

第二章 海水中的重要元素——钠和氯

第一节 钠及其化合物

课时 1 钠和钠的氧化物

1. C 【解析】钠与水反应生成氢气和氢氧化钠,反应剧烈,且氢氧化钠溶液呈碱性,为保证安全,应切取绿豆大小的钠粒进行实验,同时应戴好护目镜、将氢气排出,实验结束应注意洗手,故选 C。
2. D 【解析】钠的还原性强,可利用钠还原熔融态 TiCl_4 冶炼金属钛,A 正确;钠较活泼,钠保存在煤油中可防止钠与空气中的氧气和水发生反应,B 正确;钠钾合金具有熔点低、导热性好等特点,常温下呈液态,因此可用作快中子反应堆的传热介质,C 正确;钠长期露置在空气中最终转化成碳酸钠,D 错误。
3. A 【解析】密度:煤油<钠<水,故水在下层,煤油在上层,钠在水和煤油的交界处。钠与水发生反应生成氢气,生成的气体会将钠带离水层,进入煤油层,反应停止无法继续产生气体,因此钠又下沉接触水层,如此反复直至钠完全反应,A 正确。
4. C 【解析】钠的密度小于水的密度,不会沉入水底,A 错误;钠投入水中熔成光亮的小球,说明钠和水反应放热,且钠的熔点低,B 错误;钠与水剧烈反应产生氢气,并发出“嘶嘶”的响声,产生的气体会推动小球四处游动,C 正确;反应生成的氢氧化钠使酚酞溶液变红,反应的化学方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$,D 错误。
5. A 【解析】 Na_2O_2 、 Na_2O 中 Na 元素的化合价均为+1 价,A 错误; Na_2O 在空气中加热可转化为 Na_2O_2 ,B 正确;由于 Na_2O_2 与 Na_2O 中 Na 元素的化合价均为+1 价,所以相同质量的 Na 分别生成 Na_2O_2 与 Na_2O ,转移电子数目相同,C 正确; Na_2O_2 与 H_2O 反应产生 O_2 ,有气泡产生,而 Na_2O 与 H_2O 反应无气体产生,D 正确。
6. C 【解析】甲是钠和水反应生成氢氧化钠和氢气,为氧化还原反应,乙是氧化钠和水反应生成氢氧化钠,不是氧化还原反应,丙是过氧化钠和水反应生成氢氧化钠和氧气,属于氧化还原反应,A 错误;丙反应中 Na_2O_2 和水反应生成氢氧化钠和氧气,其中过氧化钠既是氧化剂又是还原剂,水既不是氧化剂又不是还原剂,B 错误; Na_2O 是由钠离子和氧离子构



成的, Na_2O_2 是由钠离子和过氧根离子构成的, 阴阳离子个数比都是 $1:2$, C 正确; 空气中含有 CO_2 和 H_2O , Na_2O 和 Na_2O_2 久置于空气中, 最终都会转化为 Na_2CO_3 , D 错误。

7. C 【解析】过氧化钠与水反应生成 NaOH 和氧气, 则②中大量气泡的主要成分是氧气, A 错误; 酚酞遇到碱性物质显红色, ③中溶液变红, 说明有碱性物质生成, B 错误; ④中红色褪去, 可能是溶液中的强氧化性物质氧化酚酞, 导致溶液褪色, C 正确; ⑤中加入少量 MnO_2 产生较多气泡, 说明溶液中存在 H_2O_2 , MnO_2 作催化剂, 催化 H_2O_2 分解产生 O_2 , D 错误。

8. (1) D

(2) B

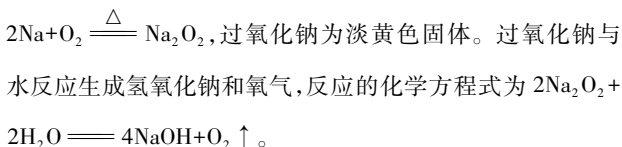
(3) Na 与 H_2O 的反应放热 金属钠的熔点低



【解析】(1) 钠是活泼金属, 易与水、氧气反应, 钠的密度比煤油大、且不与煤油反应, 因此钠可保存在煤油中, 选 D。

(2) 钠置于空气中首先被氧气氧化生成氧化钠, 表面变暗, 氧化钠与空气中的水蒸气反应生成白色固体氢氧化钠, 氢氧化钠吸水潮解表面变成液体, 再吸收二氧化碳得到碳酸钠晶体, 最后风化得到白色粉末状固体 Na_2CO_3 , 故答案为 B。

(4) 在空气中加热钠生成过氧化钠, 反应的化学方程式为



9. D 【解析】向含有 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 I^- 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 的溶液中加入 Na_2O_2 , Na_2O_2 与水反应生成 NaOH 和氧气, Na^+ 数量增加; OH^- 和 HCO_3^- 反应生成 CO_3^{2-} 和水, CO_3^{2-} 数量增加, HCO_3^- 数量减少; Na_2O_2 有强氧化性, 能将 I^- 氧化, I^- 数量减少; SO_4^{2-} 数量不变。综上所述, 溶液中离子数量减少的是 HCO_3^- 、 I^- , 选 D。

10. B 【解析】 Na_2O_2 为淡黄色固体, NaH 为白色固体, 用观察法可以鉴别二者, A 错误; Na_2O_2 中氧元素和 NaH 中氢元素的化合价都为 -1 价, B 正确; Na_2O_2 中阳离子为 Na^+ , 阴离子为 O_2^{2-} , 故阴、阳离子个数比为 $1:2$, C 错误; 设 Na_2O_2 的质量为 13 g , NaH 的质量为 4 g , Na_2O_2 与水发生反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, NaH 与水发生反应 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 则 $13\text{ g Na}_2\text{O}_2$ 和 4 g NaH 分别与足量水反应产生气体的质量分别为 $\frac{8}{3}\text{ g}$ 、 $\frac{1}{3}\text{ g}$, 质量之比为 $8:1$,

D 错误。

11. B 【解析】Na 与 H_2O 反应生成 NaOH, 消耗了溶剂 H_2O , 且溶质增多, 故有 NaOH 固体析出, A 错误; Na 先与 H_2O 反应生成 H_2 和 NaOH, NaOH 再与 $MgCl_2$ 反应生成 $Mg(OH)_2$ 白色沉淀, B 正确; Na 先与 H_2O 反应生成 NaOH, 然后 NaOH 与 $CuSO_4$ 反应产生 $Cu(OH)_2$ 蓝色沉淀, C 错误; Na 与 H_2O 反应生成的 NaOH 使紫色石蕊溶液变蓝, D 错误。

12. C 【解析】Na 常温下与氧气反应生成 Na_2O , 加热条件下与氧气反应生成 Na_2O_2 , A 错误; 钠与水反应生成的氢气也为无色无味气体, B 错误; 有气泡产生说明过氧化钠与水反应有气体生成, 带火星的木条复燃, 说明产生的气体为氧气, C 正确; 有气体生成时, 固体可能是 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物, 且 Na 和水反应生成 H_2 , 若钠有剩余, 则无法判断所得固体的成分, D 错误。

13. D 【解析】装置 A 气密性的检查方法: 关闭 K_1 , 然后向长颈漏斗中加水, 当漏斗中液面高于试管中液面, 且一段时间内高度不变, 说明气密性良好, A 错误; 装置 B 需除去制得 H_2 中含有的水蒸气和氯化氢, 应盛放碱石灰, B 错误; 碳酸钠为粉末且溶于水, 不能使用装置 A, C 错误; 反应结束后, 将装置 C 的玻璃管中固体加水溶解, 滴加酚酞变红, 不能证明玻璃管中生成了 NaOH, 因为若 Na_2O_2 有剩余, Na_2O_2 与水反应也生成 NaOH, 使酚酞变红, D 正确。

14. B 【解析】 H_2O 和 Na_2O_2 反应时固体质量增加量相当于 H_2O 中“ H_2 ”的质量, CO_2 和 Na_2O_2 反应时固体质量增加量相当于 CO_2 中“CO”的质量。若可燃物可表示为 $(CO)_m(H_2)_n$, 则燃烧产物通过足量 Na_2O_2 时, 固体增重等于可燃物质量; 若可燃物可表示为 $(CO)_m(H_2)_nO_x$, 则反应后固体增重小于可燃物质量; 若可燃物可表示为 $(CO)_m(H_2)_nC_x$, 则固体增重大于可燃物质量。①C 和 H_2 的混合物可表示为 $(H_2)_nC_x$, ② CH_3CH_2OH 可表示为 $(CO)(H_2)_3C$, ③ CH_3COOH 可表示为 $(CO)_2(H_2)_2$, ④蔗糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 可表示为 $(CO)_{11}(H_2)_{11}C$, ⑤甲酸 ($HCOOH$) 可表示为 $(CO)(H_2)O$, 故①②④符合题意, 选 B。

15. C 【解析】 Na_2O_2 和 CO_2 、 H_2O 反应时, 可认为 Na_2O_2 先与 CO_2 反应, 且 Na_2O_2 足量, 则该过程涉及反应: $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$ 、 $2Na_2O_2 + 2H_2O(g) = 4NaOH + O_2$ 。反应过程中混合气体与 Na_2O_2 反应生成氧气, 由质量守恒定律得氧气质量为 $1.6\text{ g} - 0.64\text{ g} = 0.96\text{ g}$, A 正确; 过氧化钠发生反应时, 一个 O 原子化合价升高 1 价, 一个 O 原子化合价降低 1 价, 被氧化的 O 和被还原的 O 质量相同, O_2 是氧化



产物,质量为 0.96 g,则被还原的 O 元素的质量也为 0.96 g, B 正确;设二氧化碳的质量为 x g,水的质量为 $(1.6-x)$ g,
 $1.6 - \frac{32x}{44 \times 2} - \frac{(1.6-x) \times 32}{18 \times 2} = 0.64$,解得 $x = 0.88$,则二氧化碳
 的质量分数为 $\frac{0.88 \text{ g}}{1.6 \text{ g}} \times 100\% = 55\%$, C 错误;反应过程中
 Na_2O_2 中 O 元素化合价既降低,又升高,既是氧化剂又是还原剂, D 正确。



②a ③浓硫酸

(2) 步骤 1 中木条不复燃,步骤 2 中木条复燃

(3) ①水也可与 Na_2O_2 反应产生 O_2 ,使木条复燃

②向其中加入稀盐酸,将产生的气体通入澄清石灰水中

【解析】装置 A 为碳酸钙与盐酸反应制备二氧化碳的装置,装置 B 的作用是除去二氧化碳中的氯化氢气体,装置 C 的作用是除去二氧化碳中的水蒸气。带火星的木条能检验 CO_2 通过装置 D 或 E 后有无氧气生成,二氧化碳不支持燃烧,也不能燃烧,二氧化碳通过过氧化钠时,不能全部反应,氧气含量过低会导致带火星的木条不复燃,所以应该先除去未反应的二氧化碳,再用带火星的木条来检验是否产生了氧气,则装置 F 的作用是吸收过量的二氧化碳,防止干扰氧气的检验,同时防止空气中的 H_2O 进入装置 D。

(1) ①装置 A 中碳酸钙与盐酸反应生成二氧化碳,离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。②装置 B 的作用是除去二氧化碳中的氯化氢气体,故装置 B 中的试剂为饱和碳酸氢钠溶液。③装置 C 的作用是除去二氧化碳中的水蒸气,故所装试剂为浓硫酸。

(2) 步骤 1 中,通过过氧化钠的二氧化碳中不含水蒸气,干燥的二氧化碳不能和过氧化钠反应,没有氧气生成,a 处带火星的木条不复燃;步骤 2 中,通过过氧化钠的二氧化碳中含有水蒸气,含有水蒸气的二氧化碳能和过氧化钠反应,有氧气生成,a 处带火星的木条复燃。

(3) ②二氧化碳和过氧化钠反应生成碳酸钠,若反应后装置 E 中的固体中含有碳酸钠,则可证明 CO_2 与 Na_2O_2 发生了反应,稀盐酸和碳酸钠反应可生成二氧化碳,二氧化碳能使澄清石灰水变浑浊。

课时 2 碳酸钠与碳酸氢钠

1. B **【解析】**食盐的有效成分是 NaCl , NaCl 有咸味,可作调味品, A 正确;小苏打的有效成分是 NaHCO_3 , B 错误;过氧化钠



的化学式为 Na_2O_2 , 它可与二氧化碳或水反应放出氧气, 常用作呼吸面具供氧剂, C 正确; 烧碱是 NaOH , 是一种常见的化工原料, D 正确。

2. D 【解析】物质的碱性: $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$, 但溶液的碱性强弱还与溶液的浓度有关, 故两种溶液的碱性强弱无法确定, A 错误; 二者的固体都能溶于水, 但 Na_2CO_3 溶解放热, NaHCO_3 溶解吸热, B 错误; Na_2CO_3 溶液的碱性较强, 应使用 3% ~ 5% 的 NaHCO_3 溶液冲洗, C 错误; Na_2CO_3 受热不分解, NaHCO_3 受热发生反应: $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, D 正确。

3. B 【解析】焰色为黄色, 说明该物质中一定含有钠元素, 则该固体物质可能为钠盐, A 正确; 焰色试验用的铂丝可以用光洁无锈的铁丝代替, B 错误; 若透过蓝色钴玻璃观察到焰色为紫色, 说明该固体物质中一定还含有 K 元素, C 正确; 铂丝使用前需要先用盐酸洗净, 再在酒精灯外焰上灼烧至与原火焰颜色相同, 以防止其他元素干扰, D 正确。

4. A 【解析】Na 与水反应放热, 具支试管中气体温度升高, 体积膨胀, U 形管中红墨水左侧液面下降, 右侧液面上升, ①正确; 带火星的木条复燃, 说明 Na_2O_2 与 H_2O 反应生成 O_2 , ②正确; 观察钾元素的焰色时, 要透过蓝色钴玻璃, ③错误; 外管温度较高, 内管温度较低, 比较二者热稳定性时, 应该将 Na_2CO_3 放在外管, 将受热易分解的 NaHCO_3 放在内管, ④错误; 故选 A。

5. (1) Na_2O_2

(2) ①②③④

(3) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

(4) 4.16 g

【解析】(1) 根据焰色为黄色, 确定钠元素的存在, 推测 A 为 Na, 与 O_2 点燃反应生成 Na_2O_2 (B), 与水反应生成 NaOH (C), Na_2O_2 与 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 (D), NaOH 与过量 CO_2 反应生成 NaHCO_3 (E)。

(2) 氧化还原反应的特征为有元素化合价变化, 故属于氧化还原反应的为①②③④。

(4) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 由方程式可知, 减少的为水和二氧化碳的质量, 每 168 g NaHCO_3 受热质量减少 62 g, 固体混合物的质量减少了 0.31 g, 则原混合物中 E (NaHCO_3) 的质量为 0.84 g, D 的质量为 4.16 g。

6. B 【解析】 KClO_3 易溶于水, MnO_2 难溶于水, 故可先加水溶解, 过滤除去 MnO_2 , 再结晶得到 KClO_3 , A 正确; 应通过饱和 NaHCO_3 溶液后干燥以除去 CO_2 中的 HCl , 饱和食盐水也会



吸收少量 CO_2 , B 错误; 通入足量 CO_2 后, Na_2CO_3 会与 CO_2 和水反应生成 NaHCO_3 , 从而除去杂质, C 正确; 溶液可以透过半透膜, 而胶体粒子不能透过半透膜, 故可用渗析法除去 NaCl 溶液中的氢氧化铁胶体粒子, D 正确。

7. B 【解析】小苏打受热分解生成的 Na_2CO_3 固体会留在炒锅中, A 错误; 碳酸钠溶于水放热, 碳酸氢钠溶于水吸热, B 正确; 两者均含有钠元素, 焰色均为黄色, C 错误; 纯碱和小苏打均能与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成碳酸钙白色沉淀, D 错误。

8. C 【解析】固体减少的质量为碳酸氢钠分解生成的二氧化碳和水的质量, 由此可求出碳酸氢钠的质量, 进而求出碳酸钠的质量分数, A 不符合题意; $b \text{ g}$ 为生成的氯化钠的质量, 根据钠元素守恒和混合物总质量可列方程组计算出碳酸钠的质量, 进而求出碳酸钠的质量分数, B 不符合题意; 碱石灰增加的质量为混合物与酸反应生成的 CO_2 及其带出的水蒸气的质量, 不能计算出碳酸钠的质量分数, C 符合题意; 最终得到的固体为碳酸钡, 根据碳元素守恒和混合物总质量可以列方程组求出碳酸钠的质量, 进而求出碳酸钠的质量分数, D 不符合题意。

9. D 【解析】与碱反应只生成盐和水的氧化物属于酸性氧化物, 与酸反应只生成盐和水的氧化物属于碱性氧化物, Na_2O 和 CO_2 分别属于碱性氧化物和酸性氧化物, A 正确; 钠在空气中燃烧生成过氧化钠, B 正确; 氢氧化钠和过量二氧化碳反应生成碳酸氢钠, C 正确; 过程Ⅲ为氧化钠和水反应生成氢氧化钠, 没有元素化合价发生改变, 即没有电子转移, D 错误。

10. C 【解析】稀硫酸和碳酸钙反应会生成微溶的硫酸钙, 硫酸钙附着在碳酸钙表面, 阻止反应继续进行, 不能得到足够的二氧化碳, A 错误; 由于 CO_2 在水中的溶解度小, 而氨极易溶于水, 因此应先通入氨使溶液呈碱性, 然后再通入 CO_2 , B 错误; NaHCO_3 以晶体形式析出, 经过滤可分离出 NaHCO_3 , C 正确; 加热 NaHCO_3 制备 Na_2CO_3 应该在坩埚中进行, D 错误。

11. A 【解析】 NaHCO_3 受热分解生成 Na_2CO_3 、 H_2O 和 CO_2 , 当 CO_2 和 H_2O 同时存在时, 可认为 Na_2O_2 先与 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 和 O_2 , 再与 H_2O 反应。因 NaHCO_3 足量, 所以最终残留固体物质是 Na_2CO_3 。答案选 A。

12. C 【解析】由“价—类”二维图可知, X 为 Na_2O , Y 为 Na_2O_2 , Z 为 NaOH , 然后根据图中的箭头分析相互转化的反应。反应①~⑩中, 属于氧化还原反应的有①②③④⑤, 共

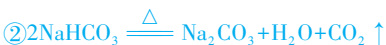


5 个, A 正确; X 为 Na_2O , Y 为 Na_2O_2 , 阴离子分别为 O^{2-} 、 O_2^{2-} , 阳离子均是 Na^+ , 阴阳离子个数之比均为 1:2, B 正确; NaOH 与 NaHCO_3 反应无明显现象, 不能鉴别 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 , C 错误; 将 Na 加入 CuSO_4 溶液中, Na 先与水反应生成 NaOH , NaOH 再与 CuSO_4 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀, 故有蓝色沉淀生成, D 正确。

13. D 【解析】甲中氧化钠与水反应生成氢氧化钠, 无气体产生; 乙、丙、丁中的反应均有气体产生, 生成的气体会使小车的移动速度加快, 所以甲车的速度慢于乙、丙车, 甲车单位时间的位移小于乙车, A、B、C 错误; 碳酸氢钠与盐酸反应生成二氧化碳的速率快于碳酸钠, 且丁车上固体质量小于丙车上, 生成气体的速率越快、质量越小, 初始加速度越快, 所以丙车的加速度小于丁车, D 正确。

14. (1) 检查装置气密性

(2) ①除去装置中的水蒸气和二氧化碳



③碱石灰 防止空气中的 CO_2 和水蒸气进入 D 装置中, 影响测定结果 偏大

【解析】该实验目的是测定膨松剂中碳酸氢钠的含量。加热 B 装置中样品, 碳酸氢钠受热分解产生 CO_2 和 H_2O , 利用 C 装置吸收 H_2O , CO_2 进入 D 装置中被完全吸收, 根据 D 装置增加的质量可计算样品中碳酸氢钠的含量。

(2) ①装置内含有空气, 若空气中的 CO_2 和 H_2O 被 D 装置吸收, 则会产生实验误差, 因此需要在加热前鼓入氮气数分钟, 除去装置中的水蒸气和二氧化碳。②B 装置中碳酸氢钠受热分解, 反应的化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。③D 装置的作用是吸收 B 装置中产生的 CO_2 , 为防止空气中的 CO_2 和 H_2O 从 U 形管右侧进入 D 装置, 需要在 U 形管右侧安装一个干燥管, 其中盛放的试剂是碱石灰, 若没有该装置, 则会导致 D 装置增加的质量偏大, 使得测量结果偏大。

15. (1) aefbcghd

(2) 增大饱和氨盐水与 CO_2 的接触面积, 加快反应速率, 使反应更充分



④①0.84 ②降温结晶 过滤

【解析】(1) 制备 NaHCO_3 , 应先制备 CO_2 , 然后除去 CO_2 中的杂质 (HCl), CO_2 再与饱和氨盐水反应, 最后进行尾气 (含有 CO_2 和 NH_3) 循环利用, 则仪器连接顺序为 aefbcghd。

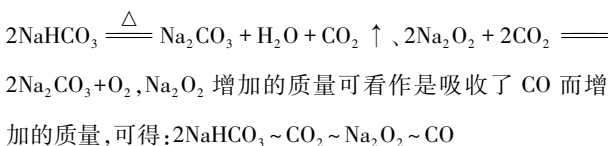
(2) 雾化装置可将饱和氨盐水雾化, 使饱和氨盐水与 CO_2



充分接触,加快反应速率,从而使反应更充分。

(3) NaHCO_3 的溶解度比较小,反应中会析出沉淀,可得反应的化学方程式为 $\text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。

(4) ① 根据题中操作可知反应的化学方程式为



$$2 \times 84$$

$$28$$

$$m$$

$$0.14 \text{ g}$$

$$\frac{m}{2 \times 84} = \frac{0.14 \text{ g}}{28}, \text{解得 } m = 0.84 \text{ g}。$$

②从溶解度曲线图上看, NH_4Cl 的溶解度受温度影响较大, NaCl 的溶解度受温度影响较小,故采用降温结晶、过滤、洗涤、干燥的方法得到 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 。

第二节 氯及其化合物

课时 1 氯及其化合物的性质

1. **D** 【解析】液氯属于有毒物质,具有强氧化性,常压下可汽化,储存液氯的钢瓶上还需要标注加压气体,故答案为 D。
2. **D** 【解析】 Cl_2 能溶于水,可以用排饱和食盐水法收集, A 错误;常温下,漂白粉较稳定,但敞口放置易与空气中的 CO_2 、 H_2O 反应而失效,故不能长期敞口放置, B 错误; Cl_2 具有强氧化性,加热条件下与 Fe 反应生成 FeCl_3 , C 错误;次氯酸具有强氧化性和漂白性,能使有色物质褪色, D 正确。
3. **A** 【解析】Na 在氯气中燃烧产生黄色火焰,生成 NaCl 颗粒,有白烟出现,白烟凝聚在玻璃管内壁, A 错误、B 正确; Cl_2 有毒,随意排放会导致污染,故应该用碱液吸收, C 正确;消膜泡的容积较大,起到防止液体被吹出的作用, D 正确。
4. **B** 【解析】新制氯水中含有 HClO , HClO 具有漂白性,故无法用 pH 试纸测定新制氯水的 pH, A 错误;铁和氯气在加热的条件下发生反应,常温下不反应,故常温下可以用铁质容器储存氯气, B 正确;久置氯水中 HClO 已完全分解,久置氯水没有漂白性, C 错误;新制氯水中有 H^+ 与 HClO ,能使干燥的蓝色石蕊试纸先变红后褪色,但液氯和氯气的 CCl_4 溶液中都只有 Cl_2 ,不具有酸性和漂白性,不能使干燥的蓝色石蕊试纸先变红后褪色, D 错误。
5. **C** 【解析】通入氯气后溶液由浅绿色变为黄色,说明氯气将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,可知氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$, A 正确;氯气通入 AgNO_3 溶液中生成的白色浑浊是 AgCl ,而 Cl_2 与 Ag^+ 不反应,说明氯气与水发生反应生成了 Cl^- , B 正确; Cl_2 与氢氧化钠



反应生成 NaClO , NaClO 具有漂白性, 可以漂白指示剂, 反应中碱被消耗, 故溶液红色褪去, Cl_2 本身没有酸性, C 错误; 向品红溶液中通入氯气, 溶液褪色, 说明氯水具有漂白性, D 正确。

6. D 【解析】由于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度较小, 故工业上用氯气和石灰乳制取漂白粉, A 错误; CaCl_2 和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 均易溶于水, 实验 1 中有难溶物, 说明漂白粉已经变质为 CaCO_3 , 实验 2 中花瓣褪色, 说明漂白粉中还存在有效成分次氯酸钙, 故实验 1 和实验 2 说明漂白粉部分变质, B 错误; 结合 B 项分析, 该漂白粉已经部分变质, 故实验 3 产生的气体中还有 CO_2 , C 错误; 实验 3 中次氯酸钙和浓盐酸发生氧化还原反应生成氯化钙、氯气和水, 4 分子 HCl 中有 2 分子 HCl 的氯失去 $2 \times e^-$, 1 个次氯酸钙中氯得到 $2 \times e^-$, 生成氯气, 该单线桥表示正确, D 正确。

7. (1) Cl_2 NaCl NaClO

(2) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$

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

【解析】(1) 常温下, A 是可用于自来水消毒的黄绿色气体单质, 则 A 为 Cl_2 , X 为 Cl ; 氯气与水反应生成 HCl 和 HClO , 与氢气反应生成 HCl , 故 D 为 HCl , B 为 HClO ; 氯气与氢氧化钠溶液反应生成 NaCl 、 NaClO 和水, HCl 与氢氧化钠溶液反应生成 NaCl 和水, 由于 C 中含有 Cl 元素, 则 C 为 NaCl , E 为 NaClO 。

(2) Cl_2 与水反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 。

(3) NaOH 溶液吸收 Cl_2 的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

8. D 【解析】自来水经氯气消毒后会含有 Cl_2 、 H^+ 、 Cl^- 、 HClO 。

① NaOH 会与 Cl_2 、 H^+ 、次氯酸发生反应, 溶液会变质;

② AgNO_3 会与 Cl^- 反应: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$, 溶液会变质;

③ Na_2CO_3 会与 H^+ 、 HClO 反应, 溶液会变质; ④ Fe^{2+} 会与 Cl_2

反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 溶液会变质; ⑤ I^- 会与 Cl_2

反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$, 溶液会变质; ⑥ NaCl 与各微粒均

不发生反应, 溶液不会变质; ⑦ SO_3^{2-} 会与 Cl_2 、 H^+ 发生反应, 溶液会变质。综上所述, D 符合题意。

9. B 【解析】可用 NaOH 溶液吸收 Cl_2 来制备“84”消毒液, 反应生成 NaCl 、 NaClO 和水, A 正确; HClO 的酸性弱于 H_2CO_3 , B 错误; 酸性条件下, ClO^- 和 Cl^- 能发生反应生成 Cl_2 , C 正确; 该消毒液加白醋可以发生反应: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{ClO}^- = \text{HClO} + \text{CH}_3\text{COO}^-$, 生成 HClO , 增强消毒液的漂白性, D 正确。

10. C 【解析】次氯酸具有漂白性, 将有色纸条或布条、有色花

瓣放入盛有氯水的试管中,它们均褪色,说明氯水中含有 HClO ,A 正确;加入大理石有气体产生,说明氯水中含有 H^+ ,与大理石反应产生二氧化碳,B 正确;氯水中的次氯酸不稳定,见光分解生成氯化氢和氧气,氯化氢极易溶于水,所以放出的气体为氧气,C 错误;向氯水中滴加硝酸银溶液产生的白色沉淀为 AgCl ,说明氯水中含有 Cl^- ,D 正确。

11. A 【解析】氯气与水反应生成 H^+ 、 Cl^- 、 HClO ,将氯气持续通入紫色石蕊溶液中,溶液先变红后褪色, H^+ 使紫色石蕊溶液变为红色, HClO 具有漂白性,能将红色溶液变为无色,继续通入 Cl_2 ,最后形成饱和氯水,溶液显浅黄绿色,微粒 I、II、III 分别为 H^+ 、 HClO 、 Cl_2 ,故选 A。

12. B 【解析】向 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 粉末上滴加几滴盐酸,产生的大量黄绿色气体为 Cl_2 , Cl_2 与水反应生成 HClO 和 HCl , HClO 具有强氧化性和漂白性, HCl 具有酸性。干燥的红纸①不褪色,湿润的红纸②褪色,说明使红纸褪色的不是 Cl_2 ,A 正确;仅对比②③, Cl_2 在饱和食盐水中几乎不溶,用饱和食盐水润湿的红纸③几乎不褪色,不能说明使红纸褪色的微粒是 HClO ,还可能是 H^+ 或 Cl^- ,B 错误; Cl_2 溶于水生成 HCl ,溶液呈较强的酸性, Cl_2 与 NaHCO_3 反应后 pH 变化不大,但红纸④比②褪色更快,说明使红纸褪色的微粒一定不是 H^+ ,C 正确; NaHCO_3 消耗 HCl ,则 HCl 消耗的 HClO 的量减少, HClO 含量较多,红纸快速褪色,红纸②中 HClO 含量比④中少,逐渐褪色, Cl_2 在饱和食盐水中几乎不溶解, HClO 含量最少,红纸③几乎不褪色,说明 HClO 含量越多,漂白效果越好,D 正确。

13. D 【解析】新制饱和氯水中含有 HCl 、 HClO 、 Cl_2 , HCl 是强酸,可完全电离, HClO 是弱酸,部分电离, Cl_2 与水反应转化为 HCl 和 HClO ,在光照条件下 HClO 分解生成 HCl 和 O_2 ,溶液最终变为盐酸,所以氯水的 pH 先逐渐减小后保持不变,A 错误;溶液中氯离子含量先增大后保持不变,B 错误;单位体积溶液中离子数量逐渐增加,后保持不变,因此电导率先增大后保持不变,C 错误;反应中生成 O_2 ,所以随着时间变化,液面上方氧气体积分数先增大后不变,D 正确。

14. (1) $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 冷水浴

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

(4) NaOH

【解析】氯气进入三颈烧瓶与石灰乳发生反应,多余的氯气可用烧杯中的石灰乳吸收,既可以防止污染,又可以提高氯气的利用率。

(1)石灰乳 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 与氯气发生反应生成 CaCl_2 和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$,反应的化学方程式如答案所示。

(2)石灰乳吸收氯气放出热量,为控制反应温度,实验中应使用冷水浴的方法。

(3)氯气与水反应生成 HCl 、 HClO ,反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$,制备氯水可直接将氯气通入水中,因氯气在水中的溶解度不大,无需采用防倒吸装置,同时氯气有毒,过量的氯气要用氢氧化钠溶液吸收,因此d装置最合理。

(4)若由于次氯酸的漂白性使溶液褪色,则褪色后的溶液中已不存在酚酞,可取少量褪色后的溶液于试管中,向其中滴加 NaOH 溶液至碱性,溶液不变红,则证明是次氯酸的漂白性使溶液褪色。

15. (1)产生少量气泡,碳酸钙逐渐溶解,溶液淡黄绿色消失

(2) HClO 含量增加

(3) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

(4) H^+ HClO HClO 有漂白性, H^+ 无漂白性(或 H^+ 的扩散速率大于 HClO ,合理即可)

【解析】(1)在氯水中存在着 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 的反应,加入过量碳酸钙之后,发生反应: $2\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Cl_2 与 H_2O 的反应继续进行, HCl 与 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 反应生成 CO_2 ,故现象为产生少量气泡,碳酸钙逐渐溶解,溶液淡黄绿色消失。

(2) Cl_2 与 H_2O 的反应继续进行, HClO 含量增大,使得溶液的漂白性增强。

(3)加热第二份滤液,溶液变浑浊且产生 CO_2 ,结合题中信息,可以推断加热第二份滤液后,溶液变浑浊是因为产生了 CaCO_3 ,则实验②的滤液中的溶质除 CaCl_2 、 HClO 外,还含有 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。

(4)使pH试纸变红的微粒X是 H^+ , HClO 具有漂白性,则使pH试纸变白的微粒Y是 HClO 。pH试纸颜色最终为红色在外部,白色在内部,说明 H^+ 的扩散速率大于 HClO 。

课时2 氯气的实验室制法 氯离子的检验

1. B 【解析】 Cl^- 与 AgNO_3 溶液反应可以生成白色沉淀,但与 AgNO_3 溶液反应生成白色沉淀的离子还有碳酸根离子等,所



以检验 Cl^- 时要用硝酸酸化,以除去 CO_3^{2-} 等离子的干扰。

2. D 【解析】检验 Cl^- 必须使用 AgNO_3 溶液, A 不符合题意; 检验 Cl^- 时, 为排除 CO_3^{2-} 等离子的干扰需要用到稀硝酸, B 不符合题意; 检验离子时, 通常使用胶头滴管取用少量待测液于试管中, C 不符合题意; 检验离子不需要使用球形冷凝管, D 符合题意。

3. C 【解析】 KClO_3 与浓盐酸制备 Cl_2 : $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$, HCl 既表现酸性又表现还原性, A 正确; $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{Cl}_2 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 氯气既是氧化产物又是还原产物, B 正确; $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 每生成 1 个 Cl_2 转移 2 个电子, $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{Cl}_2 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 每生成 1 个 Cl_2 转移 1 个电子, C 错误; 盐酸会和 KMnO_4 反应生成氯气, 因此不能用盐酸来酸化 KMnO_4 溶液, D 正确。

4. C 【解析】①中浓盐酸与二氧化锰共热制备氯气, 正确; ②中氯气能与氢氧化钠溶液反应, 则不能用盛有饱和氢氧化钠溶液的装置除去氯气中的氯化氢, 错误; ③用盛有浓硫酸的装置干燥氯气时, 气体应从长管进、短管出, 错误; ④中澄清石灰水的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浓度低, 吸收尾气的效果不好, 应选用 NaOH 溶液进行尾气处理, 错误。综上, 故选 C。

5. B 【解析】由题干中氯的“价—类”二维图可知, a 为 HCl 、b 为 Cl_2 、c 为 ClO_2 、d 为 HClO 、e 为氯酸盐、f 为次氯酸盐、g 为 HClO_4 。e 为氯酸盐, 实验室常用加热 KClO_3 和 MnO_2 的方法来制备 O_2 , A 正确; b(Cl_2) 本身没有漂白性, 但 Cl_2 与水的产物 HClO 具有漂白性, 故将 b 通入盛有鲜花的试剂瓶, 鲜花褪色, B 错误; g 的分子式为 HClO_4 , C 正确; b 为 Cl_2 、c 为 ClO_2 、f 为次氯酸盐, 均具有强氧化性, 都能作为消毒剂, “84”消毒液的有效成分是 f 的钠盐 NaClO , 作用原理是与空气中的水和二氧化碳反应生成 d(即 HClO), D 正确。

6. B 【解析】 KClO_3 与浓盐酸反应的化学方程式为 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$, A 正确; 氯气能与碱石灰反应, 不能用碱石灰代替无水 CaCl_2 , B 错误; 干燥的 Cl_2 不能使品红试纸褪色, 加水后, Cl_2 与水反应产生的次氯酸具有漂白性, 能使品红试纸褪色, C 正确; 在实验中注射器除了可以向试管中加水外, 还可以储存尾气 Cl_2 , 防止污染, D 正确。

7. (1) $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) 蓝色钴玻璃 紫 Mg^{2+} HNO_3 AgNO_3

① $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

②步骤Ⅲ中加入的稀盐酸和氯化钡溶液向溶液中引入 Cl^- ,



干扰检验(合理即可) 用稀硝酸和硝酸钡溶液代替稀盐酸和氯化钡溶液

【解析】(2) 步骤Ⅰ观察 K^+ 的焰色时,应透过蓝色钴玻璃,火焰呈紫色;步骤Ⅱ滴加 $NaOH$ 溶液,有白色沉淀生成,说明低钠盐中含有 Mg^{2+} , Mg^{2+} 与氢氧根离子生成氢氧化镁沉淀;步骤Ⅳ检验低钠盐中是否存在 Cl^- 时,应先滴加稀 HNO_3 酸化,再滴加 $AgNO_3$ 溶液。①步骤Ⅱ中发生反应的离子方程式:
 $Mg^{2+} + 2OH^- \rightleftharpoons Mg(OH)_2 \downarrow$; ②由于步骤Ⅲ中加入稀盐酸和氯化钡溶液,向溶液中引入了 Cl^- ,则无法判断低钠盐中是否存在 Cl^- ,故步骤Ⅲ中可用稀硝酸和硝酸钡溶液代替稀盐酸和氯化钡溶液。

8. (1) 分液漏斗



(3) 除去氯气中的氯化氢杂质

(4) 先变红后褪色

(5) ④

(6) ①复分解



【解析】装置Ⅰ中浓盐酸与二氧化锰共热产生氯气,得到的氯气中含有氯化氢杂质,用饱和食盐水除去后,潮湿的氯气通入装置Ⅲ,使干燥和湿润的有色布条褪色,后通入紫色石蕊试液,氯气与水反应生成 HCl 和次氯酸, HCl 的酸性使得紫色石蕊试液变红,次氯酸的漂白性使其褪色,最后用氢氧化钠溶液吸收尾气。

(1) 由题图可知,装置Ⅰ中仪器 c 的名称是分液漏斗。

(2) 实验室以二氧化锰和浓盐酸制备氯气,二者共热生成氯化锰、氯气和水。

(3) 装置Ⅱ中盛装饱和食盐水,可吸收杂质氯化氢,作用是除去氯气中的氯化氢杂质。

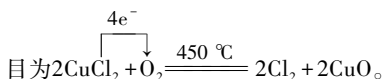
(4) 若产生的 Cl_2 足量,实验过程中装置Ⅳ中的实验现象是紫色石蕊试液先变红后褪色。

(5) 据分析,潮湿的氯气通入装置Ⅲ的硬质玻璃管中,使干燥和湿润的有色布条褪色,为了观察到“a 无明显变化”的实验现象,需在图中装置Ⅱ与Ⅲ之间添加干燥装置,装置①和③不仅没有干燥作用还会吸收氯气,装置②中碱石灰能与氯气反应,不适合干燥氯气,浓硫酸可以干燥氯气,故选择装置④。

(6) ①从题图乙中信息知,反应 X 是 $2HCl + CuO \rightleftharpoons H_2O + CuCl_2$,属于复分解反应。



②反应 Y 中氧化剂为 O_2 , 还原剂为 $CuCl_2$, 一个 O_2 参与反应时得 4 个 e^- , 用单线桥法表示该反应中电子转移的方向和数目为



③空气中含量最多的物质为氮气, 由题意可知 NH_3 和 Cl_2 反应生成 NH_4Cl 和 N_2 , 化学方程式为 $8NH_3 + 3Cl_2 = 6NH_4Cl + N_2$ 。

专题 2 气体制备实验设计

1. D 【解析】锥形瓶不能直接加热, B 错误; 试管向上倾斜时, 生成的水蒸气液化成水后回流, 易使试管炸裂, 故试管应向下倾斜, 由于常规试管中的草酸晶体熔化后会向下流动, 堵塞导管, 则试管底端应弯曲, A、C 错误, D 正确。

2. C 【解析】实验室用高锰酸钾制取氧气应选装置①, A 错误; 二氧化碳的密度比空气大, 应用向上排空气法收集, 可用装置③, 气体从导管 a 进入, 收集氢气应用向下排空气法, 可用装置③, 气体从导管 b 进入, B 错误; 浓硫酸具有吸水性, 可干燥中性和酸性气体, 且干燥时气体从长管进、短管出, 则干燥氧气和二氧化碳可使用装置④, 气体均从导管 a 进入, C 正确; 二氧化碳能溶于水且能与水发生化学反应, 不能用排水法收集, D 错误。

3. A 【解析】根据原料制备装置→除杂装置→反应装置→尾气处理装置的顺序连接装置, 但是 ICl 遇水发生反应, 所以在反应装置与尾气处理装置之间要加一个除水装置, 正确的连接顺序为①→③→⑤→②→⑤→④, A 错误; ①装置是氯气的制备装置, 反应的离子方程式为 $MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- \xrightarrow{\Delta} Mn^{2+} + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$, B 正确; ②装置中烧瓶温度需维持在 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 左右的原因是温度过低, 反应速率太慢, 温度过高, 会造成 ICl 挥发, C 正确; 由题给信息可知, ICl 可与 KI 反应生成 I_2 , 故可用湿润的淀粉-碘化钾试纸检测 ICl , D 正确。

4. (1) $2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- = 2Mn^{2+} + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$

(2) z m x y b c r s 装置 G 中的水蒸气会进入装置 E 中, 可能会引起倒吸

(3) $Cl_2 + 2NaClO_2 = 2ClO_2 + 2NaCl$

(4) 除去二氧化氯中的氯气

(5) $2ClO_2 + 2NaOH + H_2O_2 = 2NaClO_2 + O_2 + 2H_2O$

【解析】用装置 A 制备氯气, 装置 C 用于除氯气中的氯化氢, 装置 B 干燥氯气, 装置 F 中氯气和 $NaClO_2$ 反应制备 ClO_2 , 装置 D 除去 ClO_2 中的氯气, 装置 E 收集 ClO_2 , 装置 H 吸收尾气, 并防止空气中的水蒸气进入装置 E 中。



(1) 高锰酸钾和浓盐酸在常温下反应生成氯气, 离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 由上述分析可知, 导管口的连接顺序为 $a \rightarrow z \rightarrow m \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow r \rightarrow s \rightarrow n \rightarrow p \rightarrow j$ 。装置 H 与装置 G 的不同之处在于装置 H 可防止空气中的水蒸气进入装置 E 中, 而装置 G 中盛有烧碱溶液, 其中的水蒸气可进入装置 E 中, ClO_2 易溶于水, 可能会引起倒吸。

(3) 装置 F 中 NaClO_2 与 Cl_2 反应生成 ClO_2 和 NaCl , 反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$ 。

(4) 氯气易溶于 CCl_4 , 常温常压下 ClO_2 是一种难溶于 CCl_4 的气体, 故用装置 D 除去 ClO_2 中的氯气。

(5) 二氧化氯还会与 H_2O_2 和 NaOH 的混合溶液反应, 其产物之一是 NaClO_2 , 氯元素化合价降低, 则二氧化氯是氧化剂, H_2O_2 是还原剂, 氧化产物是氧气, 该反应的化学方程式为 $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

第三节 物质的量

课时 1 物质的量、摩尔质量和气体摩尔体积

1. D 【解析】摩尔体积的实质就是单位物质的量的物质所占的体积, 概念中不涉及物质的存在状态, 只是因为固体、液体的摩尔体积随粒子种类(直径)的不同差别很大, 为人们的学习和研究提供不了太多的方便, 而不同种类气体的摩尔体积在 T 、 p 相同的条件下, 可以认为是相同的, 为了方便, 只保留了气体摩尔体积的概念, A 正确; 若阿伏加德罗常数(N_A)的标准发生变化, 即每 1 mol 粒子的数目发生变化, 则其他条件相同时, 固体、液体和气体的摩尔体积的数值都会随之改变, B 正确; 不同种类气体分子的直径也是有差别的, 但气体分子间的平均距离远大于分子本身的直径, 在粒子数相同时, 气体体积大小主要取决于气体分子间的平均距离, 在相同温度和压强下, 气体分子间平均距离近似相等, 所以气体摩尔体积基本相同, 则气体摩尔体积可以看成是相同的, C 正确; 气体摩尔体积随温度、压强等外界条件的变化而有明显变化, D 错误。

2. B 【解析】4 ℃ 时, 2.7 mL 水的质量是 $2.7 \text{ mL} \times$

$$1.0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 2.7 \text{ g}, n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2.7 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}; \text{含}$$

$$6.02 \times 10^{23} \text{ 个氧原子的一氧化碳的物质的量 } n(\text{CO}) =$$

$$n(\text{O}) \approx \frac{6.02 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}; 6.02 \times 10^{22} \text{ 个氯化氢分子的}$$

$$\text{物质的量 } n(\text{HCl}) \approx \frac{6.02 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}; 4.9 \text{ g 磷酸的}$$



物质的量 $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{4.9 \text{ g}}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 则 B 项物质中所含分子的物质的量最多。

3. B 【解析】对于气体, 微粒间的距离对体积的影响远大于微粒本身大小对体积的影响, 而影响气体微粒间的距离的外界因素有温度和压强, 所以对气体体积有显著影响的因素是温度和压强、所含微粒数和微粒间的距离, 故选 B。

4. A 【解析】同温同压下, 容积相同的两个容器内气体的物质的量相等, NO 、 N_2 和 O_2 都是双原子分子, 分子中含有的原子个数相等, 所以两容器内的气体原子总数和分子总数相等; 氮气和氧气的摩尔质量、分子中含有的质子数均不相等, 当 N_2 和 O_2 的比例不同时, 两容器中气体所含质子总数和气体质量不同, 故选 A。

5. A 【解析】 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 为标准状况, 此时的气体摩尔体积约为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, 28 g N_2 所占的体积约为 $\frac{28 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 22.4 \text{ L}$, A 正确; 没有明确是否为标准状况, 则 22.4 L N_2 的物质的量不一定是 1 mol , 不一定含有 N_A 个 N_2 分子, B 错误; 标准状况下, 水不是气体, 22.4 L 水的物质的量不是 1 mol , 则质量不是 18 g , C 错误; 22 g 二氧化碳含有的原子数为 $\frac{22 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 1.5 N_A$, 标准状况下 11.2 L HCl 含有的原子数为 $\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, 二者原子数不同, D 错误。

6. (1) $28x$

(2) 6.72

(3) $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4) $③ > ① > ②$

【解析】(1) 1 g N_2 中含有 x 个氮气分子, 则 $\frac{1 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times N_A = x$, 阿伏加德罗常数可表示为 $28x \text{ mol}^{-1}$ 。

(2) 3.4 g NH_3 的物质的量为 $\frac{3.4 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 所含氢原子的物质的量为 0.6 mol , 与 $0.3 \text{ mol H}_2\text{S}$ 含有相同数目的氢原子, 标准状况下 $0.3 \text{ mol H}_2\text{S}$ 气体的体积为 6.72 L 。

(3) 40.5 g 某金属氯化物 MCl_2 中含有 0.6 mol Cl , 则 40.5 g 该金属氯化物的物质的量为 0.3 mol , 该金属的摩尔质量为 $\frac{40.5 \text{ g}}{0.3 \text{ mol}} - 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 含约 3.01×10^{23} 个分子的 H_2 的物质的量为 $\frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 质量为 $0.5 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1 \text{ g}$; 标准状况下, 11.2 L



SO_2 的物质的量为 $\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 质量为 32 g ; 故三

种物质的质量由大到小的顺序为 ③ > ① > ②。

7. B 【解析】由 $V = nV_m = \frac{m}{M}V_m$ 可知, 同温同压下, V_m 为定值,

气体的摩尔质量越小, 等质量的气体所占有的体积越大, O_3 、 CH_4 、 CO 、 N_2 的摩尔质量分别为 $48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 即 CH_4 的摩尔质量最小, 其所占有的体积最大, 故选 B。

8. A 【解析】 14.4 g CO 和 CO_2 的混合气体在标准状况下所占的体积为 8.96 L , 设 CO 、 CO_2 的物质的量分别为 $x \text{ mol}$ 、

$$y \text{ mol}, \text{ 可列方程组 } \begin{cases} x+y=\frac{8.96}{22.4} \\ 28x+44y=14.4 \end{cases}, \text{ 解得 } \begin{cases} x=0.2 \\ y=0.2 \end{cases}. \text{ CO}_2 \text{ 的物}$$

质的量为 0.2 mol , 1 个 CO_2 分子中有 22 个电子, 则 0.2 mol CO_2 中电子数为 $0.2 \text{ mol} \times 22 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 4.4 N_A$, A 错误; 标准

状况下混合气体的密度为 $\frac{14.4 \text{ g}}{8.96 \text{ L}} \approx 1.61 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; 混合

气体中含有 CO 的质量为 $0.2 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.6 \text{ g}$, C 正

确; 混合气体的平均摩尔质量为 $\frac{14.4 \text{ g}}{(0.2+0.2) \text{ mol}} = 36 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,

D 正确。

9. D 【解析】常温常压下, 气体摩尔体积相等, ①、②、③三个气球(同一规格)的体积相等, 则气体的物质的量相等, 三个气球中两种气体的体积比都为 1:1, 表明三个气球中各自所含的气体的物质的量都相等, 则所含气体的分子数相等, A、B 正确; 气体的体积相等、所含分子数相等, 则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 错误。

10. C 【解析】同温同压下, 气体的体积之比等于气体的物质的量之比, 体积分数即为物质的量分数。 CO 、 C_2H_4 、 N_2 的摩尔质量均为 $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 设 CO_2 的物质的量分数为 x , 则 CO 、 C_2H_4 、 N_2 的物质的量分数之和为 $1-x$, 得 $44x+28(1-x)=29$, $x=6.25\%$, 故选 C。

11. A 【解析】 N_2 和 C_2H_4 的相对分子质量都为 28, N_2 和 C_2H_4 质量相等时, 其物质的量也相等, 分子数一定相等, A 正确; 等温等密度的 CO 和 C_2H_4 , 二者的体积不一定相等, 则质量不一定相等, 物质的量不一定相等, 分子数不一定相等, B 不正确; 等温等体积的 O_2 和 N_2 , 压强不一定相同, 二者的气体摩尔体积不一定相等, 则物质的量不一定相等, 分子数不一定相等, C 不正确; 等压等体积的 N_2 和 CO_2 , 温度不一



定相同,二者的气体摩尔体积不一定相等,则物质的量不一定相等,分子数不一定相等,D 不正确。

12. B 【解析】分子数相等时,相对分子质量越大,物质的质量越大,因此三种气体质量关系为 $X < Y < Z$, A 正确;气体的物

质的量 $n = \frac{V}{V_m}$, V_m 和气体所处的状况有关,题中未指明在标准状况下,则 V_m 不一定等于 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$,所以体积为

2.24 L 的气体的物质的量不一定为 0.1 mol, B 错误;同温同压下,气体的密度和相对分子质量(或摩尔质量)成正比,

由于 $M_r(X) < M_r(Y) = \frac{1}{2} M_r(Z)$,则三种气体中密度最小的是

X, C 正确;由 $pV = nRT$ 可知,同温同体积的气体压强之比等

于其物质的量之比,已知 $M_r(Y) = \frac{1}{2} M_r(Z)$,即 $M(Y) = \frac{1}{2} M$

(Z),则 Y、Z 气体的压强之比为 $\frac{p(Y)}{p(Z)} = \frac{n(Y)}{n(Z)} = \frac{\frac{m(Y)}{M(Y)}}{\frac{m(Z)}{M(Z)}} = \frac{m(Y)}{m(Z)}$

$\frac{m(Y) \cdot M(Z)}{m(Z) \cdot M(Y)} = \frac{a \text{ g} \cdot M(Z)}{2a \text{ g} \cdot M(Y)} = 1$, D 正确。

13. D 【解析】同温同压下, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$,可以得知右边 CO 和 CO_2

气体总物质的量为 2 mol,设 $n(\text{CO}) = x \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = y \text{ mol}$, $x + y = 2$, $28x + 44y = 64$,联立计算出 $x = 1.5$, $y = 0.5$,即

CO 的物质的量为 1.5 mol, CO_2 的物质的量为 0.5 mol,右边

CO 与 CO_2 的分子数之比=物质的量之比=3:1。右侧所含

原子物质的量为 $1.5 \text{ mol} \times 2 + 3 \times 0.5 \text{ mol} = 4.5 \text{ mol}$,左侧为

8 mol N_2 ,所含原子的物质的量为 $8 \text{ mol} \times 2 = 16 \text{ mol}$,故两侧原

子个数之比=原子物质的量之比=16:4.5=32:9, A 正确;由

上述分析可知, B 正确;同温同压下, $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$,右侧气体平

均摩尔质量为 $\frac{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.5 \text{ mol} + 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} =$

$32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则相同条件下,右侧气体密度:氢气的密度=32:

2=16:1, C 正确;若改变右边 CO 和 CO_2 的充入量而使隔板

处于距离右端 $\frac{1}{3}$ 处,根据同温同压下, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$,可以得知右

边 CO 和 CO_2 气体总物质的量为 4 mol,其他条件相同时,

$\frac{p_{\text{前}}}{p_{\text{后}}} = \frac{n_{\text{前}}}{n_{\text{后}}}$,则改变前后容器内的压强之比为 $(2+8):(4+8) =$

5:6, D 错误。

14. (1) $36 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ①28 ② $4.2N_A$ ③6.72

(3)50% (4) $252 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (5) $\frac{5}{6}$



【解析】(1) 设 CO 和 CO₂ 的物质的量分别为 x mol、 y mol, 则

$$\text{列方程组} \begin{cases} 28x + 44y = 21.6 \\ x + y = \frac{13.44}{22.4} \end{cases}, \text{解得 } x = 0.3, y = 0.3. \text{标准状况}$$

下, 13.44 L 混合气体的物质的量为 0.6 mol, 平均摩尔质量

$$\text{为 } \frac{21.6 \text{ g}}{0.6 \text{ mol}} = 36 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

(2) 将混合气体依次通过题图所示装置, 二氧化碳与氢氧化钠溶液反应, 再经浓硫酸干燥, 得到的气体为 CO。①气球

中收集到的气体为 CO, 其相对分子质量为 28; ②0.3 mol CO 含有的电子总数为 $0.3 \text{ mol} \times (6+8) \times N_A \text{ mol}^{-1} = 4.2N_A$;

③气球的体积 $V = 0.3 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.72 \text{ L}$ 。

(3) 由于 CO 和 C₂H₄ 的摩尔质量相等, 因此可将混合气体看成只由 CO 和 CO₂ 混合而成, 设 CO 和 CO₂ 的物质的量分

$$\text{别为 } x \text{ mol、} y \text{ mol, 则列方程组} \begin{cases} 28x + 44y = 14.4 \\ x + y = \frac{8.96}{22.4} \end{cases}, \text{解得 } x = y =$$

0.2, 则混合气体中 CO₂ 的体积分数为 $\frac{0.2 \text{ mol}}{(0.2+0.2) \text{ mol}} \times 100\% = 50\%$ 。

(4) 生成的气体在标准状况下的体积为 22.4 L 时, 气体的总物质的量为 1 mol, 根据 $A(s) \longrightarrow B(s) + C(g) + 4D(g)$ 可知, 生成的 C 和 D 气体的物质的量之比为 1:4, 所以生成的

C 的物质的量为 0.2 mol, 则消耗 A 的物质的量为 0.2 mol。生成的气体的质量是同温同压下相同体积的氢气的 10 倍,

为 $1 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10 = 20 \text{ g}$, 根据质量守恒定律, 参加反应的 A 的质量为 $20 \text{ g} + 30.4 \text{ g} = 50.4 \text{ g}$, 故 A 的摩尔质量为

$$\frac{50.4 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 252 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

(5) 由瓶内气体与氢气的相对密度为 9.5 可知, 气体的平均相对分子质量为 $9.5 \times 2 = 19$, 设集气瓶的容积为 V L, 同温同

压下氨气占的体积为 x L, 则 $17 \times \frac{x}{V} + 29 \times \frac{V-x}{V} = 19$, 解得 $x =$

$\frac{5}{6}V$, 将此瓶气体倒置于水槽中, 由于氨气极易溶于水, 所以

$$\text{瓶内液面上升的体积约占集气瓶总体积的 } \frac{\frac{5}{6}V}{V} = \frac{5}{6}.$$

课时 2 物质的量浓度

1. D 【解析】托盘天平的“0”刻度线刻在标尺的左边, A 错误; 量筒没有“0”刻度线, B 错误; 500 mL 烧杯的最大刻度在烧杯上端, 但不是最顶端, C 错误; 容量瓶是一种颈部细长的梨形

瓶,刻度线刻在瓶颈上,D 正确。

2. A 【解析】物质的量浓度与体积无关,10 mL $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuCl_2 溶液中的 Cl^- 物质的量浓度为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;20 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液中的 Cl^- 物质的量浓度为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;20 mL $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KCl 溶液中的 Cl^- 物质的量浓度为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;15 mL $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中不存在氯离子,故选 A。

3. B 【解析】用量筒量取浓硫酸应平视读数,A 错误;稀释浓硫酸时,应沿着烧杯壁向水中慢慢倒入浓硫酸,并不断搅拌,B 正确;向容量瓶中转移溶液时,玻璃棒下端应抵在刻度线下方,C 错误;摇匀时,要一只手托住瓶底,另一只手按紧瓶塞,反复上下颠倒,D 错误。

4. A 【解析】配制 240 mL 题述溶液,需用 250 mL 容量瓶,称取胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)固体质量为 $0.25 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12.5 \text{ g}$,A 正确;从 1 L 该溶液中取出 500 mL 后,由于溶液具有均一性,则剩余溶液的浓度不变,仍然为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,B 错误;1 L 水中溶解 32 g (0.2 mol) CuSO_4 固体,但溶液体积不是 1 L,则溶液浓度不是 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 错误;1 L $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液中溶质的质量为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 32 \text{ g}$,溶液的质量为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 1\,000 \text{ cm}^3 = 1\,000\rho \text{ g}$,故溶质的质量分数为 $\frac{32}{1\,000\rho} \times 100\%$,D 错误。

5. D 【解析】用固体配制一定浓度的溶液时,需要用到带砝码的托盘天平、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、容量瓶等,不需要用到分液漏斗,A 错误;容量瓶在使用前必须检查是否漏液,但不需要保持干燥,不影响所配溶液浓度,B 错误;托盘天平使用时应“左物右码”,图中烧杯和药品的质量与游码所在刻度线代表的质量之和等于砝码质量,则称量的药品质量偏小,所配溶液浓度偏小,C 错误;定容时,如果不慎加多了液体,说明实验失败,只能重新配制,D 正确。

6. C 【解析】 NaHSO_4 在溶液中完全电离生成 Na^+ 、 H^+ 和 SO_4^{2-} ,故溶液中不存在 HSO_4^- ,A 错误;稀释前后溶液中 Na^+ 的物质的量不变,则稀释后 $c(\text{Na}^+) = \frac{n(\text{Na}^+)}{V} = \frac{0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \times 10^{-3} \text{ L}}{100 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,B 错误;稀释前后溶液中硫酸根离子的物质的量不变, $n(\text{S}) = n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$,则 $m(\text{S}) = n(\text{S}) \times M(\text{S}) = 0.01 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.32 \text{ g}$,C 正确;该稀释过程需要用到烧杯、量筒、玻璃棒、100 mL 容量瓶和胶头滴管,D 错误。

7. C 【解析】V mL $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中含 Fe^{3+} m g,则溶液中



$$c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{56} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{m}{56 \times 10^{-3} V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{由 } \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$$

的化学式以及其在水中会发生完全电离可知, SO_4^{2-} 浓度为

$$\text{Fe}^{3+} \text{ 浓度的 } 1.5 \text{ 倍, 则 } c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{m}{56 \times 10^{-3} V} \times \frac{3}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$$

$$\frac{3m}{112 \times 10^{-3} V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{A 错误; 标准状况下, } a \text{ L HCl 的物质的量}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{a}{22.4} \text{ mol, 溶于 } 1\,000 \text{ mL 水中, 所得溶液的体积 } V =$$

$$\frac{\text{溶液的质量}}{\text{溶液的密度}} = \frac{\frac{a}{22.4} \text{ mol} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 1\,000 \text{ mL} \times 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{b \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} =$$

$$\frac{36.5a + 22\,400}{22\,400b} \text{ L, 因此 HCl 的物质的量浓度 } c = \frac{n(\text{HCl})}{V} =$$

$$\frac{\frac{a}{22.4} \text{ mol}}{\frac{36.5a + 22\,400}{22\,400b} \text{ L}} = \frac{1\,000ab}{36.5a + 22\,400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{B 错误; 设 } 98\%$$

的浓硫酸的密度为 $A \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 49% 的硫酸溶液的密度为

$$a \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}, \text{根据 } c = \frac{1\,000\rho\omega}{M}, \text{则 } 18.4 = \frac{1\,000 \times A \times 98\%}{98}, 49\% \text{ 的}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 溶液中 } c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1\,000 \times a \times 49\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{硫酸的浓}$$

度越大, 密度越大, 故 $A > a$, 则 49% 的 H_2SO_4 溶液中 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) <$

$9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 正确; 某溶液密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 溶质摩尔质

量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 若物质的量浓度为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则该溶液的

$$\text{溶质的质量分数为 } \frac{cM}{1\,000\rho} \times 100\% = \frac{cM}{10\rho}\%, \text{D 错误。}$$

8. B 【解析】葡萄糖的摩尔质量为 $180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 单位不可省略, A 错误; 某病人 1 mL 血液中含葡萄糖 0.60 mg, 相当于

$$\frac{0.60 \text{ mg}}{\frac{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.001 \text{ L}}} \approx 3.3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{B 正确; 浓度与所取血液体}$$

积无关, 但人体造血是一直在进行, 而血糖调节需要一定时

间, 所以无偿献血后, 体内血糖浓度短时间变小, C 错误; 若

病人的血糖检测结果为 $54 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$, 即 $0.54 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 血糖值

$$\text{为 } \frac{0.54 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.003 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{不在正常范}$$

围内, D 错误。

9. D 【解析】已知原乙醇溶液溶质的质量分数为 $2w$, 设原溶液质量为 m , 则乙醇的质量为 $m \times 2w = 2mw$, 设原乙醇溶液的密度为 ρ_1 , 因为乙醇密度小于水的密度, 所以 $\rho_1 < 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 根

$$\text{据 } V = \frac{m}{\rho}, \text{原溶液体积 } V_1 = \frac{m}{\rho_1}, \text{加水稀释后溶质的质量分数}$$

变为 w , 设稀释后溶液质量为 M , 根据稀释前后溶质质量不



变,可得 $2mw = Mw$, 解得 $M = 2m$, 设稀释后溶液密度为 ρ_2 , 且 $\rho_2 > \rho_1$ (因为加水后溶液密度更接近水的密度), 则稀释后溶液体积 $V_2 = \frac{2m}{\rho_2}$, 乙醇的摩尔质量为 $46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 原溶液中乙醇物质的量 $n_1 = \frac{2mw}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 则 $c_1 = \frac{n_1}{V_1} = \frac{\frac{2mw}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{m}{\rho_1}} = \frac{2mw}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot \frac{\rho_1}{m} = \frac{2w\rho_1}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 稀释后溶液中乙醇物质的量 $n_2 = \frac{M \times w}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{2mw}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 则 $c_2 = \frac{n_2}{V_2} = \frac{\frac{2mw}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{2m}{\rho_2}} = \frac{w\rho_2}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 因为 $\rho_2 > \rho_1$, 所以 $c_2 < c_1$, 综上可得 $c_2 < c_1 < 2c_2$, D 正确。

10. (1) 3.8

(2) 0.038

(3) ①CDE 玻璃棒、胶头滴管 ②BC

(4) ①141.6 ②C

(5) ①5.0 ② I. 水 II. 浓硫酸 III. 100 2~3

IV. 1~2 cm 处 V. 胶头滴管

【解析】(1) 该“84”消毒液的物质的量浓度 $c = \frac{1\,000 \times \rho \times w}{M} =$

$$\frac{1.18 \times 1\,000 \times 24\%}{74.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 3.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

(2) 该溶液中 $c(\text{Na}^+) = c(\text{NaClO}) \approx 3.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 稀释 100 倍后, 溶液中离子浓度是原来的 $\frac{1}{100}$, 则稀释后溶液中

$$c(\text{Na}^+) \approx \frac{1}{100} \times 3.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.038 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

(3) ①准确配制一定体积一定物质的量浓度的溶液, 需使用一定规格的容量瓶, 但实验室没有规格是 480 mL 的容量瓶, 根据“大而近”的选择原则, 应该选择 500 mL 的容量瓶, 根据配制一定物质的量浓度溶液的步骤: 计算、称量、溶解、冷却、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶贴标签, 可知需要使用的仪器有天平、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、500 mL 的容量瓶, 故需要使用到题图乙所示仪器的序号是 CDE, 还缺少的仪器有玻璃棒、胶头滴管。②容量瓶是准确配制一定体积一定物质的量浓度溶液的仪器, 不能贮存溶液, 不能用来加热溶解固体溶质, 能准确稀释某一浓度的溶液, 故选 BC。

(4) ①在实验室要配制 500 mL 质量分数为 24% 的 NaClO 溶

液,需要称取 $m(\text{NaClO}) = 500 \times 1.18 \times 24\% \text{ g} = 141.6 \text{ g}$ 。

②NaClO 的摩尔质量为 $74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,不会随所取体积的多少而变化,A 错误;溶液具有均一性,溶液的浓度、密度不会随所取体积的多少而变化,B、D 错误; $n=cV$,所取溶液中 NaClO 的物质的量会随所取体积的多少而变化,C 正确。

(5)①假设需要浓硫酸的体积为 V ,则 $V \times 18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ L} \times 0.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,求得 $V = 0.005 \text{ L} = 5.0 \text{ mL}$ 。②浓硫酸稀释时,应将浓硫酸注入水中,故五个操作步骤依次为 I. 向烧杯中加入少量水;II. 将量好的浓硫酸沿烧杯内壁,小心注入烧杯并用玻璃棒不断搅拌;III. 冷却后,移入 100 mL 容量瓶中,洗涤烧杯内壁和玻璃棒 $2 \sim 3$ 次,并将洗涤液移入容量瓶;IV. 继续往容量瓶中加蒸馏水至液面接近刻度线 $1 \sim 2 \text{ cm}$ 处;V. 改用胶头滴管加蒸馏水至刻度线,盖好瓶塞,摇匀。

专题 3 阿伏加德罗常数(N_A)的应用

1. D 【解析】未注明是在标准状况下,不能用 $V_m = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算 1 mol CO_2 的体积,故无法确定体积,A 错误;缺少溶液的体积,无法计算 K^+ 的数目,B 错误;等物质的量不一定是 1 mol ,C 错误; $9.0 \text{ g H}_2\text{O}$ 的物质的量为 0.5 mol ,其中原子的物质的量为 1.5 mol ,故所含原子数为 $1.5N_A$,D 正确。
2. B 【解析】标准状况下乙醇为液体,故无法利用气体摩尔体积计算 22.4 L 乙醇含有的分子数,A 错误; O_2 和 O_3 均只由 O 原子构成,故 16 g O_2 和 O_3 的混合气体中含有的氧原子数为 $\frac{16 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$,B 正确; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子为很多 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的集合体,故含 0.01 mol FeCl_3 的溶液形成的胶体中 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子数小于 $0.01N_A$,C 错误;溶液的体积未知,故无法计算 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ AlCl}_3$ 溶液中含有 Cl^- 的数目,D 错误。
3. B 【解析】由于 H_3PO_4 和 H_2SO_4 的摩尔质量都为 $98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,且分子中所含 O 原子数相同,则 $98 \text{ g H}_3\text{PO}_4$ 和 H_2SO_4 的混合物中氧原子总数为 $4N_A$,A 正确;氦气为单原子分子,含有 N_A 个氦原子的氦气的物质的量为 1 mol ,在标准状况下的体积约为 22.4 L ,B 错误;溶于水的 Cl_2 不能完全与水反应,且 1 个 Cl_2 分子与 H_2O 反应转移 1 个 e^- ,故标准状况下, 22.4 L (即 1 mol) Cl_2 完全溶于水时,转移电子数小于 N_A ,C 正确; 2.3 g Na 的物质的量为 0.1 mol ,无论是转化为 Na_2O 还是 Na_2O_2 ,Na 的化合价都升高 1 价,故 0.1 mol Na 参与反应转移 0.1 mol 电子,转移电子数目为 $0.1N_A$,D 正确。



4. D 【解析】 44 g CO_2 的物质的量 $= \frac{m}{M} = \frac{44 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$,

1 个 CO_2 分子含有 22 个电子, 1 mol CO_2 含有 $22N_A$ 个电子,

A 正确; 100 g 质量分数为 64% 的 CH_3OH 水溶液中, CH_3OH

含有的氧原子数目为 $\frac{100 \text{ g} \times 64\%}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$, 溶剂水含

有的氧原子数目为 $\frac{100 \text{ g} \times 36\%}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$, 共含有的氧

原子数目为 $4N_A$, B 正确; CO_2 转变为 CH_4 时, C 的化合价由

+4 价降低到 -4 价, 1 个 CO_2 分子得到 8 个电子, 则 4.4 g (即

0.1 mol) CO_2 转化为 CH_4 时转移的电子数为 $0.8N_A$, C 正确;

标准状况下 SO_3 是固态, 22.4 L SO_3 的物质的量不是 1 mol,

含有的分子数目不是 N_A , D 错误。

5. (1) 1 g (2) $\frac{b}{22} \text{ mol}$ (3) 5:6 (4) 8:5

(5) $\frac{8b}{23} \text{ g}$ (6) 9.5 g (7) 360 (8) XY_3

(9) $\frac{125a}{18V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (10) $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【解析】(1) 9 g 水的物质的量为 $\frac{9 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 1 个

H_2O 分子中含有 2 个 H 原子, 则 0.5 mol 水中有 1 mol H 原

子, 氢元素的质量为 $1 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1 \text{ g}$ 。

(2) $b \text{ g CO}_2$ 的物质的量为 $\frac{b \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{b}{44} \text{ mol}$, 1 个 CO_2 分

子中有 2 个 O 原子, 则 $\frac{b}{44} \text{ mol CO}_2$ 中有 $\frac{b}{44} \text{ mol} \times 2 = \frac{b}{22} \text{ mol O}$

原子。

(3) 相同质量的 SO_2 和 SO_3 , 所含氧原子个数之比为 $\frac{m}{64} \times 2 :$

$\frac{m}{80} \times 3 = 5:6$ 。

(4) 同温同压下, 气体体积之比等于物质的量之比, 则 SO_2 和

SO_3 的物质的量之比为 2:1, 质量之比为 $2 \times 64:1 \times 80 = 8:5$ 。

(5) Na_2O 中 Na 和 O 的质量比为 $2 \times 23:16 = 23:8$, 则含 $b \text{ g Na}$

的 Na_2O 中 O 的质量为 $\frac{8b}{23} \text{ g}$ 。

(6) 混合物中 Na、Mg、Al 三种元素的质量之比为 46:12:27, 则

三种元素的物质的量之比为 $\frac{46}{23} : \frac{12}{24} : \frac{27}{27} = 4:1:2$, 设混合物中

Na 元素的物质的量为 $4x \text{ mol}$, 则 Mg 元素为 $x \text{ mol}$ 、Al 元素为

$2x \text{ mol}$, 根据电荷守恒, 有 $4x + x \times 2 + 2x \times 3 = 1.2$, $x = 0.1$, 则

MgCl_2 的物质的量为 0.1 mol, 质量为 $0.1 \text{ mol} \times 95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$

9.5 g。

(7) 4 g NaOH 的物质的量为 0.1 mol, 含 0.1 mol Na^+ 的 NaOH



溶液中 H_2O 与 Na^+ 的物质的量之比为 $200:1$, 则水的物质的量为 20 mol , 质量为 $20 \text{ mol} \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 360 \text{ g}$ 。

(8) 在一定的温度和压强下, 气体体积之比等于物质的量之比, 1 体积 X_2 (气体) 和 3 体积 Y_2 (气体) 恰好化合生成 2 体积气态化合物, 即 1 mol X_2 和 3 mol Y_2 反应生成 2 mol 气态化合物, 则 1 mol 该化合物中含 1 mol X 和 3 mol Y , 所以其化学式为 XY_3 。

(9) $a \text{ g Al}^{3+}$ 的物质的量为 $\frac{a}{27} \text{ mol}$, 根据硫酸铝的化学式可知,

硫酸根离子的物质的量为 $\frac{a}{27} \times \frac{3}{2} \text{ mol} = \frac{a}{18} \text{ mol}$, 从 $V \text{ mL}$ 含 $a \text{ g}$

Al^{3+} 的硫酸铝溶液中取出 $\frac{V}{4} \text{ mL}$, 则取出的溶液中硫酸根离

子的物质的量为 $\frac{a}{18} \times \frac{1}{4} \text{ mol}$, 稀释后的体积为 $2V \text{ mL}$, 则稀

释后溶液中硫酸根离子的物质的量浓度为 $\frac{\frac{a}{18} \times \frac{1}{4} \text{ mol}}{\frac{2V}{1000} \text{ L}} =$

$\frac{125a}{18V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(10) $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 溶液和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 均为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 等体积混合 (忽略溶液体积变化) 后溶液中 Cl^- 浓度不变, 仍为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。