;1 个  $\text{NaClO}$  反应时得 2 个电子,三者单位质量转移电子数分别为  $\frac{5}{67.5} \approx 0.074$ 、 $\frac{4}{90.5} \approx 0.044$ 、 $\frac{2}{74.5} \approx 0.027$ ,则三种含氯消毒剂的有效氯含量由大到小的顺序为  $\text{ClO}_2 > \text{NaClO}_2 > \text{NaClO}$ 。

(3) ①  $\text{NaClO}$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应产生  $\text{O}_2$ ,该反应中  $\text{NaClO}$  作氧化剂,  $\text{H}_2\text{O}_2$  作还原剂,则氧化性:  $\text{NaClO} > \text{H}_2\text{O}_2$ 。②反应物为  $\text{NaClO}$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,生成物为  $\text{O}_2$ 、 $\text{NaCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,反应的化学方程式为  $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

## 第2课时 氯气的实验室制法 氯离子的检验



### 对点上分

#### 1. A



#### 攻略上分

通法攻略 19 详细讲解氯气的实验室制法及各种注意事项。

【解析】二氧化锰氧化浓盐酸生成氯气的反应需要加热，装置甲不能制取  $\text{Cl}_2$ ，A 错误；氯气密度大于空气，可以用向上排空气法收集，则可以用装置丙收集  $\text{Cl}_2$ ，B 正确；氯气有毒，氢氧化钠溶液能吸收氯气，因此可用装置丁吸收尾气中的  $\text{Cl}_2$ ，C 正确；氯化氢易溶于水，氯气在饱和食盐水中的溶解度很小，可用装置乙除去  $\text{Cl}_2$  中混有的少量  $\text{HCl}$ ，D 正确。

#### 2. C 【解析】装置 B 中试剂是饱和食盐水，目的是除去 $\text{HCl}$ 气体，

装置 C 中盛放浓硫酸，用来干燥氯气，A 错误；实验过程中，铜和

→ **关键点** 洗气过程会带入水蒸气，故洗气装置一定要设置在干燥装置之前。

氯气反应生成氯化铜，硬质玻璃管中产生大量棕黄色的烟，B 错误；为防止铜和氧气反应，需要用氯气排出装置中的空气后，再加热装置 D，所以实验时，应先打开装置 A 中分液漏斗的活塞，待空气排出后，再加热装置 D，C 正确；二氧化锰和浓盐酸反应需要加热，将装置 A 中的  $\text{KMnO}_4$  直接换为  $\text{MnO}_2$ ，不能完成该实验，D 错误。

#### 3. (1) 一段时间后长颈漏斗内液面不下降



(3) 酸性、漂白性

(4) 氯气和钠反应需要干燥的氯气，需要在 B 和 C 之间加一个盛有浓硫酸的洗气瓶来干燥氯气

【解析】(1) 检验装置 A、B 的气密性：将仪器①的活塞和开关 K 关闭，从长颈漏斗处加水至液面高于锥形瓶中的液面，若一段时间后长颈漏斗内液面不下降，则说明装置气密性良好。

(2) 装置 A 中发生反应的化学方程式为  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；其中  $\text{MnO}_2$  中 Mn 元素化合价降低，为氧化剂，HCl 中 Cl 元素化合价升高，为还原剂，4 个 HCl 中只有 2 个变价，故氧化剂和还原剂的个数之比为 1:2。

(3) 装置 C 中为湿润的石蕊试纸，该处颜色的变化为先变红后褪色，变红说明氯水具有酸性，褪色说明氯水具有漂白性。

(4) 氯气和钠反应需要干燥的氯气，则需要在 B 和 C 之间加一个盛有浓硫酸的洗气瓶来干燥氯气。

#### 4. D 【解析】检验 $\text{Cl}^-$ 需要使用 $\text{AgNO}_3$ 溶液，A 错误；为排除 $\text{CO}_3^{2-}$ 等离子的干扰需要用稀硝酸进行酸化，B 错误；检验时所用试剂量较少，通常使用胶头滴管取用，反应容器通常用试管，C 错误；不需要使用球形冷凝管，D 正确。

#### 5. C 【解析】 $\text{KClO}_3$ 溶于水电离出 $\text{K}^+$ 和 $\text{ClO}_3^-$ ， $\text{ClO}_3^-$ 与 $\text{AgNO}_3$ 溶液混合无沉淀生成，则应将氯酸钾与二氧化锰混合加热，发生反应





锰,加水溶解,把二氧化锰过滤掉,取滤液于试管中,再滴加硝酸银溶液,若生成白色沉淀,滴加稀硝酸,白色沉淀不消失,则证明氯酸钾中含氯元素,其中“加稀  $\text{HNO}_3$ ”在滴加硝酸银溶液之前、之后都可以,则操作顺序正确的是④②③①⑤,C项符合题意。

**关键点拨**  $\text{ClO}_3^-$  的检验我们没有学过,用已学的知识可先将  $\text{ClO}_3^-$  转化为  $\text{Cl}^-$ ,再进行  $\text{Cl}^-$  的检验。

## 第二节 节测上分

**1. C** 【解析】 $\text{ClO}_2$  具有强氧化性,可用作自来水消毒剂,A正确;含氯漂白粉的主要成分是氯化钙、次氯酸钙,B正确;氯气能使湿润的有色布条褪色,是因为氯气与水反应生成的  $\text{HClO}$  具有漂白性,氯气本身没有漂白性,C错误;氯气与烧碱溶液反应生成氯化钠、次氯酸钠和水,与石灰乳反应生成氯化钙、次氯酸钙和水,次氯酸钠、次氯酸钙均有氧化性,能杀菌消毒,D正确。

**2. C** 【解析】氯水具有漂白性,可使 pH 试纸褪色,不能用 pH 试纸测定氯水的酸性,A错误;新制氯水滴在蓝色石蕊试纸上,试纸先

→ **关键点** 氯水、浓硫酸都不能用 pH 试纸测量 pH,应用 pH 计。

变红后褪色,是因为  $\text{Cl}_2$  与水反应生成的次氯酸具有漂白性,B错误;向淀粉-碘化钾溶液中加入氯水,溶液变为蓝色,氯气将  $\text{I}^-$  氧化为碘单质,可证明  $\text{Cl}_2$  的氧化性强于  $\text{I}_2$ ,C正确;加入  $\text{NaOH}$

↖ **提示**: 此处不必考虑氯水的复杂成分,氯水中,  $\text{Cl}_2$  相对含量较高,不考虑  $\text{HClO}$  的干扰。

溶液,氯水浅黄绿色消失,说明  $\text{Cl}_2$  与  $\text{NaOH}$  发生了反应,D错误。

**3. C** 【解析】氯气是黄绿色有刺激性气味的气体,密度比空气大,A正确;干燥的氯气通过装置 A,红纸条不褪色,说明氯气本身没有漂白性,再通过装置 B 时,红纸条褪色,证明氯气与水反应生成的次氯酸具有漂白性,B正确;把 A、B 瓶调换位置,因为氯气通入有水的装置后会携带水,因此两个装置内的红纸条都褪色,实验现象不同,C错误;氯气本身没有漂白性,氯气与水反应生成的次氯酸具有漂白性,因此该实验的现象是装置 A 中红纸条不褪色,装置 B 中红纸条褪色,D正确。

**4. B** 【解析】装置甲是制备氯气的装置,其中的固体不可以是  $\text{MnO}_2$ ,因为  $\text{MnO}_2$  氧化浓盐酸需要加热,A错误;若去掉装置乙,盐酸会挥发进入丙中,会降低装置丙中溶液的碱性,导致  $\text{KMnO}_4$  产率降低,B正确;装置乙中盛放饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液,会和挥发出

↖ **提示**: 丙中碱性减弱时,会发生题干中的反应,生成的  $\text{MnO}_2$  不能被  $\text{Cl}_2$  氧化,相当于 Mn 元素流失。

的  $\text{HCl}$  以及生成的  $\text{Cl}_2$  反应,导致  $\text{KMnO}_4$  的产率下降,C错误;装置丙生成高锰酸钾,不可以用  $\text{NaOH}$  作碱性介质,钠离子等同于杂质,D错误。

## 5. C



## 思路导引

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

$6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{MnCl}_2 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 24\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ , 生成 HCl 气体, 同时受热失去结晶水, 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。

6. (1) ①浅黄绿色 ② $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  ③次氯酸具有漂白性, 使有色物质褪色

(2) ①单质  $\text{ClO}_2$   $\text{KClO}_3$  ②酸性 ③ $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$  (3) BC

【解析】(1) ①氯水中存在化学平衡  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ , 氯气是黄绿色气体, 氯水颜色为浅黄绿色; ②向氯水中滴入  $\text{NaHCO}_3$  溶液, 有无色气体生成, 该气体为二氧化碳, 碳酸氢钠和盐酸反应生成氯化钠、二氧化碳和水, 反应的离子方程式为  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; ③用玻璃棒蘸取氯水, 点在品红试纸上, 红色褪去, 是因为次氯酸具有漂白性, 使有色物质褪色。

(2) ①A 对应的  $\text{Cl}_2$  是单质, B 对应的是 +4 价氯的氧化物, 化学式为  $\text{ClO}_2$ , C 是可用于实验室制氧气的钾盐, 其中 Cl 元素为 +5 价, 则 C 是含氧酸盐, 化学式为  $\text{KClO}_3$ 。② $\text{Cl}_2\text{O}_7$  对应的酸为  $\text{HClO}_4$ , 它属于酸性氧化物。③“84”消毒液的有效成分是次氯酸钠, 可以和空气中  $\text{CO}_2$  反应生成次氯酸和酸式盐碳酸氢钠, 反应的化学方程式为  $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$ 。

(3) 光照新制氯水,  $\text{HClO}$  会分解生成  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$  的平衡正向移动,  $\text{Cl}_2$  的浓度减小, 溶液颜色会变浅, 与图像不相符, A 不符合题意;  $\text{HClO}$  分解生成  $\text{O}_2$ , 则瓶中氧气的体积分数增大, 与图像相符, B 符合题意;  $\text{HClO}$  是弱电解质, 分解生成强电解质  $\text{HCl}$ , 溶液中离子浓度增大, 则溶液的电导率(导电能力)增大, 与图像相符, C 符合题意; 用强光照射新制氯水,  $\text{HClO}$  分解生成  $\text{HCl}$ , 次氯酸浓度减小, 溶液的漂白能力减弱, 与图像不相符, D 不符合题意。

## 7. (1) 分液漏斗

(2)  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 饱和食盐水 吸收  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Cl}_2\text{O}$ , 同时防止空气中的水蒸气进入

E 中

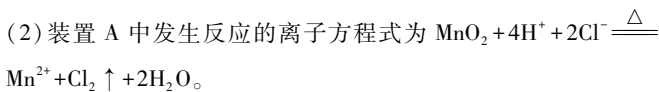
(4) C



(6) 能

**思路导引** 由于浓盐酸具有挥发性,制取的氯气中混有 HCl, B 中饱和食盐水除去 HCl,防止干扰  $\text{Cl}_2\text{O}$  的制取,装置 C 发生反应  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3 + \text{Cl}_2\text{O}$  制取  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,由于  $\text{Cl}_2\text{O}$  与水反应生成次氯酸,所以收集前要干燥,装置 D 中浓硫酸干燥  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,E 中冷凝收集  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,F 吸收  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Cl}_2\text{O}$ ,同时防止空气中的水蒸气进入 E 中。持续通入空气的目的是防止  $\text{Cl}_2\text{O}$  浓度过高而有爆炸危险。

**【解析】**(1) 仪器 a 的名称是分液漏斗。



(3) 由分析可知,装置 B 中的试剂是饱和食盐水; $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Cl}_2\text{O}$  都是大气污染物,装置 F 中碱石灰的作用为吸收  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Cl}_2\text{O}$ ,同时防止空气中的水蒸气进入 E 中。

**关键点** 题目中制备的物质若易与水反应,设计实验装置时,一定要前干燥,后防潮。

(4)  $\text{Cl}_2\text{O}$  的沸点为  $20^\circ\text{C}$ ,故应选冰水混合物来冷凝  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,故选 C。

(5) 根据分析,装置 C 中反应生成  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Cl}_2\text{O}$ , $\text{Cl}_2$  转化为  $\text{Cl}_2\text{O}$  时氯元素化合价升高,则另一种常见的钠盐为  $\text{NaCl}$ ,其反应的化学方程式为  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3 + \text{Cl}_2\text{O}$ 。

(6)  $\text{Cl}_2\text{O}$  易溶于水且与水反应生成  $\text{HClO}$ , $\text{HClO}$  具有漂白性,能使有色布条褪色。

**归纳总结** 陌生反应方程式的书写,关键是找反应物和生成物,先根据题目信息分析出反应物,再结合元素守恒确定生成物,最后根据溶液的酸碱性等条件,确定“酸”或“碱”是否参与反应。



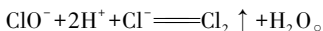
(2) “84”消毒液的产率降低

(3) ①对照实验 ② $\text{NaClO}$  溶液呈碱性且能与酸反应,生成的  $\text{HClO}$  具有漂白性 ③ $\text{ClO}^- + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

**【解析】**(1) 装置 B 中  $\text{Cl}_2$  和  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{ClO}^-$ 、 $\text{Cl}^-$  和水,离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 题图装置中未除去氯气中的 HCl,会导致生成的氯气中含有较多 HCl,这些 HCl 与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{NaCl}$ ,从而导致“84”消毒液的产率降低。

(3) ①试管 1 中蒸馏水起到对照实验的作用。②对比试管 2、3 的现象可知, $\text{NaClO}$  溶液呈碱性,能使石蕊溶液变蓝,同时  $\text{NaClO}$  能与碳酸反应生成  $\text{HClO}$ ,实际起到漂白作用的是  $\text{HClO}$ 。③ $\text{H}^+$ 、 $\text{ClO}^-$  和  $\text{Cl}^-$  能发生氧化还原反应生成氯气和水,离子方程式为



## 专题上分四 氯及其化合物的转化与应用

1. B 【解析】NaCl 常从海水或盐湖等处得到,操作简便且成本较低,A 错误; $\text{H}_2$  在  $\text{Cl}_2$  中燃烧生成 HCl,可用于制取 HCl,B 正确;“84”消毒液是由  $\text{Cl}_2$  与 NaOH 溶液反应得到,C 错误;漂粉精主要成分是  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ ,漂粉精是  $\text{Cl}_2$  与石灰乳反应得到,D 错误。

**归纳总结** 化学反应应用于工业生产要考虑降低生产成本和环境保护问题。降低生产成本,主要是选择来源广泛、反应速率较大且反应较彻底的原料。

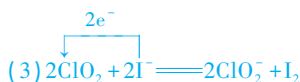
### 2. A

**思路导引** 粗  $\text{MnO}_2$  用稀硫酸酸浸时, $\text{MnO}$  和  $\text{MnCO}_3$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{MnSO}_4$ , $\text{MnO}_2$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  不反应,通过操作 X (过滤)分离出  $\text{MnO}_2$ ,含有  $\text{MnSO}_4$  的滤液通过氧化工艺生成  $\text{MnO}_2$ ,过滤分离出来。

【解析】浓盐酸与  $\text{MnO}_2$  在加热条件下能发生反应产生  $\text{Cl}_2$ ,故不能使用浓盐酸并加热,为加快反应速率,酸浸过程中可以使用浓度较大的稀硫酸并加热,A 错误;根据思路导引,操作 X 的名称是过滤,B 正确;氧化过程是  $\text{MnSO}_4$  与  $\text{NaClO}_3$  反应生成  $\text{MnO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ ,离子方程式为  $5\text{Mn}^{2+} + 2\text{ClO}_3^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{MnO}_2 \downarrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}^+$ ,C 正确; $\text{Cl}_2$  与 NaOH 溶液加热反应得到的  $\text{NaClO}_3$  可循环使用,D 正确。



(2) 将生成的  $\text{ClO}_2$  带出,在装置 B 中冷凝被收集并在吸收装置中进一步被吸收(或稀释  $\text{ClO}_2$ ,防止发生爆炸)



**思路导引** I. 图甲装置 A 中氯酸钠被还原生成二氧化氯,利用空气把生成的二氧化氯吹入装置 B 中收集,装置 C 中的水用于吸收挥发出的极易溶于水的二氧化氯,最后使用装置 D 中的氢氧化钠溶液吸收尾气。

II. 由实验装置图丙可知,装置 A 中二氧化锰与浓盐酸共热制备氯气,浓盐酸具有挥发性,制得的氯气中混有氯化氢和水蒸气,装置 C 中的饱和食盐水用于除去氯气中的氯化氢气体,装置 B 中的浓硫酸用于干燥氯气,装置 F 为向上排空气法收集氯气,装置 E 中的氢氧化钠溶液用于吸收未反应的氯气,防止污染空气,则装置的连接顺序为 ACBFE,接口的连接顺序为  $\text{a} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{f} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{g} \rightarrow \text{k} \rightarrow \text{i}$ 。

- 【解析】(1)  $\text{NaClO}_3$  与  $\text{FeS}_2$  的反应中, 氯元素从 +5 价变为 +4 价, 铁元素从 +2 价变为 +3 价, 硫元素从 -1 价变为 +6 价, 结合电荷守恒和元素守恒, 配平离子方程式为  $15\text{ClO}_3^- + 14\text{H}^+ + \text{FeS}_2 \xrightarrow{60\text{ }^\circ\text{C}} 15\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。
- (2) 由于  $\text{ClO}_2$  浓度过高时易发生分解, 遇热不稳定易分解发生爆炸, 所以通入空气的目的是将生成的  $\text{ClO}_2$  带出, 在装置 B 中冷凝被收集并在吸收装置中进一步被吸收, 且可稀释  $\text{ClO}_2$ , 防止发生爆炸。
- (3)  $\text{KI}$  与  $\text{ClO}_2$  反应, 碘元素被氧化为单质, 根据题图乙,  $\text{pH} = 7$  时  $\text{ClO}_2$  转化为  $\text{ClO}_2^-$ , 氯元素从 +4 价变为 +3 价, 碘元素从 -1 价变为 0 价, 根据化合价的升降, 结合电荷守恒和元素守恒, 配平离子方程式为  $2\text{ClO}_2 + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{ClO}_2^- + \text{I}_2$ , 用单线桥表示时, 电子由  $\text{I}^-$  转移至  $\text{ClO}_2$  中的 Cl 原子。
- (4) 制取氯气的反应为二氧化锰与浓盐酸共热生成二氯化锰、氯气和水, 化学方程式为  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
- (5) E 是尾气处理装置, 用于吸收  $\text{Cl}_2$ , 反应的离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

## 第三节 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;  $3\text{ mol O}_2$  与  $2\text{ mol H}_2\text{O}$  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; “ $1\text{ mol 氢}$ ” 没有指出具体的微粒是什么, 所以这种说法不对, 而 “ $1\text{ mol O}_2$ ” 指的是  $1\text{ mol 氧分子}$ , 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,  $1\text{ mol}$  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  $\text{mol}$ , 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,  $1\text{ mol}$  水分子中含有  $2\text{ mol}$  氢原子和  $1\text{ mol}$  氧原子, D 错误。
3. B 【解析】 $1\text{ mol}$  硫酸钾中含有  $4\text{ mol}$  氧原子,  $a\text{ mol K}_2\text{SO}_4$  中含有氧原子的物质的量为  $4a\text{ mol}$ , 个数为  $4a\text{ mol} \times N_A = b$ , 则  $N_A = \frac{b}{4a}\text{ mol}^{-1}$ , 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,  $2.3\text{ g}$  钠离子所含电子数目为  $N_A$ , A 正确;  $2\text{ g H}_2$  的物质的量为  $1\text{ mol}$ , 含  $2\text{ mol}$  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,  $17\text{ g NH}_3$  的物质的量为  $1\text{ mol}$ , 含电子数目为  $10N_A$ , C 正确;  $N_A$  个  $\text{O}_2$  分子的质量为  $32\text{ g}$ ,  $N_A$  个  $\text{H}_2$

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  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 和磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 摩尔质量都是  $98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A、C 错误; 硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 和磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 的物质的量相同, 但不一定是 1 mol, B 错误; 硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 和磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 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  $40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A 错误;  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$  的最简式均为 O, 等质量的  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$  中所含的氧原子数相同, B 正确;  $\text{H}_2\text{O}$  的摩尔质量为  $18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 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“ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”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】由同种元素组成的不同单质互为同素异形体,  $\text{O}_2^-$ 、 $\text{O}_3^-$  均为阴离子, 不是单质, 二者不互为同素异形体, A 错误;  $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_2^-$  的摩尔质量相同, 均为  $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , B 正确;  $\text{O}_2^-$ 、 $\text{O}_3^-$  中电子数分别为 17、25, 则等物质的量的  $\text{O}_2^-$ 、 $\text{O}_3^-$  含有的电子数不同, C 错误; 等物质的量的  $\text{O}^-$ 、 $\text{O}_2^-$ 、 $\text{O}_3^-$  带有相同的电荷数,  $\text{O}^-$ 、 $\text{O}_2^-$ 、 $\text{O}_3^-$  的摩尔质量依次为  $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则等质量的  $\text{O}^-$ 、 $\text{O}_2^-$ 、 $\text{O}_3^-$  的物质的量不同, 带有的电荷数不同, D 错误。

**提示:**  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_2^-$  只相差一个电子, 而电子的质量非常小, 可以忽略不计。

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

【解析】(1)  $0.2 \text{ mol H}_3\text{PO}_3$  含  $0.2 \text{ mol} \times 7 = 1.4 \text{ mol}$  原子, 与  $\frac{1.4 \text{ mol}}{4} = 0.35 \text{ mol H}_2\text{O}_2$  所含原子数相等。

(2)  $3.4 \text{ g NH}_3$  的物质的量为  $0.2 \text{ mol}$ , 含有  $0.2 \text{ mol} \times 10 = 2 \text{ mol}$  质子, 数目为  $2N_A$ 。

(3) ①若所得混合气体与  $\text{H}_2$  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  $m \text{ g}$ , 则

物质的量为  $\frac{m \text{ g}}{2d \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{m}{2d} \text{ mol}$ 。②  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow +$

$\text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$ , 则  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  的物质的量为  $\frac{1}{3} \times \frac{m}{2d} \text{ mol}$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$

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

## 第 2 课时 气体摩尔体积



### 对点上分

**1. B** 【解析】对于气体来说, 温度和压强不同, 气体分子之间的距离不同, 而微粒本身大小远小于微粒间的距离, 则微粒本身大小可忽略不计。微粒数目越多, 则体积越大, 所以影响气体体积的因素主要有温度和压强、所含微粒数以及微粒间的距离, B 符合题意。



**2. A** 【解析】设阿伏加德罗常数为  $N_A$ , 则标准状况下,  $V \text{ L NH}_3$  中含有  $a$  个原子,  $\frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 \times N_A = a$ , 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  $0.5 \text{ mol}$  氢气所占体积, A 错误; 标准状况下, 水为液态, 不能用气体摩尔体积计算  $1 \text{ mol}$  水的体积, B 错误; 氧气和臭氧的最简式都为 O, 则  $32 \text{ g}$  氧气与臭氧的混合气体所含的氧原子数为  $\frac{32 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$ , 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  $11.2 \text{ L N}_2$  和  $\text{CO}$  混合气体的总物质的量小于  $0.5 \text{ mol}$ , 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  $0^\circ\text{C}$ 、 $101 \text{ kPa}$ , 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  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- ④ $22.4 \text{ L}$  气体, 在标准状况下的物质的量是  $1 \text{ mol}$ , 在非标准状况下, 可能是  $1 \text{ mol}$ , 也可能不是  $1 \text{ mol}$ 。
- 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  $32 \text{ g O}_2$  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  $1.12 \text{ L}$ , 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  $\text{A}_2$  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  $\frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$ , 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 21 教你十字交叉法快速计算混合气体平均摩尔质量。

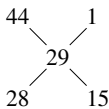
【解析】相同状态下, 气体的体积之比等于气体的物质的量之比, 故体积分数等于物质的量分数。气体平均摩尔质量 =

提示: 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)。

$\frac{\text{总质量}}{\text{总物质的量}}$ ,  $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$  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  $x$ , 则  $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$  总物质的量分数为  $1-x$ , 则  $44x + 28(1-x) = 29$ , 解得  $x = 6.25\%$ , C 正确。

### 关键点拨

本题  $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$  的摩尔质量相同是关键, 然后将其视为一种气体, 再利用十字交叉法(如图所示)可以快速判断出答案(平均值离谁近, 谁的占比高)。



6. (1)  $24.5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  (2) 32 (3) 1.98 (4) 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) 在标准状况下,  $1.28 \text{ g}$  该氧化物的体积为  $448 \text{ mL}$ , 根据  $n =$

$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ ,  $M = \frac{mV_m}{V} = \frac{1.28 \text{ g} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.448 \text{ L}} = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则 R 的

相对原子质量为  $64 - 2 \times 16 = 32$ 。

(3) 设标准状况下  $\text{H}_2\text{S}$  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

$V \approx 1.98$ 。

(4) 标准状况下,  $\text{NH}_3$  与  $\text{CH}_4$  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  $\text{NH}_3$  与  $\text{CH}_4$  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  $\text{NH}_3$  的体积分数为

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

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

7. A 【解析】同温同压下, 气体体积之比等于物质的量之比, 两瓶气体的物质的量相等。  $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{NO}$  都是双原子分子, 两瓶气体含有的原子数目相等, A 正确。

8. D 【解析】等质量的二氧化碳和一氧化碳气体, 设它们的质量

均为  $1 \text{ g}$ , 则物质的量分别为  $\frac{1}{44} \text{ mol}$  和  $\frac{1}{28} \text{ mol}$ 。氧原子数比即氧

原子的物质的量之比, 为  $\frac{1 \times 2}{44} : \frac{1}{28} = 14 : 11$ , A 错误; 同温同压

下, 体积之比等于物质的量之比, 则体积比为  $\frac{1}{44} : \frac{1}{28} = 7 : 11$ , B

错误; 结合 B 项分析可知, 二者物质的量比为  $7 : 11$ , C 错误; 同

温同压下密度之比等于摩尔质量之比, 故密度之比为  $44 : 28 =$

$11 : 7$ , D 正确。



### 能力上分

1. C 【解析】 $1 \text{ mol N}_2$  含有的原子个数为  $2N_A$ ,  $1 \text{ mol H}_2\text{O}$  的原子个数为  $3N_A$ , 因此  $1 \text{ mol N}_2$  与  $1 \text{ mol H}_2\text{O}$  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,  $44 \text{ g CO}_2$  的物质的量为  $1 \text{ mol}$ , 则含有氧原子数为  $2N_A$ , 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】**常温常压下,气体摩尔体积相同,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;常温常压条件下,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 【解析】**同温同压下,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,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. 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 mol 气体。在乙室中 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 mol  $NH_3$  或  $H_2$  的质量都比 HCl 小,所以混合气体的质量也比 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  $NH_3$ 、 $H_2$  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  $NH_3$  和  $H_2$  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  $NH_3$ 、 $H_2$  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  $NH_3$  和  $H_2$  的物质的量分别为 0.6 mol、0.4 mol, 乙室中有 0.6 mol HCl, 抽开隔板 a, 发生反应  $NH_3 + HCl = NH_4Cl(s)$ ,  $NH_3$  和 HCl 恰好完全反应, 剩余 0.4 mol  $H_2$ , 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。

**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;初始温度为  $25^\circ\text{C}$ 、初始压强为 101 kPa, 则该条件不是标准状况下,若容器的容积为 22.4 L, 由于其气体摩尔体积大于  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $N_2$  的物质的量小于 1 mol, 所以容器中 N 原子个数小于  $2N_A$ , B 正确;在 12:30~13:30 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  $\text{CO}_2$  是四种气体中温室效应最显著的, D 正确。

6. (1) bd (2) 16

(3) ①  $\text{BaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

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( $\text{HCl}$ ) > ③( $\text{H}_2\text{S}$ ) > ④( $\text{NH}_3$ ) > ①( $\text{CH}_4$ )。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 L $\text{CH}_4$	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 g $\text{H}_2\text{S}$	0.4	8.96	13.6	$0.8N_A$
④ 0.2 mol $\text{NH}_3$	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 g  $\text{N}_2$  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 g  $\text{N}_2$  与 9.6 g  $\text{R}_x$  的分子数目之比为 3 : 2, 则 9.6 g  $\text{R}_x$  的物质的量为 0.2 mol,  $\text{R}_x$  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  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{BaCO}_3$ , 能与稀硝酸反应的是  $\text{BaCO}_3$ , 化学方程式为  $\text{BaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

② 过滤、干燥后得到的 14.51 g 白色沉淀为  $\text{BaSO}_4$  和  $\text{BaCO}_3$ , 用足量的稀硝酸处理沉淀后, 沉淀最后减少到 4.66 g, 即  $\text{BaSO}_4$  的质量为 4.66 g,  $\text{BaCO}_3$  的质量为  $14.51 \text{ g} - 4.66 \text{ g} = 9.85 \text{ g}$ ,

$n(\text{CO}_2) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{9.85 \text{ g}}{197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$ , 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  $\text{KCl}$  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 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. 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 g 胆矾 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 的物质的量为 0.1 mol, 溶于水配成 1 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,  $c = \frac{0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \text{ L}}{0.5 V \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 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 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。

**5. A** 【解析】根据题意可知, 在 500 mL 溶液中,  $n(\text{BaCl}_2) = a \text{ mol}$ 、 $n(\text{Cl}^-) = b \text{ mol}$ , 则原溶液中 KCl 中  $\text{Cl}^-$  的物质的量为  $b \text{ mol} - 2 \times a \text{ mol} = (b - 2a) \text{ mol}$ , 所以  $n(\text{K}^+) = (b - 2a) \text{ mol}$ ,  $c(\text{K}^+) = \frac{(b - 2a) \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 2(b - 2a) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 故选 A。

**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 g, 无法称量 5.85 g 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 1~2 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 1~2 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 mL  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CuSO}_4$  溶液,应使用 250 mL 容量瓶配制 250 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 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】未洗涤烧杯就开始定容,会有少量 NaCl 残留在烧杯中,使所配溶液浓度偏低,A 错误;转移溶液时,有少量溶液溅出,溶质会损失,使所配溶液浓度偏低,B 错误;定容时,俯视容量瓶的刻度线,使加的水偏少,导致所配溶液浓度偏高,C 正确;定容时,加水超过刻度线,又用胶头滴管将水吸出,溶质会损失,导致所配溶液浓度偏低,D 错误。

**关键点拨** 误差分析的关键是看操作对溶质或溶剂的量的影响,溶质的量在称量、转移过程中容易产生误差,溶剂的量在读数时容易产生误差。

**10. C** 【解析】由题意可知,配制 500 mL  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  碳酸钠溶液应称取  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的质量为  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} \times 124 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 31.00 \text{ g}$ ,则用电子天平称取 31.00 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  配制 500 mL  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  碳酸钠溶液对所配溶液浓度无影响,故 A 不符合题意;由于定容时还需加蒸馏水,故容量瓶底部残留蒸馏水未烘干就使用对所配溶液浓度无影响,故 B 不符合题意;转移溶液时玻璃棒末端紧靠容量瓶的刻度线之上会使容量瓶刻度线上方有溶液残留,使所配溶液浓度偏低,故 C 符合题意;定容时,眼睛俯视容量瓶的刻度线会使溶液体积偏小,导致所配溶液浓度偏高,故 D 不符合题意。

**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 NaOH 溶液浓度偏低,B 正确;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 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) AEFDCB**

(2) AC 500 mL 容量瓶、玻璃棒

(3) 5.3 16.7

(4) ①偏高 ②偏低 ③偏高

**思路导引** 配制 480 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的步骤为计算、称量、溶解、转移、洗涤、定容、摇匀。主要用到的玻璃仪器有 500 mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、量筒。

**【解析】**(1)由思路导引可知,正确的操作顺序为 AEFDCB。

(2)图中一定不需要用到的玻璃仪器是圆底烧瓶和分液漏斗,选 AC;还缺少的玻璃仪器是 500 mL 容量瓶、玻璃棒。

(3)配制 480 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液需要选用 500 mL 容量瓶,需要称取  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体的质量为  $0.5 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.3 \text{ g}$ ;若改用浓溶液稀释,稀释前后碳酸钠的物质的量守恒,故需要用量筒量取  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的体积为  $\frac{500 \text{ mL} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 16.7 \text{ mL}$ 。

(4)①定容时俯视刻度线,使溶液的体积偏小,导致所配溶液浓度偏高。②转移完溶液后未洗涤玻璃棒和烧杯,溶质损失,导致所配溶液浓度偏低。③用  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  来配制溶液,晶体已经部分失去结晶水,碳酸钠的质量偏大,溶质的物质的量偏大,导致所配溶液浓度偏高。

### 第三节 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 ℃、一个标准大气压下,水的密度为  $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,

18 mL  $H_2O$  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,  $H_2O$  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  $\frac{m \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{m \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5 : 4$ , A、C 错误; 所含氧元素的质量之比以及氧原子的物质的量之比均为  $\left( \frac{m \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \right) : \left( \frac{m \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 \right) = 5 : 6$ , B 错误、D 正确。

**4. B 【解析】** 常温常压下, 理想气体摩尔体积不等于  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 因此  $22.4 \text{ L O}_2$  的物质的量并不等于  $1 \text{ mol}$ , 因此所含原子数不等于  $2N_A$ , A 错误;  $1.8 \text{ g}$  水的物质的量为  $\frac{1.8 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ , 该反应中  $\text{HCl}$  中的氯元素从  $-1$  价升高到  $0$  价, 结合反应方程式可得关系式  $4\text{HCl} \sim 2\text{H}_2\text{O} \sim 2\text{Cl}_2 \sim 4e^-$ , 因此转移的电子为  $0.2 \text{ mol}$ , 即转移电子数为  $0.2N_A$ , B 正确; 只有溶液浓度, 缺少溶液体积, 不能计算微粒的数目, C 错误;  $\text{Cl}_2$  与水的反应是可逆反应, 反应物不能完全转化为生成物, 常温下,  $1 \text{ mol}$  氯气溶于水发生反应时, 反应的  $\text{Cl}_2$  的物质的量小于  $1 \text{ mol}$ , 则其反应时转移的电子数小于  $N_A$ , D 错误。

**关键点拨** 溶液体积的缺失, 是对审题能力的考查; 氯气与水的反应是可逆反应, 是对元素化合物性质的考查。可见关于阿伏加德罗常数的考查, 内容综合度很高。

**5. 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  $(V+1) \text{ L}$ , B 错误;  $40 \text{ g}$  氢氧化钠固体溶于  $1 \text{ L}$  水中, 得到氢氧化钠溶液体积不是  $1 \text{ L}$ , 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。

**6. D 【解析】** 溶解得到的溶液及洗涤烧杯内壁、玻璃棒  $2 \sim 3$  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  $100 \text{ mL}$ ,  $10.6 \text{ g}$  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;  $n(\text{葡萄糖}) = \frac{m}{M} = \frac{0.54 \times 10^{-3} \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

$$3.0 \times 10^{-6} \text{ mol}, c = \frac{n}{V} = \frac{3.0 \times 10^{-6} \text{ mol}}{1.0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{C 错误};$$

若某人的空腹血糖检查结果为  $90 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ,  $90 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1} = \frac{90 \times 10^{-3} \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 10^{-1} \text{ L}} = 5.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则血糖在正常范围内, D 正确。

**8. 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; 在空气中加热 0.1 mol Na, 钠元素由 0 价升高到 +1 价, 充分反应后转移的电子数为  $0.1N_A$ , C 错误; 没有给出气体所处状态, 不能用标准状况下的气体摩尔体积来计算, 且氯气与水的反应是可逆反应, 无法计算溶液中  $\text{Cl}_2$  分子数, D 错误。

**9. B**

**思路导引** B 室充入 28 g  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2$  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, 设氢气和氧气混合气体中二者物质的量分别为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 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  $\text{N}_2$  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  $\text{H}_2$  与  $\text{O}_2$  的体积之比为 1 : 2, C 正确; A 室中  $\text{H}_2$  的物质的量为  $\frac{2}{3} \text{ mol}$ ,  $\text{O}_2$  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  $\text{O}_2$ , 与 B 室中  $\text{N}_2$  的物质的量相等, 故活塞最终停留在刻度 3 处, D 正确。

**10. (1) 3 : 2    2 : 3    2 : 3**

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

**(3) 1 : 4    (4)  $\frac{1\,000bp}{36.5b+2\,240}$**

【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 g  $\text{H}_2\text{R}$  中含 1 mol H 原子, 则 17 g  $\text{H}_2\text{R}$  的物质的量为 0.5 mol, 则 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  $\frac{100 + \frac{36.5b}{22.4}}{\rho \times 10^3} \text{ L} =$

$\frac{2240 + 36.5b}{22400\rho} \text{ L}$ , 该盐酸的物质的量浓度  $c = \frac{n}{V} =$

$\frac{1000bp}{36.5b + 2240} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

### 11. (1) 玻璃棒、烧杯(或量筒、胶头滴管)

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

(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是碳酸钙与稀盐酸反应, 离子方程式为  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(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  $\text{NaOH}$  的平均体积为  $15.00 \text{ mL}$ , 由关系式  $\text{CaCO}_3 \sim 2\text{HCl}$ , 得  $\text{CaCO}_3$  消耗  $\text{HCl}$  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

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

## 专题上分五 物质的量浓度有关计算

**1. B 【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 【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

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

$10^{-3} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 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

$$w(\text{HCl}) \text{ 一定大于 } \frac{w}{2}, \text{ C 错误; 将 } \rho = \frac{36.5}{22.4w} \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ 代入 } c =$$

$$\frac{1000\rho w}{M}, \text{ 解得 } c = \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 则 } V \text{ mL 溶液的浓度为}$$

$$\frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 加入等质量的水, 溶质的物质的量不变, 等质}$$

$$\text{量的水体积大于 } V \text{ mL}, \text{ 则 } c(\text{HCl}) < \frac{1}{44.8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ D 错误。}$$

**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 KCl 的物质的量浓度是  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

B 错误;营养液中  $K_2SO_4$  与  $NH_4Cl$  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  $c(NH_4^+)$ , 由 A 选项分析可知其浓度为  $8.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , D 正确。

## 专题上分六 物质的量为中心的相关计算

**1. D** 【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  $NH_3$  的物质的量为  $\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ , 氨气所含原子数为  $2N_A$ , 二者原子数不相等, A 错误;一个  $NH_4^+$  含有 11 个质子,  $0.5N_A$  个  $NH_4^+$  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  $Al_2(SO_4)_3$ , 若铝离子浓度为  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $c(SO_4^{2-}) = \frac{3}{2}c(Al^{3+}) = \frac{3}{2} \times 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , D 正确。

**2. A** 【解析】46 g  $NO_2$  和  $N_2O_4$  的混合物与 46 g  $NO_2$  含有的原子数相同, 则含有的原子数为  $\frac{46 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3N_A \text{ mol}^{-1} = 3N_A$ , A 正确;标准

⚡ **点拨:** 最简式相同的物质, 直接用最简式计算。

状况下酒精不是气态, 不能用标准状况下气体摩尔体积计算, B 错误;  $Na_2O_2$  由钠离子和过氧根离子构成, 1 mol  $Na_2O_2$  中含有的离子总数为  $3N_A$ , C 错误;  $NaCl(aq)$  和  $KCl(aq)$  的浓度和体积未知, 无法计算阴阳离子数目之和, D 错误。

**3. A** 【解析】同温同压下, 气体的密度和其对应的摩尔质量成正比, CO 和  $N_2$  的摩尔质量相同, 则同温同压下, CO 和  $N_2$  的密度相同, A 正确;常温常压下, 不能使用标准状况下的气体摩尔体积计算氧气的物质的量, B 错误;标准状况下, 6.72 L 甲烷的物质的量为 0.3 mol, 质量为 4.8 g, 和 2.4 g  $H_2$  质量不相等, C 错误;不能在容量瓶中稀释溶液, D 错误。

**4. D**



**思路导引**

在 0.1 L 由  $NaCl$ 、 $MgCl_2$ 、 $CaCl_2$  组成的混合溶液中  $c(Na^+) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $c(Mg^{2+}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $c(Cl^-) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 根据溶液呈电中性可得出,  $c(Ca^{2+}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $n(CaCl_2) = 0.05 \text{ mol}$ 、 $n(MgCl_2) = 0.05 \text{ mol}$ 、 $n(NaCl) = 0.1 \text{ mol}$ 。

【解析】该混合液中溶质  $NaCl$  的物质的量为 0.1 mol, 质量为 5.85 g, A 错误;该混合液中溶质  $MgCl_2$  的物质的量为 0.05 mol, B 错误;  $c(Ca^{2+}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则混合溶液中  $CaCl_2$  的物质的量浓度为  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 错误;可选用 1 000 mL 烧杯将 0.1 L 该混合液稀释至 1 L, D 正确。

**5. C** 【解析】常温常压下, 22.4 L  $CO_2$  的物质的量小于 1 mol, 分子数小于  $N_A$ , A 错误;没有说明溶液的体积, 无法确定  $Na^+$  数目, B 错误;58.5 g  $NaCl$  的物质的量为 1 mol, 1 mol  $NaCl$  固体中含有的  $Na^+$  数目为  $N_A$ , C 正确;标准状况下  $H_2O$  不是气体, 不可用气



体摩尔体积进行计算,D 错误。

## 6. B



**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  $\text{BaCO}_3$  沉淀溶解生成  $\text{CO}_2$  气体,所以图中  $O$  点到  $a$  点发生的反应为  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$ , $a$  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  $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , $bd$  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  $6.27 \text{ g}$ ,即

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{6.27 \text{ g} - 197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.02 \text{ mol}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$$

$$0.01 \text{ mol},$$

$O$  点到  $a$  点根据  $\text{Ba}$  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,离子方程式为  $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,D 错误。

## 7. 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,②中发生的反应为  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

**【解析】**由思路导引可知,装置①②都有气体产生,气球都会膨胀,装置①反应一段时间后产生气体,装置②是立即产生气体,因此装置②中的气球膨胀得更快,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  $0 < n(\text{HCl}) < 0.02 \text{ mol}$ ,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。

## 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】已知消毒效率 =  $\frac{1 \text{ mol 消毒剂转移的电子数}}{1 \text{ mol 消毒剂的质量}}$ ,  $\text{ClO}_2$  中氯

元素化合价由 +4 价降低到 -1 价,消毒效率为  $\frac{5}{67.5}$ ,  $\text{Cl}_2$  中氯元素

化合价由 0 价降低到 -1 价,消毒效率为  $\frac{2}{71}$ ,则二者消毒效率之

比为  $\frac{5}{67.5} : \frac{2}{71} = 71 : 27$ , A 正确;“R7 法”制备二氧化氯的优点

是副产品氯气经处理后可循环利用,可知氯气是反应①的产物之一,故反应①的化学方程式为  $2\text{NaCl} + 2\text{NaClO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$

$2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,则氧化剂为  $\text{NaClO}_3$ ,还原剂为

$\text{NaCl}$ ,两者物质的量相等,B 正确;反应②中  $\text{Cl}_2$  和  $\text{SO}_2$  反应生成

$\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{HCl}$ ,因此反应②为  $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ,

物质 X 为盐酸和硫酸的混合溶液,C 正确;由上述分析可知反应

①为  $2\text{NaCl} + 2\text{NaClO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{ClO}_2 \uparrow +$

$2\text{H}_2\text{O}$ ,反应②为  $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ,根据反应①、

②可得,当反应①生成 1 mol  $\text{Cl}_2$  时,消耗的硫酸的物质的量为

2 mol,反应②消耗 1 mol  $\text{Cl}_2$  时,生成的硫酸的物质的量为 1 mol,

则反应①消耗的硫酸与反应②生成的硫酸物质的量之比为

2 : 1,D 错误。

**3. C** 【解析】N 原子一端带部分负电荷,则 A 应该带有正电荷,A

代表的是  $\text{Na}^+$ ,A 正确;液氨不导电,钠在液氨中生成  $\text{Na}^+(\text{NH}_3)_x$

和氨合电子  $e^-(\text{NH}_3)_x$ ,所以溶液的导电性增强,B 正确;氨合电

子  $e^-(\text{NH}_3)_x$  要失去电子,所以应该具有强还原性,C 错误;Na 与

液氨反应产生  $\text{NaNH}_2$ 、 $\text{H}_2$ ,反应的化学方程式为  $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 \longrightarrow$

$2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ,反应生成 1 个  $\text{H}_2$  分子时,转移 2 个电子,所以反

应生成 1 mol  $\text{H}_2$  时,Na 失去 2 mol 电子,D 正确。

**4. 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  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 +$

$\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$

$4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ ,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  $C$  元素以  $CO_2$  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  $NaCl$ ,  $A$  正确;因为  $0.025 > (0.045 - 0.025)$ ,所以固体混合物为  $NaOH$  和  $Na_2CO_3$ ,  $B$  正确;由思路导引可知,反应后的固体中  $n(Na_2CO_3) : n(NaOH) = 4 : 1$ ,再根据反应后固体溶于水无气体放出,则发生反应  $2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$ 、 $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$ 、 $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$ ,密闭容器中排出气体  $A$  的成分为  $O_2$  和水蒸气,  $C$  正确; $n(NaHCO_3) = n(CO_2) = 0.02 \text{ mol}$ ,图中  $P$  点时溶质是单一的氯化钠,根据钠原子守恒可知  $n(Na_2O_2) = \frac{0.045 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol}}{2} = 0.0125 \text{ mol}$ ,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。

5. **D** 【解析】I 是空白实验,设计实验的目的是排除体积变化对 II 和 III 溶液 pH 的影响,  $A$  正确; II 和 I 的 pH 曲线基本重合,说明加入的碳酸根离子只与石灰水中的钙离子反应,不与氢氧根离子反应,反应的离子方程式为  $CO_3^{2-} + Ca^{2+} = CaCO_3 \downarrow$ ,  $B$  正确; III 比 II 的 pH 曲线低,说明反应开始时,少量的碳酸氢钠与石灰水反应生成碳酸钙沉淀、氢氧化钠和水,反应的离子方程式为  $HCO_3^- + OH^- + Ca^{2+} = CaCO_3 \downarrow + H_2O$ ,  $C$  正确; III 中石灰水恰好完全反应时,碳酸氢钠与石灰水反应生成碳酸钙沉淀、碳酸钠和水,碳酸钠溶液呈碱性,  $pH > 7$ ,  $D$  错误。

6. (1) 氨气  $NH_4Cl$  过滤

(2)  $CO_2 + NaCl + NH_3 + H_2O = NaHCO_3 \downarrow + NH_4Cl$

(3) 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 ②288 ③偏低



思路导引

侯氏制碱法即向饱和的食盐水中先通入溶解度大的氨气,再通入溶解度小的二氧化碳,生成的碳酸氢钠的溶解度小而析出,过滤,得到碳酸氢钠晶体和氯化铵溶液,通入氨气可以使氯化铵析出,将碳酸氢钠进行煅烧,会得到纯碱。 $CO_2$  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) 由思路导引可知,所需物质  $X$  的名称为氨气,产品  $Z$  为副产品,化学式为  $NH_4Cl$ ,操作 1 的名称是过滤。

(2) 侯氏制碱法通入  $CO_2$  的反应原理是  $CO_2 + NaCl + NH_3 + H_2O = NaHCO_3 \downarrow + NH_4Cl$ 。

(3) ①量取  $250 \text{ mL}$  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 $100 \text{ mL } 0.1600 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} Ba(OH)_2$  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  $n[Ba(OH)_2] = 0.1 \text{ L} \times 0.1600 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol} = 6.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,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  $\frac{7.2 \times 10^{-2} \times 10^3 \text{ mg}}{0.25 \text{ L}} = 288 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。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。

7. (1) 分液漏斗 (2) b 浓硫酸



【解析】(1) 盛装浓盐酸的仪器的名称为分液漏斗。

(2) 装置 D 用来收集纯净且干燥的氯气,氯气密度大于空气,应“长进短出”,则进气口为 b;装置 C 用于干燥氯气,则 C 盛装的试剂是浓硫酸。

(3) 将氯气通入装置 E 中制备漂白液,反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ;氯气有毒,需要进行尾气处理,装置 F 还可以吸收氯气,防止污染大气,由于澄清石灰水中碱的浓度太小,故发挥该作用时不能用澄清石灰水代替。

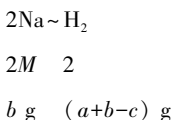
(4)  $\text{H}_2\text{O}_2$  在二氧化锰固体催化作用下分解生成氧气,由实验 iii 中现象可知,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应有  $\text{H}_2\text{O}_2$  生成。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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:



解得  $M = \frac{b}{a+b-c}$ 。

# 全章 上分

**1. A** 【解析】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;NaHCO<sub>3</sub> 具有弱碱性,能和酸反应生成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>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 H<sub>2</sub>,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;NaOH 溶液具有强腐蚀性,不能用 NaOH 溶液润湿口罩,Cl<sub>2</sub> 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 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 能与 CO<sub>2</sub> 反应产生 O<sub>2</sub>,Na、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分别与水反应产生 H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>,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 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 Cl<sub>2</sub> 反应产生大量白烟,Cl<sub>2</sub> 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 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 与水反应放热,B 正确;题图丙中,气球变大,则说明 Cl<sub>2</sub> 与 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. C** 【解析】影响气体摩尔体积的因素有温度、压强,因此在非标准状况下,气体的摩尔体积也可能是 22.4 L · mol<sup>-1</sup>,A 错误;1 mol HCl 气体溶于 1 L H<sub>2</sub>O 中,所得溶液的体积不是 1 L,溶液物质的量浓度不是 1 mol · L<sup>-1</sup>,B 错误;根据  $PV=nRT$ ,在同温同容条件下,气体的压强比等于物质的量之比,等质量的 O<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub> 的压强比为 2 : 1,C 正确;根据  $PV=nRT$ , $PV=\frac{m}{M}RT$ ,进一步变化有  $PM=\frac{m}{V}RT=\rho RT$ ,因此在同温同压条件下,气体的密度比等于摩尔质量之比,故 CO 和 CO<sub>2</sub> 的密度比为 7 : 11,D 错误。

**5. C**



**思路导引** 由题干信息并结合题图分析可知,物质 a、b、c、d、e 分别为 Cl<sub>2</sub>、NaCl(或其他氯盐)、NaClO(或其他次氯酸盐)、HCl、HClO。

**【解析】**实验室可以通过加热 MnO<sub>2</sub> 和浓盐酸制备氯气,A 正确;e 为 HClO,有强氧化性,酸性比碳酸弱,将 CO<sub>2</sub> 通入 NaClO(或其他次氯酸盐)溶液中可得到 HClO,B 正确;ClO<sup>-</sup> 和 Cl<sup>-</sup> 在酸性条件下混合才能生成 Cl<sub>2</sub>,C 错误; $Cl_2 \xrightarrow{OH^-} ClO^- \xrightarrow{H^+} HClO \xrightarrow{\text{光照}} HCl \xrightarrow{OH^-} Cl^- \xrightarrow{\text{酸性高锰酸钾溶液}} Cl_2$ ,D 正确。

**6. C** 【解析】1 个 H<sub>2</sub>O 分子中含有 10 个电子,1 个 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> 中也含有 10 个电子,1.8 g H<sub>2</sub>O 的物质的量为  $\frac{1.8 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ ,因此 1.8 g H<sub>2</sub>O 和 0.1 mol H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> 含有的电子的物质的量均为 0.1 mol × 10 = 1 mol,数目为 N<sub>A</sub>,A 正确;Na 在空气中燃烧不管生成何种化合物,1 个 Na 都会失去 1 个电子,化合价从 0 价升高到 +1 价,

23 g Na 的物质的量为  $\frac{23 \text{ g}}{23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$ , 充分燃烧时失去 1 mol 电子, 转移电子数为  $N_A$ , B 正确;  $\text{Cl}_2$  与水反应的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCl}$ , 该反应属于可逆反应, 在可逆反应中, 反应物不会完全反应, 因此标准状况下, 22.4 L  $\text{Cl}_2$ , 即  $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol Cl}_2$ , 溶于水转移的电子数小于  $N_A$ , C 错误; 从原子的角度看, 32 g  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$  的混合气体中只有 O 原子, 含有的 O 原子的质量是 32 g, 即含有  $\frac{32 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol O 原子}$ , 数目为  $2N_A$ , D 正确。

## 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  $75 \text{ mL} - 25 \text{ mL} = 50 \text{ mL}$ , 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. C 【解析】流程中反应①为  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{ClO})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$ , 反应②为  $2\text{NH}_3 + 3\text{HClO} = \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{HCl}$ , 反应③为  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。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  $4\text{NH}_3 + 3\text{Ca}(\text{ClO})_2 = 2\text{N}_2 +$

$3\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ , D 正确。

## 9. A



**思路导引** 步骤 i 通入  $\text{CO}_2$  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  $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )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  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,则钠单质在二氧化碳中加热生成的物质有  $\text{Na}_2\text{O}$  和碳单质,将固体溶于水,加入过量  $\text{BaCl}_2$  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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

**【解析】**由思路导引可知,白色固体中存在  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{O}$ , A 错误;由思路导引可知,黑色物质是碳单质, B 正确;通入  $\text{CO}_2$  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  $\text{BaCO}_3$ , D 正确。

**10. B 【解析】**没有给出气体所处状态,无法计算气体物质的量, A 错误;反应①的化学方程式为  $4\text{HCl} + \text{Ca}(\text{ClO})_2 = 2\text{Cl}_2 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,反应中每生成 2 mol  $\text{Cl}_2$  消耗 4 mol HCl,则每消耗 0.2 mol HCl,生成的  $\text{Cl}_2$  分子数为  $0.1N_A$ , B 正确;没有给出溶液的体积,无法计算物质的量, C 错误;反应②的化学方程式为  $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,消耗 3 mol  $\text{Cl}_2$ ,转移电子的物质的量为 5 mol,则每有 0.3 mol  $\text{Cl}_2$  参加反应,转移电子数为  $0.5N_A$ , D 错误。

**11. (1) 4.0 10.6 烧杯 (2) 偏高 (3) 胶头滴管 (4) BCD (5) 112**

**【解析】**(1) 根据所给容量瓶规格为 500 mL,  $n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \times V = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$ ,  $m(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.0 \text{ g}$ ;  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$ ,  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.6 \text{ g}$ ; NaOH 固体易吸水潮解且有腐蚀性,应置于烧杯中称量。

(2) 已知 NaOH 和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶于水均会放热,固体溶解后未冷却至室温就转移到容量瓶中并定容,所配制的溶液体积偏小,浓度偏高。

(3) 加蒸馏水至离刻度线 1~2 cm 时,改用胶头滴管滴加。

(4) 溶液中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量会随所取溶液体积的变化而变化, A 不符合题意;溶液的密度不会随所取溶液体积的变化而变化, B 符合题意;溶液中 NaOH 的浓度不会随所取溶液体积的变化而变化, C 符合题意;同一溶液中溶质物质的量之比等于物质的量浓度之比,  $\text{CO}_3^{2-}$  与  $\text{OH}^-$  物质的量浓度不会随所取溶液体积的变化而变化,则  $\text{CO}_3^{2-}$  与  $\text{OH}^-$  物质的量之比也不会随所取溶液体积的变化而变化, D 符合题意。

(5) 50 mL 溶液中所含溶质的物质的量  $n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \times V = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ ;  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ ,逐滴加入 50 mL  $0.5 \text{ mol} \cdot$



$\text{L}^{-1}$  的盐酸,  $n(\text{HCl}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} = 0.025 \text{ mol}$ , 先发生反应  $\text{H}^{+} + \text{OH}^{-} = \text{H}_2\text{O}$ , 消耗  $\text{HCl}$   $0.01 \text{ mol}$ , 再发生反应  $\text{H}^{+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^{-}$ , 消耗  $\text{HCl}$   $0.01 \text{ mol}$ , 最后发生反应  $\text{HCO}_3^{-} + \text{H}^{+} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 消耗  $\text{HCl}$   $0.005 \text{ mol}$ , 生成的二氧化碳的物质的量为  $0.005 \text{ mol}$ , 标准状况下体积为  $0.005 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.112 \text{ L} = 112 \text{ mL}$ 。

**关键点拨** ①配制一定物质的量浓度的溶液时, 需要的步骤有计算、称量、溶解、冷却、移液、洗涤、定容等; ②取出任意体积的溶液时, 各物质的浓度、溶液的密度不发生改变, 但各物质的质量和物质的量会随所取溶液体积的变化而变化。



(2) y

(3) 吸收多余的氯气, 防止污染空气 防止空气中的水蒸气进入装置 E  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

(4) ①  $4 < \text{pH} < 6$  时, 溶液中  $\text{HClO}$  含量较高, 消毒能力较强

② ABC

(5) 15.8

**思路导引** 装置 A 中浓盐酸与高锰酸钾反应生成氯气, 生成的氯气中含有  $\text{HCl}$ , 通过饱和食盐水除去, 通过无水氯化钙除去氯气中的水蒸气, 装置 D 中无水硫酸铜用于检验氯气中水蒸气是否除尽, 用装置 E 收集氯气, 最后用碱石灰除去多余的氯气同时防止空气中的水蒸气进入装置 E。

**【解析】** (1) 装置 A 中盛放浓盐酸的仪器名称为分液漏斗;  $\text{KMnO}_4$  与浓盐酸反应制氯气的化学方程式为  $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 氯气的密度大于空气, 应该用向上排空气法收集, 气体“长进短出”, 导管 y 应伸至靠近集气瓶底部。

(3) 根据分析, F 中碱石灰的作用有两个, 一是吸收多余的氯气, 防止污染空气, 二是防止空气中的水蒸气进入装置 E; 碱石灰中含有  $\text{NaOH}$ , 氯气与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaClO}$  和水, 化学方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) ①由题图乙可知,  $\text{pH}$  为  $4 \sim 6$  时,  $\text{HClO}$  的物质的量分数较大, 消毒能力较强, 因此使用“84”消毒液时将  $\text{pH}$  调节至  $4 \sim 6$ 。②次氯酸的酸性弱于碳酸(可乐中的)、硫酸、盐酸、醋酸, 则四种物质加入“84”消毒液都可以增加溶液的酸性, 但浓盐酸能与“84”消毒液中的  $\text{ClO}^{-}$  反应生成氯气, 产生有毒气体并降低消毒效果, 故 D 不符合题意, 答案选 ABC。

(5)  $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ , 该反应中  $1 \text{ mol Cl}_2$  参与反应转移  $1 \text{ mol}$  电子, 现转移电子数为  $N_A$ , 说明参与反应的  $\text{NaOH}$  有  $2 \text{ mol}$ , 此时  $\text{NaOH}$  消耗一半, 则  $\text{NaOH}$  共有  $4 \text{ mol}$ , 质量为  $4 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 160 \text{ g}$ , 则原溶液总质量为  $\frac{160 \text{ g}}{40\%} = 400 \text{ g}$ , 生成  $\text{NaClO}$  的物质的量为  $1 \text{ mol}$ , 质量为  $74.5 \text{ g}$ , 此时溶液的总质量

为  $400\text{ g} + 71\text{ g} = 471\text{ g}$ , 则次氯酸钠的质量分数为  $\frac{74.5\text{ g}}{471\text{ g}} \times 100\% \approx 15.8\%$ 。



(2)  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NaCl}$

(3) 蒸发浓缩 冷却结晶

(4) 洗涤物品表面的油污(或生产肥皂、玻璃等)

(5) ①取少量上层清液,滴加  $\text{CaCl}_2$  溶液,若不产生沉淀,则说明

已足量 ②  $\frac{106b}{a}\%$

**思路导引** 由于碳酸氢钠的溶解度较小,故饱和氨盐水与  $\text{CO}_2$  反应的化学方程式为  $\text{NaCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ , 得到碳酸氢钠沉淀和母液,碳酸氢钠不稳定受热分解生成二氧化碳、水和碳酸钠,母液中有  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 加入  $\text{NaCl}$  粉末,利用其溶解度不同,得到  $\text{NaCl}$  溶液和氯化铵固体。

**【解析】**(1) 根据分析,饱和氨盐水与  $\text{CO}_2$  反应的化学方程式为  $\text{NaCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。

(2) 由图甲可知,可循环使用的物质有  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NaCl}$ 。

(3) 根据题图乙,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的溶解度受温度影响较大,  $\text{NaCl}$  的溶解度受温度影响较小,因此为了使  $\text{NH}_4\text{Cl}$  沉淀出来,采用的操作是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥。

(4)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的用途为洗涤物品表面的油污、生产肥皂、玻璃等。

(5) ①证明所加  $\text{CaCl}_2$  溶液已经足量,可以取少量上层清液,滴加  $\text{CaCl}_2$  溶液,若不产生沉淀,则说明已足量。②已知生成碳酸

钙沉淀的质量为  $b\text{ g}$ , 则碳酸钠的质量为  $\frac{106b}{100}\text{ g}$ , 因此碳酸钠的质

量分数为  $\frac{\frac{106b}{100}\text{ g}}{a\text{ g}} \times 100\% = \frac{106b}{a}\%$ 。

## 真题上分

1. **C** **【解析】**用  $\text{NaCl}$  固体和浓硫酸制备  $\text{HCl}$  气体需要加热,题图中无加热装置, A 错误;由于  $\text{HCl}$  气体极易溶于水,通入饱和  $\text{NaCl}$  溶液中时应注意防倒吸(可加倒置漏斗),且  $\text{HCl}$  气体应与饱和  $\text{NaCl}$  溶液充分作用,因此  $\text{HCl}$  气体应该从右侧导管通入, B 错误;向饱和  $\text{NaCl}$  溶液中通入大量的  $\text{HCl}$  气体后,饱和  $\text{NaCl}$  溶液中的氯离子浓度大大提升,因此氯化钠溶解平衡向着析出晶体的方向移动,若分离晶体和母液,可采取过滤操作, C 正确;配制一定物质的量浓度的溶液,定容时,视线应与容量瓶的刻度线相平,题图中俯视刻度线,会让配制的溶液浓度偏高, D 错误。

2. **D** **【解析】**配制一定物质的量浓度  $\text{NaCl}$  溶液时,需要使用托盘天平称取一定质量的  $\text{NaCl}$  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  $\text{NaCl}$  晶体时需要用到酒精灯, ⑥⑧符合题意;综上, D 正确。

3. **B** **【解析】**将  $\text{Cl}_2$  通入冷的  $\text{NaOH}$  溶液中发生反应  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons$

$\text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaClO}$  是漂白液的有效成分, A 正确; 气体的状态未知,  $22.4 \text{ L Cl}_2$  的物质的量不确定, 无法得出生成的  $\text{NaClO}$  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  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$ ,  $\text{NaClO}$  转化为氧化性更强的  $\text{HClO}$ , 使漂白液消毒能力增强, C 正确;  $\text{HClO}$  见光易分解为  $\text{HCl}$  和  $\text{O}_2$ , 而  $\text{NaClO}$  不易分解, 因此  $\text{NaClO}$  溶液比  $\text{HClO}$  溶液稳定, D 正确。

**4. C 【解析】**钠元素、钡元素的焰色不同, 可以用焰色试验鉴别碳酸钠和氯化钡, A 不符合;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液显碱性,  $\text{BaCl}_2$  溶液显中性, 故可以用 pH 试纸检验  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{BaCl}_2$ , B 不符合;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液和  $\text{BaCl}_2$  溶液与氨水都不反应, 都无现象, C 符合;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液与  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液不反应,  $\text{BaCl}_2$  溶液与  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  反应生成白色沉淀硫酸钡, D 不符合。

**5. A 【解析】**用浓盐酸与  $\text{MnO}_2$  反应制备  $\text{Cl}_2$  时需要加热, A 错误; 制备的  $\text{Cl}_2$  中混有  $\text{HCl}$  和水蒸气, 通过盛有饱和食盐水的洗气瓶除去混有的  $\text{HCl}$ , 通过盛有无水  $\text{CaCl}_2$  的干燥管除去水蒸气, B 正确;  $\text{Cl}_2$  的密度大于空气, 可利用向上排空气法收集, C 正确;  $\text{H}_2$  在  $\text{Cl}_2$  中可以燃烧, 产生苍白色火焰,  $\text{Cl}_2$  在反应中作氧化剂, 可验证  $\text{Cl}_2$  的氧化性, D 正确。

**6. 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  $\text{NaOH}$  会发生反应  $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , 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。

**7. B 【解析】** $\text{KO}_2$  由  $\text{K}^+$  和  $\text{O}_2^-$  构成,  $1 \text{ mol KO}_2$  晶体中离子的数目为  $2N_A$ , A 错误;  $\text{NaH}$  是离子化合物, 其中 H 元素显  $-1$  价, 和水中  $+1$  价的 H 元素发生归中反应, 所以每生成  $1 \text{ mol}$  氢气, 转移  $N_A$  个电子, B 正确;  $1 \text{ mol CO}$  和  $\text{H}_2$  的混合气体含有的分子数目为  $N_A$ , C 错误; 未指明气体所处的状况, 无法用标准状况下的气体摩尔体积计算生成  $\text{H}_2$  的物质的量, 故无法计算转移的电子数目, D 错误。

**8. 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,  $0.1 \text{ mol H}_2\text{O}$  中含有的质子数为  $N_A$ , A 错误;  $67.5 \text{ g ClO}_2$  的物质的量为  $1 \text{ mol}$ , 由题给化学方程式可得关系式:  $2\text{ClO}_2 \sim 2\text{e}^-$ , 则每生成  $1 \text{ mol ClO}_2$  转移电子数为  $N_A$ , 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,  $22.4 \text{ L CO}_2$  的物质的量为  $1 \text{ mol}$ , 含有的原子数为  $3N_A$ , D 正确。