


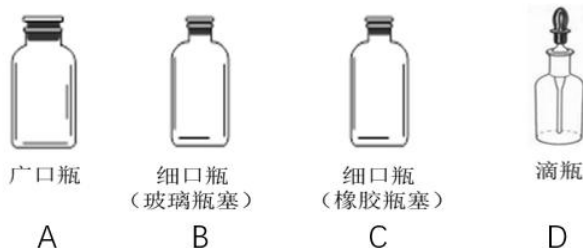
1. “84 消毒液”用 Cl_2 与 NaOH 溶液制备，可作新冠病毒消杀剂。关于其说法错误的是
A. 可直接口服或肌肉注射 B. 属于混合物
C. 有强氧化性，用于环境消毒 D. 有效成分为次氯酸钠
2. 飞秒（千万亿分之一秒，即 10^{-15}s ）化学实验技术可以让科学家通过“慢动作”观察到处于化学反应过程中的原子与分子的转变瞬间。你认为该技术不可能观察到的是
A. 化学反应中原子的运动 B. 化学键的断裂
C. 原子中质子核内部结构 D. 新分子的形成
3. CO_2 是自然界碳循环中的重要物质。下列过程会引起大气中 CO_2 含量上升的是
A. 光合作用 B. 化石燃料的燃烧 C. 碳酸盐的沉积 D. 自然降雨
4. 海水提溴常用 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ 达到富集目的，此反应相关物质的叙述正确的是
A. Br_2 是极性分子 B. H_2SO_4 属于离子化合物
C. 属于非电解质的只有 SO_2 D. H_2O 分子的空间构型是直线型
5. 微粒间的相互作用有共价键、离子键、金属键和分子间作用力，下列晶体含有两种相互作用的是
A. 碳化硅 B. 氦 C. 铜 D. 白磷
6. 2019 年 8 月《Green Chemistry》报道了我国学者发明的低压高效电催化还原 CO_2 的新方法，其总反应为 $\text{NaCl} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{通直流电}} \text{CO} + \text{NaClO}$ 。有关化学用语错误的是
A. 中子数为 12 的钠原子： ${}^{23}_{11}\text{Na}$ B. Cl^- 的结构示意图：
C. CO_2 的结构式： $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ D. NaClO 的电子式： $\text{Na} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{Cl}} :$
7. 下列变化过程中，气体被还原的是

- A. 硫化氢使亚硫酸溶液产生淡黄色浑浊 B. 一氧化碳高温下使氧化铜变红色
C. 氯气使溴化钾溶液变黄 D. 氨气使氯化铝溶液出现白色沉淀

8. 有关水处理的方法错误的是

- A. 用可溶性的铝盐、铁盐处理水中悬浮物
B. 用氯气处理水中的 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等重金属离子
C. 用石灰、纯碱等碱性物质处理废水中的酸
D. 用烧碱处理含高浓度 NH_4^+ 的废水并回收利用氨

9. 可用于实验室贮存氢氧化钠溶液的是

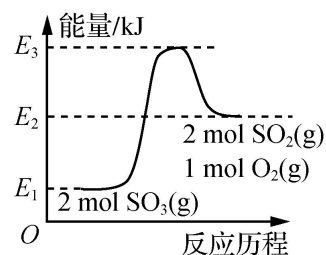


10. 有关化学反应的叙述正确的是

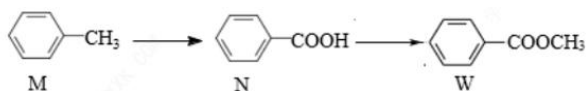
- A. 硫铁矿粉末在沸腾炉中与空气反应可得 SO_2
B. 少量 SO_2 通入 BaCl_2 溶液，可生成 BaSO_3 白色沉淀
C. 铁与少量氯气反应生成氯化亚铁
D. 工业上利用氯气和澄清石灰水反应来制取漂粉精

11. 符合右图能量变化关系的热化学方程式是

- A. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g}) + (E_3 - E_1) \text{ kJ}$
B. $2\text{SO}_3(\text{S}) \rightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) - Q \text{ kJ} \quad (Q < E_2 - E_1)$
C. $\text{SO}_3(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + \frac{E_1 - E_2}{2} \text{ kJ}$
D. $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g}) + \frac{E_1 - E_2}{2} \text{ kJ}$



12. 有机物 W 在工业上常用作溶剂和香料，其合成过程如下：



下列说法正确的是

- A. M 的一氯代物有 3 种 B. N、W 组成上相差一个 CH_2 原子团，互为同系物
C. 只有 N 能与氢氧化钠溶液反应 D. M、N、W 均能发生加成反应和取代反应
13. 欲证明某稀溶液中含有 Fe^{2+} 而无 Fe^{3+} ，必要的实验操作及最佳顺序为
①滴加少量氯水 ②滴加足量碘水 ③滴加少量硫氰化钾溶液

- A. ① → ③ B. ③ → ② C. ③ → ① D. ① → ② → ③

14. BrCl 是一种卤素互化物，与 Cl₂ 性质相似，也能与水或碱溶液反应。下列说法正确的是

- A. BrCl 与水反应生成 HBrO 和 HCl，该反应属于氧化还原反应
B. 1mol BrCl 与 KBr 溶液完全反应时转移的电子为 1mol
C. BrCl 可与 Cl₂ 反应得到 Br₂
D. BrCl 与稀氢氧化钠溶液反应可生成 NaBr 和 NaClO

15. 有关物质性质与用途具有对应关系的是

- A. 氯化铵溶液呈酸性，可用于去除铁锈 B. 乙烯具有可燃性，可用作果实的催熟剂
C. 浓硫酸具有脱水性，可用来干燥 CO₂ D. 氧化铝是两性氧化物，可作耐高温材料

16. 与氢氧化钠溶液反应的离子方程式正确的是

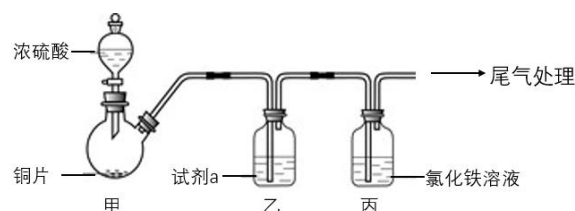
- A. SO₂ 与过量 NaOH 溶液反应：SO₂ + OH⁻ → HSO₃⁻
B. Al 与 NaOH 溶液反应：2Al + 2OH⁻ + 2H₂O → 2AlO₂⁻ + 3H₂ ↑
C. Ca(HCO₃)₂ 溶液中加入过量 NaOH 溶液：Ca²⁺ + HCO₃⁻ + OH⁻ → CaCO₃ ↓ + H₂O
D. NaHSO₄ 溶液与 NaOH 溶液反应至中性：HSO₄⁻ + OH⁻ → SO₄²⁻ + H₂O

17. 氮族元素与同周期的碳族、卤族元素相比较，下列变化规律正确的是

- A. 非金属性 Si < P < Cl B. 还原性 SiH₄ < PH₃ < HCl
C. 原子半径 C < N < F D. 酸性 HClO₄ < H₂SiO₃ < H₃PO₄

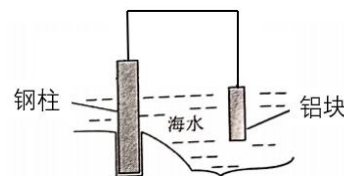
18. 为探究 SO₂ 与 Fe³⁺ 间是否能发生氧化还原反应，按下图装置进行实验（夹持、加热仪器略），下列说法正确的是

- A. 装置甲中的反应仅体现了浓硫酸的氧化性
B. 试剂 a 为饱和 NaHCO₃ 溶液
C. 若丙中溶液 pH 降低，可证明 Fe³⁺ 氧化了 SO₂
D. 检验丙中溶液，若含有 Fe²⁺，可证明 Fe³⁺ 能氧化 SO₂



19. 港珠澳大桥水下钢柱的防护采用了镶铝块的方法（如图），关于该方法的分析错误的是

- A. 钢柱做正极 B. 铝块发生的电极反应：Al - 3e⁻ → Al³⁺
C. 可使化学能转变为电能 D. 电子由钢柱经导线流向铝块



20. 常温下，将等体积、等物质的量浓度的 NH₄HCO₃ 溶液与 NaCl 溶液混合，析出部分 NaHCO₃ 晶体，过滤，所得滤液 pH < 7。关于滤液中的粒子浓度关系错误的是

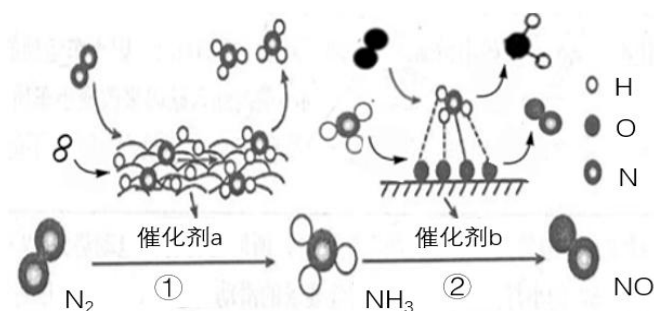
- A. c(Na⁺) = c(HCO₃⁻) + c(CO₃²⁻) + c(H₂CO₃)

- B. $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$
- C. $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$
- D. $\frac{K_w}{c(\text{H}^+)} < 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

二、综合题 (共 60 分)

(一) (本题 15 分)

氮气分子在催化剂作用下发生的一系列转化如下：

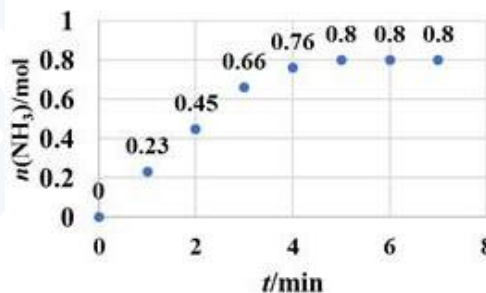


反应①属于工业固氮，为可逆反应。反应②可用于工业制硝酸。

完成下列填空：

21. 氮原子的核外电子排布式是_____，氧原子最外层有_____种运动状态不同的电子。
- 反应②的化学反应方程式是_____。

22. 为模拟反应①， $T^\circ\text{C}$ 时，在 2L 恒容密闭容器中加入 2 mol N_2 和 2 mol H_2 ，其中 $n(\text{NH}_3)$ 随时间的变化见右图。



氮气在前 2 分钟内的平均反应速率 $v(\text{N}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$ ，达平衡时 N_2 和 H_2 的浓度之比为_____。

23. 能说明上题所述反应在 $T^\circ\text{C}$ 下已达平衡状态的是_____ (选填序号)。

- A. 混合气体的密度不再变化 B. $3v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$ C. 容器内的总压强不再变化
- D. 各物质的浓度相等 E. 氮气物质的量不再变化

请提出一条既能提高氢气的转化率，又能加快反应速率的措施_____。

24. 一氧化二氮俗名笑气， 250°C 时硝酸铵固体在密闭容器中加热分解可得 N_2O 和 H_2O ，该可逆反应的平衡常数表达式为_____。

(二) (本题 15 分)

2019年1月3日一吨多重的嫦娥四号探测器首次实现人类飞行器在月球背面的软着陆，它所搭载的“玉兔二号”月球车通过砷化镓(GaAs)太阳能电池提供能量开展工作。右图是As、Ga等元素所在元素周期表的一部分。

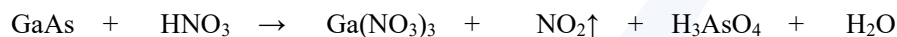
Al	Si	P
Ga	Ge	As

回答下列问题：

25.上表中，原子半径最小的是_____元素（填元素名称），元素周期表中镓的位置是_____。

从原子结构角度解释磷与砷的非金属性强弱：_____。

26. GaAs 可以用浓硝酸溶解，生成 H_3AsO_4 和 $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ 。配平反应的化学方程式，并标出电子转移方向和数目：



27. GaN、GaAs、GaP 都是良好的半导体材料，晶体类型与晶体硅相同，它们的熔点如下表。

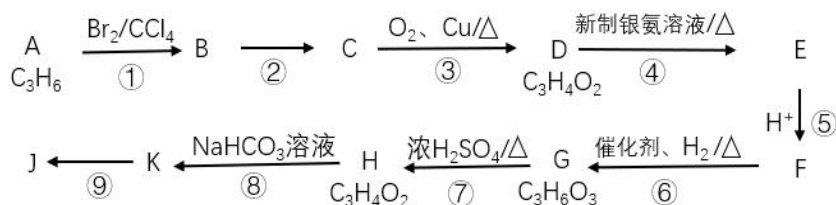
晶体	GaN	GaAs	GaP
熔点 / $^{\circ}\text{C}$	1700	1238	1480

解释它们熔点变化的原因_____。

28. 亚磷酸 (H_3PO_3) 与 NaOH 反应只能生成 Na_2HPO_3 和 NaH_2PO_3 两种盐，这两种盐溶液均呈碱性。根据以上信息判断，亚磷酸应属于_____酸， Na_2HPO_3 溶液中阴离子浓度由大到小的次序为_____。

(三) (本题共 15 分)

食品级聚丙烯酸钠 (J) 是中美日等国允许使用的食品添加剂，常用于食品的增稠、增筋和保鲜。J 可通过烃 A 经以下路线合成：



请回答下列问题：

29. J 的结构简式：_____，③的反应类型：_____，G 中官能团名称：_____。

30. A~J 分子中含有碳碳双键的有_____（填字母代号）。

写出反应②的化学方程式_____。

31. 写出符合下列要求的 D 的同分异构体结构简式

i 链状化合物 ii 能发生银镜反应 iii 分子中不含 $\begin{array}{c} | & | \\ -C & =C- \\ | & | \end{array} OH$

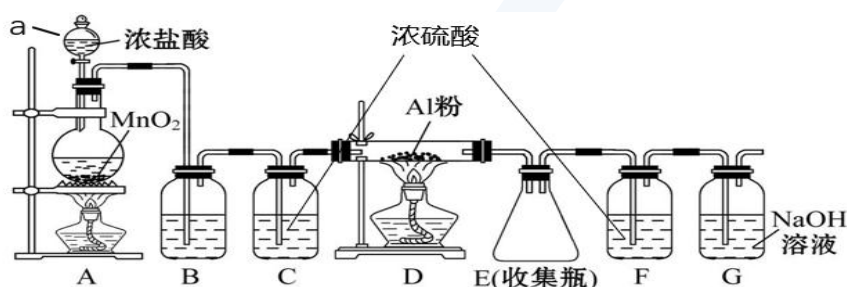
32. 写出由 2-苯乙醇 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 为原料制取 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}\equiv\text{CH}$ 的合成路线(无机试剂任选)。

合成路线常用的表示方式为：
$$A \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} B \cdots \cdots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{目标产物}$$

(四)(本题 15 分)

氯化铝为共价化合物，易水解， 178°C 升华， 190°C (2.5 个标准大气压下测得) 融化。

实验室现用下图装置制备少量无水氯化铝。



请回答下列问题：

33. 装置 A 为氯气发生装置，化学反应方程式为_____。

若用足量 MnO_2 与 50 mL 12 mol/L 的盐酸充分反应，则所得氯气可制取无水 AlCl_3 的质量应_____ 13.35 g (填“大于”、“等于”或“小于”)。

34. 装置 B 中所盛试剂为_____，其作用是_____。

35. 有人认为若无装置 B，其余装置、试剂保持不变，也能制备无水 AlCl_3 。事实证明这样做非常危险，请简述理由_____。

36. 仪器 a 的名称是_____，装置 C 和 F 的作用是_____。

37. 实验开始时应先点燃 A 处的酒精灯，待装置内充满黄绿色气体后，再点燃 D 处的酒精灯，理由是_____。

38. 氯化铝是共价化合物，请设计实验证明。

_____。

静安区 2020~2021 学年度第一学期高中等级考模拟质量调研

高三年级化学学科试卷答案解析版

相对原子质量：Al-27 Cl-35.5

一、选择题(每小题 2 分，共 40 分，每小题只有一个正确选项)

1. “84 消毒液”用 Cl_2 与 NaOH 溶液制备，可作新冠病毒消杀剂。关于其说法错误的是

- A. 可直接口服或肌肉注射
- B. 属于混合物
- C. 有强氧化性，用于环境消毒
- D. 有效成分为次氯酸钠

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. “84 消毒液”有效成分为次氯酸钠，具有一定的腐蚀性，可以灼伤人体，不可直接口服或肌肉注射，故 A 错误；

B. “84 消毒液”为溶液，属于混合物，故 B 正确；

C. “84 消毒液”含有 NaClO ，具有强氧化性，可以消毒杀菌用于环境消毒，故 C 正确；

D. “84 消毒液”可以消毒杀菌是因为含有具有强氧化性的次氯酸钠，所以有效成分为次氯酸钠，故 D 正确；

综上所述答案为 A。

2. 飞秒(千万亿分之一秒，即 10^{-15}s)化学实验技术可以让科学家通过“慢动作”观察到处于化学反应过程中的原子与分子的转变瞬间。你认为该技术不可能观察到的是

- A. 化学反应中原子的运动
- B. 化学键的断裂
- C. 原子中原子核内部结构
- D. 新分子的形成

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 化学反应中原子的运动是反应过程中原子的转变瞬间，能观察，故 A 不符合题意；

B. 化学键的断裂，说明在反应过程中分子变为原子，能观察，故 B 不符合题意；

C. 原子中原子核内部结构是通过显微镜放大才能观察，而不是通过“慢动作”观察，故 C 符

合题意；

D. 新分子的形成，说明在反应过程中原子之间形成化学键，能观察，故 D 不符合题意。

综上所述，答案为 C。

3. CO₂ 是自然界碳循环中的重要物质。下列过程会引起大气中 CO₂ 含量上升的是

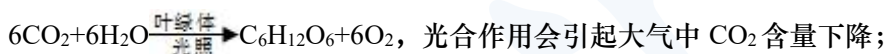
- A. 光合作用 B. 自然降雨 C. 化石燃料的燃烧 D. 碳酸盐的沉积

【答案】 C

【解析】

【分析】

【详解】 A 项，光合作用消耗 CO₂，光合作用的总方程式可表示为



B 项，自然降雨时 H₂O 会与少量 CO₂ 反应生成 H₂CO₃，不会引起 CO₂ 含量的上升；

C 项，化石燃料指煤、石油、天然气，煤、石油、天然气中都含 C 元素，C 元素燃烧后生成 CO₂，化石燃料的燃烧会引起大气中 CO₂ 含量上升；

D 项，碳酸盐沉积指由形成于海洋或湖泊底部的粒装泥状碳酸盐矿物及其集合体，通过生物作用或从过饱和碳酸盐的水体中直接沉淀，水体中生物活动消耗 CO₂，有利于碳酸盐沉积，碳酸盐沉积不会引起大气中 CO₂ 含量上升；化石燃料的燃烧会引起大气中 CO₂ 含量上升；答案选 C。

4. 海水提溴常用 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ 达到富集目的，此反应相关物质的叙述正确的是

- A. Br₂ 是极性分子 B. H₂SO₄ 属于离子化合物
C. 属于非电解质的只有 SO₂ D. H₂O 分子的空间构型是直线型

【答案】 C

【解析】

【分析】

【详解】 A. Br₂ 分子正负电荷中心重合，为非极性分子，故 A 错误；

B. H₂SO₄ 只含共价键属于共价化合物，故 B 错误；

C. 反应中的化合物有 SO₂、H₂O、H₂SO₄、HBr，其中只有 SO₂ 不能电离，为非电解质，故 C 正确；

D. H_2O 中心原子价层电子数为 4，含有 2 对孤电子对，所以空间构型为 V 形，故 D 错误；
综上所述答案为 C。

5. 微粒间的相互作用有共价键、离子键、金属键和分子间作用力，下列晶体含有两种相互作用的是

- A. 碳化硅 B. 氮 C. 铜 D. 白磷

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 碳化硅为原子晶体，C 原子与 Si 原子间存在共价键，故 A 不符合；

B. 氮为单原子分子，只存在分子间作用力，故 B 不符合；

C. 铜为金属晶体，只存在金属键，故 C 不符合；

D. 白磷分子中 P 原子间形成共价键，白磷分子间存在分子间作用力，故 D 符合；

故选 D。

6. 2019 年 8 月《Green Chemistry》报道了我国学者发明的低压高效电催化还原 CO_2 的新方法，其总反应为 $\text{NaCl} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{CO} + \text{NaClO}$ 。下列有关化学用语表示错误的是()

A. 中子数为 12 的钠原子： ${}^{23}_{11}\text{Na}$

B. Cl^- 的结构示意图：

C. CO_2 的结构式： $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

D. NaClO 的电子式： $\text{Na}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:$

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 钠是 11 号元素，中子数为 12 的钠原子，质量数为 23： ${}^{23}_{11}\text{Na}$ ，故 A 正确；

B. 氯的核电荷为 17，最外层得到 1 个电子形成稳定结构， Cl^- 的结构示意图：

故 B 正确；

C. 二氧化碳的碳与氧形成四个共用电子对， CO_2 的结构式： $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ，故 C 正确；

D. NaClO 是离子化合物， NaClO 的电子式： $\text{Na}^+[\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:]^-$ ，故 D 错误；

故选 D。

7. 下列变化过程中，气体被还原的是

- A. 硫化氢使亚硫酸溶液产生淡黄色浑浊
- B. 一氧化碳高温下使氧化铜变红色
- C. 氯气使溴化钾溶液变黄
- D. 氨气使氯化铝溶液出现白色沉淀

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 硫化氢被亚硫酸氧化生成 S 单质，所以产生淡黄色浑浊，故 A 不符合题意；
B. 一氧化碳在高温下使氧化铜变红色时，一氧化碳被氧化生成 CO_2 ，故 B 不符合题意；
C. 氯气使溴化钾溶液变黄时，氯气将溴离子氧化，氯气本身被还原，故 C 符合题意；
D. 氨气使氯化铝溶液出现白色沉淀发生的是复分解反应，氨气既不被还原也不被氧化，故 D 不符合题意；

综上所述答案为 C。

8. 有关水处理的方法错误的是

- A. 用可溶性的铝盐、铁盐处理水中悬浮物
- B. 用氯气处理水中的 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等重金属离子
- C. 用石灰、纯碱等碱性物质处理废水中的酸
- D. 用烧碱处理含高浓度 NH_4^+ 的废水并回收利用氨

【答案】B





【解析】

【分析】

【详解】A. 铝盐、铁盐能够水解生成氢氧化铝、氢氧化铁胶体，能吸附水中悬浮的杂质，沉降净水，故可用可溶性的铝盐、铁盐处理水中悬浮物，故 A 正确；
B. 氯气不能与 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等重金属离子反应，可用 Na_2S 等处理水中的 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等重金属离子，生成难溶的 CuS 、 HgS ，故 B 错误；
C. 石灰、纯碱与酸发生反应生成氯化钙、氯化钠，故可用石灰、纯碱等碱性物质处理废水中的酸，故 C 正确；
D. 烧碱与高浓度 NH_4^+ 反应生成氨气，故可用烧碱处理含高浓度 NH_4^+ 的废水并回收利用氨，故 D 正确；

故选 B。

9. 可用于实验室贮存氢氧化钠溶液的是

- A. 广口瓶 
- B. 细口瓶(玻璃瓶塞) 
- C. 细口瓶(橡胶瓶塞) 
- D. 滴瓶 

【答案】C

【解析】

【详解】A. 氢氧化钠溶液属于液态混合物，不能用广口瓶贮存，A 不选；

B. 玻璃的主要成分 SiO_2 能与 NaOH 溶液反应生成具有黏性的硅酸钠将瓶塞与瓶身黏在一起，从而使瓶塞难以打开，不能用带有玻璃瓶塞的细口瓶贮存 NaOH 溶液，B 不选；

C. 氢氧化钠溶液属于液态混合物，用细口瓶贮存， NaOH 溶液不会腐蚀橡胶，可用橡胶瓶塞，C 选；

D. 滴瓶的滴管中玻璃的主要成分 SiO_2 能与 NaOH 溶液反应生成具有黏性的硅酸钠将滴管与瓶身黏在一起，从而使滴管难以打开，不能用滴瓶贮存 NaOH 溶液，D 不选；

答案选 C。

10. 有关化学反应的叙述正确的是

- A. 硫铁矿粉末在沸腾炉中与空气反应可得 SO_2
- B. 少量 SO_2 通入 BaCl_2 溶液，可生成 BaSO_3 白色沉淀
- C. 铁与少量氯气反应生成氯化亚铁
- D. 工业上利用氯气和澄清石灰水反应来制取漂粉精

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 硫铁矿粉末的主要成分为 FeS_2 ， FeS_2 在沸腾炉中与空气反应可得 SO_2 ，A 项正

确；

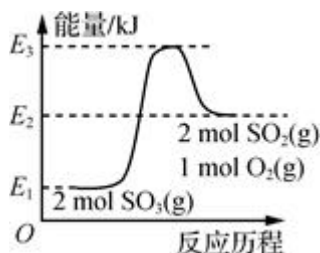
B. SO_2 通入 BaCl_2 溶液不会发生反应，B 项错误；

C. 铁与少量氯气反应生成氯化铁，C 项错误；

D. 工业上用氯气与浓石灰水反应可制得漂粉精，D 项错误；

答案选 A。

11. 符合如图能量变化关系的热化学方程式是



A. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + (E_3 - E_1)\text{kJ}$

B. $2\text{SO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) - Q\text{kJ} (Q < E_2 - E_1)$

C. $\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \frac{E_1 - E_2}{2}\text{kJ}$

D. $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \frac{E_1 - E_2}{2}\text{kJ}$

【答案】C

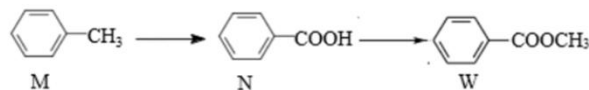
【解析】

【分析】

【详解】由图可知，该热化学方程式的反应物为： $\text{SO}_3(\text{g})$ ，生成物为： $\text{SO}_2(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ ，该反应为吸热反应， $2\text{mol SO}_3(\text{g})$ 完全反应，吸收热量为 $(E_1 - E_2)\text{kJ}$ ，则热化学方程式是

$\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \frac{E_1 - E_2}{2}\text{kJ}$ ，答案选 C。

12. 有机物 W 在工业上常用作溶剂和香料，其合成过程如图所示，下列说法正确的是



A. M 的一氯代物有 3 种

B. N、W 组成上相差一个 CH_2 原子团，

互为同系物

C. 只有 N 能与氢氧化钠溶液反应

D. M、N、W 均能发生加成反应和取代反应

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. M 中甲基上有一种氢原子，苯环上有 3 种氢原子，所以 M 的一氯代物有 4 种，故 A 错误；

B. N 的官能团为羧基，W 是官能团为酯基，二者结构不相似，不是同系物，故 B 错误；

C. W 中含有酯基，也可以和 NaOH 溶液反应，故 C 错误；

D. M、N、W 均含有苯环，可以发生加成反应，M 中甲基可以在光照条件下与氯气等发生取代反应，N 中含有羧基，可以发生酯化反应，酯化反应也属于取代反应，W 中含有酯基，可以发生水解反应，水解反应也为取代反应，故 D 正确；

综上所述答案为 D。

13. 欲证明某稀溶液中含有 Fe^{2+} 而无 Fe^{3+} ，必要的实验操作及最佳顺序为

①滴加少量氯水 ②滴加足量碘水 ③滴加少量硫氰化钾溶液

A. ①→③

B. ③→②

C. ③→①

D.

①→②→③

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】 Fe^{3+} 遇硫氰化钾溶液会变红色，欲证明某稀溶液中含有 Fe^{2+} 而无 Fe^{3+} ，可先滴加少量硫氰化钾溶液，同时， Fe^{2+} 易被氧化为 Fe^{3+} ，氧化剂可以为：氯水，而碘水不能氧化 Fe^{2+} ，故最佳顺序为 ③→①，答案选 C。

14. BrCl 是一种卤素互化物，与 Cl_2 性质相似，也能与水或碱溶液反应。下列说法正确的是

A. BrCl 与水反应生成 HBrO 和 HCl ，该反应属于氧化还原反应

B. 1mol BrCl 与 KBr 溶液完全反应时转移的电子为 1mol

C. BrCl 可与 Cl_2 反应得到 Br_2

D. BrCl 与稀氢氧化钠溶液反应可生成 NaBr 和 NaClO

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. $\text{BrCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{HBrO} + \text{HCl}$ ，反应中化合价无变化，因此该反应属于非氧化还原

反应，故 A 错误；

B. $\text{BrCl} + \text{KBr} = \text{KCl} + \text{Br}_2$ ，BrCl 中 Br 化合价降低 1 个价态变为 Br_2 ，因此 1mol BrCl 与 KBr 溶液完全反应时转移的电子为 1mol，故 B 正确；

C. Cl_2 氧化性比 BrCl 氧化性强，因此 BrCl 不与 Cl_2 反应，故 C 错误；

D. BrCl 中 Br 为 +1 价，因此 BrCl 与稀氢氧化钠溶液反应可生成 NaCl 和 NaBrO，故 D 错误。

综上所述，答案为 B。

15. 有关物质性质与用途具有对应关系的是

A. 氯化铵溶液呈酸性，可用于去除铁锈熟剂

B. 乙烯具有可燃性，可用作果实的催熟剂

C. 浓硫酸具有脱水性，可用来干燥 CO_2 材料

D. 氧化铝是两性氧化物，可作耐高温材料

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 氯化铵为强酸弱碱盐，水解呈酸性，可用于除锈，A 项正确；

B. 乙烯促进果实中的有机物分解为可溶性糖，因此作果实的催熟剂，与可燃性无关，B 项错误；

C. 浓硫酸干燥 CO_2 利用了浓硫酸的吸水性，硫酸脱水性是破坏物质的分子结构，C 项错误；

D. 氧化铝熔点很高，可用作耐高温材料，与两性的性质无关，D 项错误；

综上所述，答案选 A。

16. 与氢氧化钠溶液反应的离子方程式正确的是

A. SO_2 与过量 NaOH 溶液反应： $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$

B. Al 与 NaOH 溶液反应： $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2\uparrow$

C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入过量 NaOH 溶液： $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

D. NaHSO_4 溶液与 NaOH 溶液反应至中性： $\text{HSO}_4^- + \text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

【答案】B

【解析】

【详解】A. SO_2 与过量 NaOH 溶液反应生成 Na_2SO_3 和水，反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，A 错误；

B. Al 与 NaOH 溶液反应生成 NaAlO_2 和 H_2 ，反应的离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2\uparrow$ ，B 正确；

C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入过量 NaOH 溶液反应生成 CaCO_3 、水和 Na_2CO_3 ，反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，C 错误；

D. NaHSO_4 属于强酸的酸式盐，在水溶液中电离成 Na^+ 、 H^+ 和 SO_4^{2-} ， NaHSO_4 溶液与 NaOH 溶液反应至中性的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，D 错误；

答案选 B。

17. 氮族元素与同周期的碳族、卤族元素相比较，下列变化规律正确的是

A. 非金属性 $\text{Si} < \text{P} < \text{Cl}$

B. 还原性 $\text{SiH}_4 < \text{PH}_3 < \text{HCl}$

C. 原子半径 $\text{C} < \text{N} < \text{F}$

D. 酸性 $\text{HClO}_4 < \text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4$

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 同周期主族元素自左至右非金属性减弱，所以非金属性 $\text{Si} < \text{P} < \text{Cl}$ ，故 A 正确；

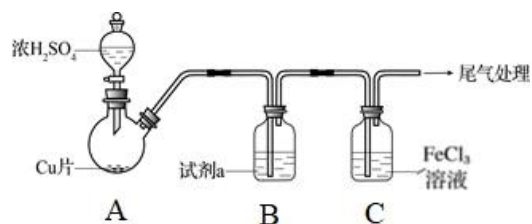
B. 非金属性越强单质的氧化性越强，其对应的阴离子的还原性越弱，非金属性 $\text{Si} < \text{P} < \text{Cl}$ ，则还原性 $\text{HCl} < \text{PH}_3 < \text{SiH}_4$ ，故 B 错误；

C. 同周期主族元素自左至右原子半径逐渐减小，所以原子半径 $\text{F} < \text{N} < \text{C}$ ，故 C 错误；

D. 非金属性越强最高价氧化物对应的水化物的酸性越强，非金属性 $\text{Si} < \text{P} < \text{Cl}$ ，所以酸性 $\text{HClO}_4 < \text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4$ ，故 D 错误；

综上所述答案为 A。

18. 为探究 SO_2 与 Fe^{3+} 间是否发生氧化还原反应，按如图装置进行实验（夹持、加热仪器略），下列说法正确的是（ ）



- A. A 中的反应仅体现了浓硫酸的氧化性
- B. 试剂 a 为饱和 NaHCO_3 溶液
- C. C 中溶液 pH 降低，证明 Fe^{3+} 氧化了 SO_2
- D. 检验 C 中的溶液含有 Fe^{2+} ，证明 Fe^{3+} 氧化了 SO_2

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 铜和浓硫酸反应生成硫酸铜和二氧化硫，该反应体现了浓硫酸的氧化性和酸性，故 A 错误；

B. 试剂 a 为饱和 NaHSO_3 溶液，故 B 错误；

C. C 中溶液 pH 降低，可能是 SO_2 溶于水生成亚硫酸，故 C 错误；

D. 检验 C 中的溶液含有 Fe^{2+} ，说明 Fe^{3+} 降低变为 Fe^{2+} ，因此证明 Fe^{3+} 氧化了 SO_2 ，故 D 正确。

综上所述，答案为 D。

19. 港珠澳大桥水下钢柱的防护采用了镶铝块的方法(如图)，关于该方法的分析错误的是



- A. 钢柱做正极
- B. 铝块发生的电极反应： $\text{Al}-3\text{e}^-=\text{Al}^{3+}$
- C. 可使化学能转变为电能
- D. 电子由钢柱经导线流向铝块

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 钢柱的主要成分是铁，铁、铝、海水构成原电池，铝比铁活泼，所以钢柱做正极，A 项正确；

B. 钢柱的主要成分是铁，铁、铝、海水构成原电池，铝比铁活泼，所以铝为负极，失电子，电极反应为 $\text{Al}-3\text{e}^-=\text{Al}^{3+}$ ，B 项正确；

C. 钢柱的主要成分是铁，铁、铝、海水构成原电池，原电池可使化学能转变为电能，C 项正确；

D. 钢柱的主要成分是铁，铁、铝、海水构成原电池，铝比铁活泼，所以铝为负极，失电子，电子由铝块经导线流向钢柱，D 项错误；

答案选 D。

20. 常温下，将等体积、等物质的量浓度的 NH_4HCO_3 溶液与 NaCl 溶液混合，析出部分 NaHCO_3 晶体，过滤，所得滤液 $\text{pH} < 7$ ，关于滤液中的粒子浓度关系错误的是

A. $c(\text{Na}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

B. $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$

C. $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$

D. $\frac{K_w}{c(\text{H}^+)} < 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 溶液中 NaHCO_3 是饱和溶液，根据物料守恒得到， $c(\text{Na}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，故 A 正确；

B. $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ，析出 NaHCO_3 晶体后，因此溶液中 $c(\text{NH}_4\text{Cl}) > c(\text{NaHCO}_3)$ ，铵根离子水解，碳酸氢根既水解又电离，因此 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$ ，故 B 正确；

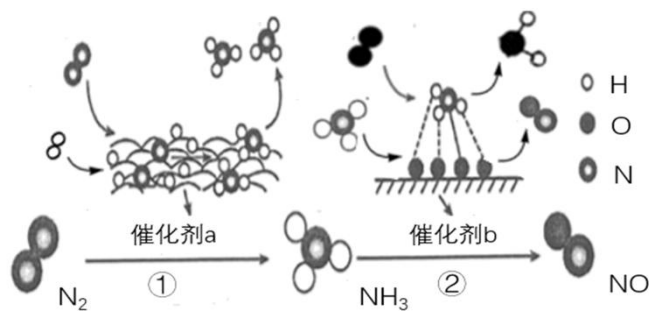
C. 根据电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ，溶液中 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{Na}^+)$ ，因此 $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ，故 C 错误；

D. 所得滤液 $\text{pH} < 7$ ， $c(\text{H}^+) > 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，因此 $\frac{K_w}{c(\text{H}^+)} < 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故 D 正确。

综上所述，答案为 C。

二、综合题(共 60 分)

21. 氮气分子在催化剂作用下发生的一系列转化如下：

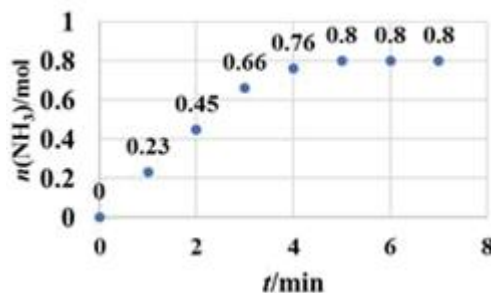


反应①属于工业固氮，为可逆反应。反应②可用于工业制硝酸。完成下列填空：

(1)氮原子的核外电子排布式是_____，氧原子最外层有_____种运动状态不同的电子。

反应②的化学反应方程式是_____。

(2)为模拟反应①，T℃时，在 2L 恒容密闭容器中加入 2molN₂ 和 2molH₂，其中 n(NH₃) 随时间的变化见图。



氮气在前 2 分钟内的平均反应速率 $v(\text{N}_2)$ = _____ mol/(L·min)，达平衡时 N₂ 和 H₂ 的浓度之比为_____。

(3)能说明上题所述反应在 T℃下已达平衡状态的是_____ (选填序号)。

- A. 混合气体的密度不再变化
- B. $3v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$
- C. 容器内的总压强不再变化
- D. 各物质的浓度相等
- E. 氮气物质的量不再变化

请提出一条既能提高氢气的转化率，又能加快反应速率的措施_____。

(4)一氧化二氮俗名笑气，250℃时硝酸铵固体在密闭容器中加热分解可得 N₂O 和 H₂O，该可逆反应的平衡常数表达式为_____。

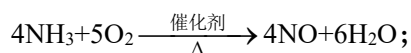
【答案】 (1). $1s^2 2s^2 2p^3$ (2). 6 (3). $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (4). 0.05625

(5). 2: 1 (6). C、E (7). 加压(或充入过量 N₂) (8). $K = c(\text{N}_2\text{O}) \times c^2(\text{H}_2\text{O})$

【解析】

【分析】

【详解】(1)N 元素为 7 号元素，原子核外有 7 个电子，核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$ ；O 元素为 6 号元素，最外层有 2 个电子，每个电子的运动状态各不相同，所以氧原子最外层有 2 种运动状态不同的电子；据图可知反应②为氨气被催化氧化生成 NO 的反应，化学方程式为



(2)据图可知前 2 分钟内 $\Delta n(\text{NH}_3) = 0.45\text{mol}$ ，反应①的方程式为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ，所以

$$\Delta n(\text{N}_2) = 0.225\text{mol}, \text{容器体积为 } 2\text{L}, \text{所以 } v(\text{N}_2) = \frac{0.225\text{mol}}{2\text{L} \times 2\text{min}} = 0.05625\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min}); \text{据图可知}$$

5min 后达到平衡，此时 $\Delta n(\text{NH}_3) = 0.8\text{mol}$ ，根据方程式可知 $\Delta n(\text{N}_2) = 0.4\text{mol}$ ， $\Delta n(\text{H}_2) = 1.2\text{mol}$ ，则平衡时： $n(\text{N}_2) = 2\text{mol} - 0.4\text{mol} = 1.6\text{mol}$ ， $n(\text{H}_2) = 2\text{mol} - 1.2\text{mol} = 0.8\text{mol}$ ，所以平衡时 N_2 和 H_2 的浓度之比 $\frac{1.6\text{mol}}{2\text{L}} : \frac{0.8\text{mol}}{2\text{L}} = 2:1$ ；

(3)A. 容器恒容，气体的体积始终不变，反应物和生成物均为气体，所以气体质量始终不变，则密度为定值，密度不变不能说明反应达到平衡，故 A 不符合题意；

B. 达到平衡时 $v_{\text{正}}(\text{H}_2) = v_{\text{逆}}(\text{H}_2)$ ，即 $2v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$ ，所以 $3v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$ 不能说明正逆反应速率相等，不能说明反应平衡，故 B 不符合题意；

C. 该反应前后气体系数之和不相等，所以气体总物质的量会变，而容器恒容，所以未平衡时压强会变，当压强不变时说明达到平衡，故 C 符合题意；

D. 反应到达平衡时正逆反应速率相等，各物质的浓度不再改变，但不一定相等，与初始投料和转化率有关，故 D 不符合题意；

E. 反应到达平衡时正逆反应速率相等，各物质的浓度不再改变，所以氮气物质的量不再变化可以说明反应达到平衡，故 E 符合题意；

综上所述答案为 C、E；

该反应为气体系数之和减小的反应，所以增大压强或充入过量 N_2 既能提高氢气的转化率，又能加快反应速率；

(4)根据题意可知硝酸铵固体加热分解的方程式为 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \xrightleftharpoons{250^\circ\text{C}} \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，根据平衡常数的概念可知该反应 $K = c(\text{N}_2\text{O}) \times c^2(\text{H}_2\text{O})$ 。

22. 2019 年 1 月 3 日一吨多重的嫦娥四号探测器首次实现人类飞行器在月球背面的软着陆，

它所搭载的“玉兔二号”月球车通过砷化镓(GaAs)太阳能电池提供能量开展工作。下表是

As、Ga 等元素所在元素周期表中的一部分。回答下列问题：

Al	Si	P
Ga	Ge	As

(1)上表中，原子半径最小的是_____元素(填元素名称)，元素周期表中镓的位置是_____。从原子结构角度解释磷与砷的非金属性强弱：

_____。

(2)GaAs 可以用浓硝酸溶解，生成 H_3AsO_4 和 $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ 。配平反应的化学方程式，并标出电子转移方向和数目： $\text{GaAs} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ga}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ，_____

(3)GaN、GaAs、GaP 都是良好的半导体材料，晶体类型与晶体硅相同，它们的熔点如表。

晶体	GaN	GaAs	GaP
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	1700	1238	1480

解释它们熔点变化的原因_____。

(4)亚磷酸(H_3PO_3)与 NaOH 反应只能生成 Na_2HPO_3 和 NaH_2PO_3 两种盐，这两种盐溶液均呈碱性。根据以上信息判断，亚磷酸应属于_____酸， Na_2HPO_3 溶液中阴离子浓度由大到小的次序为_____。

【答案】 (1). 磷 (2). 第四周期第 IIIA 族 (3). 磷原子和砷原子的最外层电子数相同，但磷原子比砷原子少一层电子，原子半径小，得电子能力强，所以磷的非金属性强于砷

(4). $\text{GaAs} + 11\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ga}(\text{NO}_3)_3 + 8\text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ (5). GaN、GaP、GaAs 都是原子晶

体，原子半径 $\text{N} < \text{P} < \text{As}$ ，键长 $\text{Ga}-\text{N} < \text{Ga}-\text{P} < \text{Ga}-\text{As}$ ，键能 $\text{Ga}-\text{N} > \text{Ga}-\text{P} > \text{Ga}-\text{As}$ ，故 GaN、

GaP、GaAs 的熔点依次降低 (6). 二元弱 (7). $\text{HPO}_3^{2-} > \text{OH}^- > \text{H}_2\text{PO}_3^-$

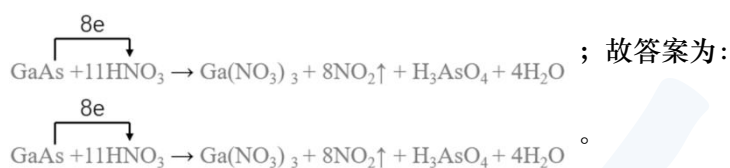
【解析】

【分析】

【详解】(1)上表中，根据层多径小，同电子层结构核多径小原则，则原子半径最小的是磷元素，Al 在周期表中是第三周期第 IIIA 族，Al 和 Ga 是同族，因此元素周期表中镓的位置是第四周期第 IIIA 族。磷原子和砷原子的最外层电子数相同，但磷原子比砷原子少一层电子，原子半径小，得电子能力强，所以磷的非金属性强于砷；故答案为：磷；第四周期第

IIIA 族；磷原子和砷原子的最外层电子数相同，但磷原子比砷原子少一层电子，原子半径小，得电子能力强，所以磷的非金属性强于砷。

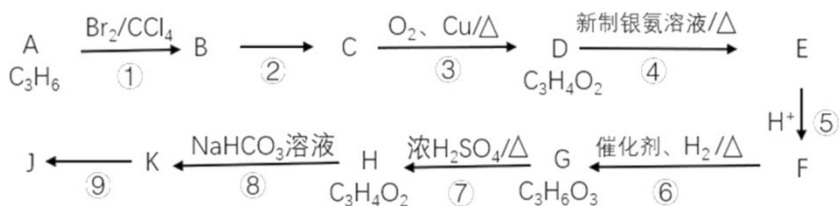
(2)GaAs 可以用浓硝酸溶解，生成 H_3AsO_4 和 $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ 。配平反应的化学方程式，并标出电子转移方向和数目：GaAs 中 As 化合价由-3 价升高到+5 价，升高 8 个价态， HNO_3 中 N 化合价降低到 NO_2 ，由+5 价降低到+4 价，降低 1 个价态，根据升降守恒得到 NO_2 系数为 8，GaAs 系数为 1， H_3AsO_4 系数为 1， $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ 系数为 1， HNO_3 系数为 11， H_2O 系数为 4，根据 O 守恒检验，因此得到 $\text{GaAs} + 11\text{HNO}_3 = \text{Ga}(\text{NO}_3)_3 + 8\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ，其单线桥法为



(3)从图中熔点变化分析出 GaN、GaP、GaAs 都是原子晶体，原子半径 $\text{N} < \text{P} < \text{As}$ ，键长 $\text{Ga-N} < \text{Ga-P} < \text{Ga-As}$ ，键能 $\text{Ga-N} > \text{Ga-P} > \text{Ga-As}$ ，故 GaN、GaP、GaAs 的熔点依次降低；故答案为：GaN、GaP、GaAs 都是原子晶体，原子半径 $\text{N} < \text{P} < \text{As}$ ，键长 $\text{Ga-N} < \text{Ga-P} < \text{Ga-As}$ ，键能 $\text{Ga-N} > \text{Ga-P} > \text{Ga-As}$ ，故 GaN、GaP、GaAs 的熔点依次降低。

(4)根据信息，说明亚磷酸(H_3PO_3)与足量 NaOH 反应生成 Na_2HPO_3 ，说明亚磷酸应属于二元弱酸， Na_2HPO_3 溶液显碱性，说明 HPO_3^{2-} 水解大于电离，因此溶液中阴离子浓度由大到小的次序为 $\text{HPO}_3^{2-} > \text{OH}^- > \text{H}_2\text{PO}_3^-$ ；故答案为：二元弱； $\text{HPO}_3^{2-} > \text{OH}^- > \text{H}_2\text{PO}_3^-$ 。

23. 食品级聚丙烯酸钠(J)是中美日等国允许使用的食品添加剂，常用于食品的增稠、增筋和保鲜。J 可通过烃 A 经以下路线合成：



请回答下列问题：

(1)J 的结构简式：_____，③的反应类型：_____，G 中官能团名称：_____。

(2)A~J 分子中含有碳碳双键的有_____ (填字母代号)。写出反应②的化学方程式_____。

(3)写出符合下列要求的 D 的同分异构体结构简式_____

i.链状化合物 ii.能发生银镜反应 iii.分子中不含 —C=C—OH

(4)写出由 2-苯乙醇($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)为原料制取 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}\equiv\text{CH}$ 的合成路线(无机试剂任选)。

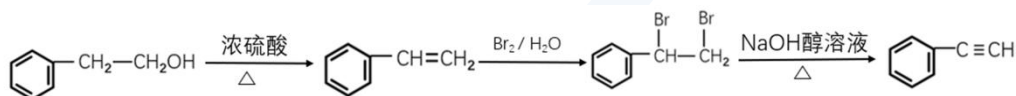
合成路线常用的表示方式为：
$$\text{A} \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{B} \cdots \cdots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{目标产物}$$

【答案】 (1). $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COONa}}{\text{CH}} \right]_n$ (2). 氧化反应 (3). 羟基、羧基 (4). A、H、K

(5). $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH溶液}} \text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OH} + 2\text{HBr}$ 或

$\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br} + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OH} + 2\text{NaBr}$ (6). $\text{HCOOCH}=\text{CH}_2$ 、

OHCCH_2CHO (7).



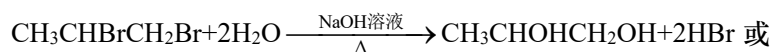
【解析】

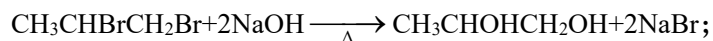
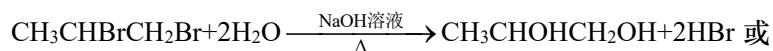
【分析】

A 为 C_3H_6 ，并且能与 Br_2 反应，可知 A 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ ，B 为 $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br}$ ；B 反应生成 C，C 能在 Cu 的催化下与氧气反应生成 D，可知 C 中有羟基，则 C 为 $\text{H}_3\text{CCHOHCH}_2\text{OH}$ ，D 为 H_3CCOCHO ；D 与银氨溶液反应，则 E 为 $\text{H}_3\text{CCOCOONH}_4$ ； $\text{H}_3\text{CHOHCOONH}_4$ 在酸的作用下发生取代反应，则 F 为 $\text{H}_3\text{CCOCOCH}_3$ ； $\text{H}_3\text{CCOCOCH}_3$ 与氢气发生加成反应，则 G 为 $\text{H}_3\text{CCHOHCOCH}_3$ ； $\text{H}_3\text{CCHOHCOCH}_3$ 在浓硫酸加热下，发生消去反应，则 H 为 $\text{HOOCCH}=\text{CH}_2$ ； $\text{HOOCCH}=\text{CH}_2$ 与碳酸氢钠反应，生成 K 为 $\text{NaOOCCH}=\text{CH}_2$ ；最后 $\text{NaOOCCH}=\text{CH}_2$ 一定条件下聚合，得到聚丙烯酸钠(J)，其结构简式为： $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COONa}}{\text{CH}} \right]_n$ ，据此作答。

【详解】(1)由分析可知，J 的结构简式： $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COONa}}{\text{CH}} \right]_n$ ，③反应是 $\text{H}_3\text{CCHOHCH}_2\text{OH}$ 变为 H_3CCOCHO ，其类型为氧化反应；G 为 $\text{H}_3\text{CCHOHCOCH}_3$ ，其官能团名称：羟基、羧基，故答案为： $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COONa}}{\text{CH}} \right]_n$ ；氧化反应；羟基、羧基；

(2)由分析可知，A~J 分子中含有碳碳双键的有 A、H、K；反应②是 $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br}$ 反应生成 $\text{H}_3\text{CCHOHCH}_2\text{OH}$ ，化学方程式



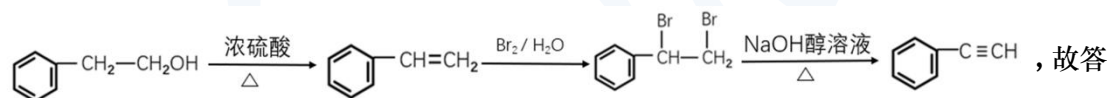


(3) D 为 H_3CCOCHO ，其同分异构体能发生银镜反应，说明含有醛基或甲酯，且为链状化合物、分子中不含 $\begin{array}{c} \text{—C=C—OH} \\ | \quad | \end{array}$ ，满足的同分异构体结构简式为 $\text{HCOOCH}=\text{CH}_2$ 、 OHCCH_2CHO ，故答案为： $\text{HCOOCH}=\text{CH}_2$ 、 OHCCH_2CHO ；

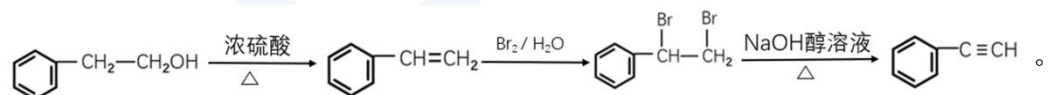
(4)由题可知，碳原子的个数不变，可通过改变其官能团实现，即 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ 在浓硫酸

的催化作用下，脱水生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH}_2$ ， $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH}_2$ 与 Br_2 进行加成反应，生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH(Br)—CH}_2\text{Br}$ ，

$\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH(Br)—CH}_2\text{Br}$ 在氢氧化钠的醇溶液下，进行消去反应，可得 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—C}\equiv\text{CH}$ ，具体流程如下：

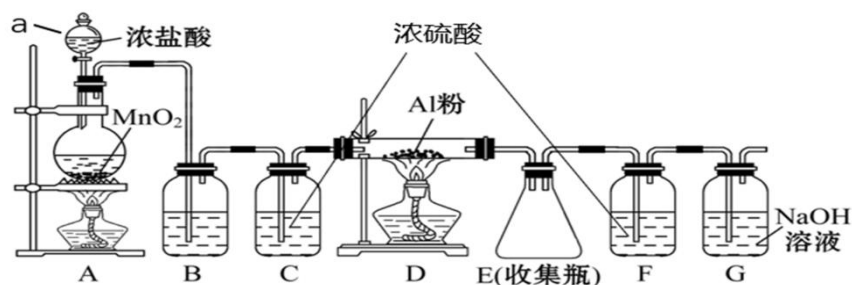


案为：



【点睛】本题重点(4)，合成路线的设计，碳原子的个数不变，可通过改变其官能团实现，具体步骤，可以借鉴题目已给的反应路线及条件。

24. 氯化铝为共价化合物，易水解， 178°C 升华， 190°C (2.5 个标准大气压下测得) 熔化。实验室现用下图装置制备少量无水氯化铝。



请回答下列问题：

(1)装置 A 为氯气发生装置，化学反应方程式为_____。若用

足量 MnO_2 与 50mL 12mol/L 的盐酸充分反应，则所得氯气可制取无水 AlCl_3 的质量应 _____ 13.35g(填“大于”、“等于”或“小于”)。

(2) 装置 B 中所盛试剂为 _____，其作用是 _____。

(3) 有人认为若无装置 B，其余装置、试剂保持不变，也能制备无水 AlCl_3 ，事实证明这样做非常危险，请简述理由 _____。

(4) 仪器 a 的名称是 _____，装置 C 和 F 的作用是 _____。

(5) 实验开始时应先点燃 A 处的酒精灯，待装置内充满黄绿色气体后，再点燃 D 处的酒精灯，理由是 _____。

(6) 氯化铝是共价化合物，请设计实验证明。 _____。

【答案】 (1). $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2). 小于 (3). 饱和食盐水

(4). 吸收氯气中的氯化氢杂质 (5). 制得的 Cl_2 中混有 HCl ， HCl 与 Al 反应时生成 H_2 ，受热情况下 H_2 、 Cl_2 混合气体会发生爆炸 (6). 分液漏斗 (7). 防止水蒸气进入 D、E 中，确保铝和氯气的反应在干燥的环境下进行 (8). A 处先产生氯气，能将装置内的空气排尽，这样可确保 D 处能制得纯净的氯化铝 (9). 测氯化铝在熔融状态下的导电性，若测得熔融氯化铝不能导电，说明它是共价化合物

【解析】

【分析】

二氧化锰和浓盐酸在加热条件下反应生成氯化锰、氯气和水，氯气中有 HCl 和水蒸气杂质，因此先用饱和食盐水除去 HCl ，由于氯化铝为共价化合物，易水解，制备过程中不能有水的存在，因此再用浓硫酸干燥，先让氯气充满 D 装置排除 D 中的空气，确保 D 处能制得纯净的氯化铝，再用 E 装置收集 AlCl_3 ，再用 F 装置防止 G 中水蒸气进入 E 中，最后用 NaOH 溶液处理尾气。

【详解】 (1) 装置 A 为氯气发生装置，二氧化锰和浓盐酸在加热条件下反应生成氯化锰、氯气和水，其化学反应方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。根据题意 HCl 物质的

量为 0.6mol，根据 $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{AlCl}_3$ ，得到 $6\text{HCl} \sim \text{AlCl}_3$ ，理论上所得氯气可制取无水

AlCl_3 的质量 $m = \frac{0.6\text{mol}}{6} \times 133.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13.35\text{g}$ ，但由于浓盐酸变稀，稀盐酸不和二氧化

锰反应，因此产生的氯气比理论少，因此制取的无水 AlCl_3 的质量小于 13.35g；故答案为：



(2)氯气中含有 HCl 杂质，因此装置 B 中所盛试剂为饱和食盐水，其作用是吸收氯气中的氯化氢杂质；故答案为：饱和食盐水；吸收氯气中的氯化氢杂质。

(3)根据题意，制得的 Cl_2 中混有 HCl ，又由于 HCl 与 Al 反应时生成 H_2 ，受热情况下 H_2 、 Cl_2 混合气体容易发生爆炸；故答案为：制得的 Cl_2 中混有 HCl ， HCl 与 Al 反应时生成 H_2 ，受热情况下 H_2 、 Cl_2 混合气体会发生爆炸。

(4)根据装置图得到仪器 a 的名称是分液漏斗，由于氯化铝易发生水解，整个制备过程中要处于无水的环境下，因此装置 C 和 F 的作用是防止水蒸气进入 D、E 中，确保铝和氯气的反应在干燥的环境下进行；故答案为：防止水蒸气进入 D、E 中，确保铝和氯气的反应在干燥的环境下进行。

(5)整个实验先产生氯气，利用产生的氯气排除装置内的空气，避免空气中氧气和金属铝反应，可确保 D 处能制得纯净的氯化铝；故答案为：A 处先产生氯气，能将装置内的空气排尽，这样可确保 D 处能制得纯净的氯化铝。

(6)利用共价化合物和离子化合物在熔融状态下是否导电来分析，因此测氯化铝在熔融状态下的导电性，若测得熔融氯化铝不能导电，说明它是共价化合物；故答案为：测氯化铝在熔融状态下的导电性，若测得熔融氯化铝不能导电，说明它是共价化合物。