

太原市 2017~2018 学年第一学期高三年级期末考试

化学试卷

(考试时间: 下午 2:30—4:30)

说明: 本试卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分。考试时间 120 分钟, 满分 150 分。

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Mg 24 S 32 Fe 56

第 I 卷(选择题 共 74 分)

一、选择题(本题包括 18 小题, 每小题 3 分, 共 54 分。每小题只有一个选项符合题意, 请将正确选项的序号填在第 I 卷答题栏内)

1. 下列应用不涉及物质氧化性或还原性的是

- A. 用葡萄糖制镜或保温瓶胆
B. 用漂白液杀菌、消毒
C. 用 Na_2SiO_3 溶液制备木材防火剂
D. 用浸泡过高锰酸钾的硅藻土保鲜水果

答案: C

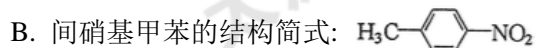
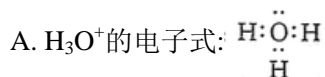
解析: A. 葡萄糖制镜利用葡萄糖的还原性, 与银氨溶液发生氧化还原反应, 生成银单质, 葡萄糖作还原剂被氧化, 所以利用了其还原性, 故 A 不选;

B. 漂白液杀菌、消毒, 利用其强氧化性, 所以利用了其氧化性, 故 B 不选;

C. Na_2SiO_3 溶液制备木材防火剂, 不发生氧化还原反应, 与氧化性或还原性无关, 故 C 选;

D. 高锰酸钾可氧化具有催熟作用的乙烯, Mn、C 元素的化合价变化, 为氧化还原反应, 所以利用了其氧化性, 故 D 不选;

2. 下列化学用语表示正确的是



答案: C

解析: A. H_3O^+ 带有 1 个正电荷, 电子式为 $\left[\begin{array}{c} \text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array} \right]^+$, 故 A 错误;

B 选项中为对硝基甲苯, B 错误;

D. $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ 为电离方程式, 水解离子方程式为 $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$, 故 D 错误。

3. 《中国诗词大会》不仅弘扬了中华传统文化, 还蕴含着许多化学知识。下列诗句分析正确的是

- A. 于谦诗句“粉身碎骨浑不怕, 要留清白在人间”, 大理石变为石灰的过程涉及到了氧化还原反应
B. 刘禹锡诗句“千淘万漉虽辛苦, 吹尽狂沙始到金”说明金的化学性质稳定, 在自然界中常以游离态存在
C. 赵孟頫诗句“纷纷灿烂如星陨, 霍霍喧逐似火攻。”灿烂美丽的烟花是某些金属的焰色反应, 属于化学变化
D. 龚自珍诗句“落红不是无情物, 化作春泥更护花”指凋谢的花可以包裹植物的根, 对植物有保护作用

答案: B

解析: A、大理石主要成分为碳酸钙, 焚烧后分解为氧化钙和二氧化碳的过程所有元素的化合价都没有变化, 没

有涉及到了氧化还原反应，选项 A 错误；

B、淘金要千遍万遍的过滤，虽然辛苦，但只有淘尽了泥沙，才会露出闪亮的黄金。说明金的化学性质稳定，在自然界中常以单质状态存在，选项 B 正确；

C、焰色反应是元素的性质，属于物理变化，选项 C 错误；

D、腐生生活的细菌、真菌系微生物把植物的“落红”分解成二氧化碳、水、无机盐，变成“春泥”被植物吸收利用，选项 D 错误。

4. 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是

A. 1 mol 羟基中含有 $10 N_A$ 个电子

B. 1 L 0.1 mol/L 的葡萄糖溶液中含有的分子数为 N_A

C. 标准状况下, 2.24 L Cl_2 溶于水达到饱和, 可得到 HClO 分子的数目是 $0.1 N_A$

D. 由 0.1 mol CH_3COONa 和少量醋酸形成的中性溶液中, CH_3COO^- 数目等于 $0.1 N_A$

答案: D

解析: A、-OH 不显电性, 故 1 mol —OH 中含 $9 N_A$ 个电子, 选项 A 错误;

B、葡萄糖溶液中, 除了葡萄糖分子还有水分子, 故溶液中分子个数大于 $0.1 N_A$, 选项 B 错误;

C、氯气溶于水为可逆反应, 因此得到的 HClO 小于 $0.1 N_A$, 选项 C 错误;

D、1 mol CH_3COONa 和少量 CH_3COOH 溶于水形成的中性溶液中 $n(CH_3COO^-)+n(OH^-)=n(Na^+)+n(H^+)$, 而由于是中性溶液, 故有 $n(OH^-)=n(H^+)$, 则有 $n(CH_3COO^-)=n(Na^+)=1 \text{ mol}$, 个数为 N_A 个, 故 D 正确。

5. 某有机物的结构简式为 $CH_2=CHCH(CH_3)CH_2OH$ 。下列关于该有机物叙述不正确的是

A. 1 mol 该有机物与足量的金属钠发生反应放出 1 mol 氢气

B. 在浓 H_2SO_4 催化下能与乙酸发生酯化反应

C. 在催化剂作用下能与 H_2 发生加成反应

D. 能发生加聚反应

答案: A

解析: A、1 mol 的 —OH 与 Na 反应生成氢气为 0.5 mol, 故 A 错误;

B、含 —OH, 能与乙酸发生酯化反应, 选项 B 正确;

C、含 C=C 键, 能再催化剂作用下与 H_2 发生加成反应, 选项 C 正确;

D、含 C=C 键, 能发生加聚反应, 故 D 正确。

6. 某离子反应中共有 H_2O 、 ClO^- 、 NH_4^+ 、 H^+ 、 N_2 、 Cl^- 六种微粒。其中 $c(ClO^-)$ 随反应进行逐渐减小。下列判断错误的是

A. 该反应的还原剂是 NH_4^+

B. 反应后溶液酸性明显增强

C. 若消耗 1 mol 氧化剂, 可转移 $2 \text{ mol } e^-$

D. 该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比是 2:3

答案: D

解析: 反应的方程式应为 $3ClO^-+2NH_4^+=N_2\uparrow+3H_2O+3Cl^-+2H^+$,

A. N 元素的化合价升高, 则反应的还原剂是 NH_4^+ , 故 A 正确;

B. 反应生成 H^+ , 溶液酸性增强, 故 B 正确;

C. Cl 元素的化合价由 +1 价降低为 -1 价, ClO^- 为氧化剂, 则消耗 1 mol 氧化剂, 转移电子 2 mol, 故 C 错误;

D. 由反应可知, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3:2, 故 D 正确。

7. 下列实验操作对应的实验现象及解释或结论不正确的是

选项	实验操作	实验现象	解释或结论
A	将相同大小的金属钠分别投入乙醇和水中	乙醇与钠反应缓慢, 水与钠反应剧烈	乙醇羟基中的氢原子不如水分子中的氢原子活泼
B	向 2 mL 1 mol/L NaOH 溶液中先加入 3 滴 1 mol/L MgCl ₂ , 再加入 3 滴 1 mol/L FeCl ₃ 溶液	先生成白色沉淀, 后生成红褐色沉淀	证明 $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] > K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$
C	将水蒸气通过灼热的铁粉	生成的气体可以点燃	铁与水蒸气在高温下发生反应
D	将刚摘下的红色花朵放入盛满干燥氯气的集气瓶中, 盖上玻璃片	花朵褪色	因为次氯酸具有漂白作用

答案: B

解析: A. 乙醇与钠反应程度比钠与水反应平缓, 说明乙醇中 H 不如水分子中活泼, 故 A 正确;

 B. 氢氧化钠过量, 氢氧化钠和氯化镁、氯化铁反应都生成沉淀, 所以不能证明 $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] > K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 故 B 错误;

C. 有可燃性的气体生成, 说明 Fe 与水蒸气发生了反应, 故 C 正确;

D. 花朵褪色的原因是氯气与花朵中的水反应生成次氯酸, 次氯酸具有漂白性, 故 D 正确。

8. 常温下, 下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是

 A. 1 mol/L KNO₃ 溶液: H⁺、Fe²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻

 B. pH=12 的溶液: K⁺、Na⁺、CH₃COO⁻、Br⁻

 C. 使甲基橙呈红色的溶液: NH₄⁺、Ba²⁺、AlO₂⁻、Cl⁻

 D. 与铝反应产生大量氢气的溶液: K⁺、Na⁺、CO₃²⁻、SO₄²⁻
答案: B

 解析: A. NO₃⁻ 在酸性条件下具有氧化性, 能氧化 Fe²⁺, 故 A 错误;

B. pH=12 的溶液显碱性, 所给离子一定能大量共存, 故 B 正确;

 C. 使甲基橙呈红色的溶液显酸性, AlO₂⁻ 在酸性条件下不能大量共存, 故 C 错误;

 D. 与铝反应产生大量氢气的溶液显强碱性或强酸性, 若溶液显强碱性, 所有离子能大量共存, 若溶液显强酸性, CO₃²⁻ 不能大量共存。

9. 短周期元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, X 的原子在周期表中半径最小, Y 的次外层电子数是其最外层的 1/3, Z 单质可与冷水缓慢反应产生 X 单质, W 与 Y 属于同一主族。下列叙述正确的是

 A. 原子半径: $r_w > r_z > r_y$

 B. 阴离子的还原性: $W > Y > X$

 C. 化合物 X₂Y、ZY、ZX₂ 中化学键的类型均相同

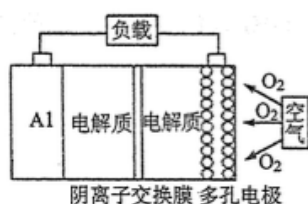
D. 由 Y 元素形成的离子与 W 元素形成的离子的核外电子总数可能相同

答案: D

解析: X、Y、Z、W 是原子序数依次增大的短周期主族元素, X 是周期中原子半径最小的元素, 则 X 为 H 元素; Y 的次外层电子数是最外层的 1/3, 原子只能有 2 个电子层, 最外层电子数为 6, 故 Y 为 O 元素; W 与 Y 属于同一主族, 则 W 为 S 元素; Z 与冷水缓慢反应生成氢气, 结合原子序数可知 Z 为 Mg。

 A. 同周期从左向右原子半径在减小, 同主族自上而下原子半径增大, 则原子半径为 Z(Mg) > W(S) > R(O), 故 A 错误; B. 元素的非金属性越强, 其对应阴离子的还原性越弱, 应为 H > S > O; C. 化合物 H₂O 含有共价键, MgO 含有离子键, MgH₂ 中含有离子键, 故 C 错误; D. O₂²⁻ 和 S²⁻ 电子数都是 18, 故 D 正确;

10. 铝-空气燃料电池具有原料易得、能量密度高等优点，基本原理如图所示，电池的电解质溶液为 KOH 溶液。下列说法正确的是



- A. 放电时，若消耗 22.4 L 氧气(标准状况)，则有 4 mol OH⁻ 从左往右通过阴离子交换膜
- B. 充电时，电解池阳极区的电解质溶液中 c(OH⁻) 逐渐增大
- C. 放电过程的负极反应式： $\text{Al} + 3\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$
- D. 充电时，铝电极上发生还原反应

答案：D

解析：根据图示，该电池放电的总反应方程式为： $4\text{Al} + 3\text{O}_2 + 4\text{KOH} = 4\text{KAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，离子方程式为： $4\text{Al} + 3\text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 4\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ，其中负极为铝，电极反应式为 $4\text{Al} - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- = 4\text{AlO}_2^- + 8\text{H}_2\text{O}$ ，正极为多孔电极，电极反应式为 $3\text{O}_2 + 12\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 12\text{OH}^-$ 。

A. 放电是原电池，标准状况下，22.4 L 氧气的物质的量为 1 mol，电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ，电解质溶液中的阴离子从正极区移向负极区，即 OH⁻ 从右往左通过阴离子交换膜，故 A 错误；

B. 充电是电解池，电解池阳极发生的电极反应可以看成原电池正极反应的逆反应，电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，阳极区电解质溶液中 c(OH⁻) 逐渐减小，故 B 错误；

C. 根据上述分析，放电过程的负极反应式： $4\text{Al} - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- = 4\text{AlO}_2^- + 8\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；

D. 充电时，铝电极作阴极，发生还原反应，故 D 正确；

11. 下列与有机物结构、性质相关的叙述错误的是

- A. 乙酸分子中含有羧基，可与饱和 NaHCO₃ 溶液反应生成 CO₂
- B. 等质量的乙烯和聚乙烯完全燃烧消耗氧气的物质的量相等
- C. 苯能与氢气发生加成反应生成环己烷，说明苯分子中含有碳碳双键
- D. 甲烷和氯气反应生成一氯甲烷，与苯和浓硝酸反应生成硝基苯的反应类型相同

答案：C

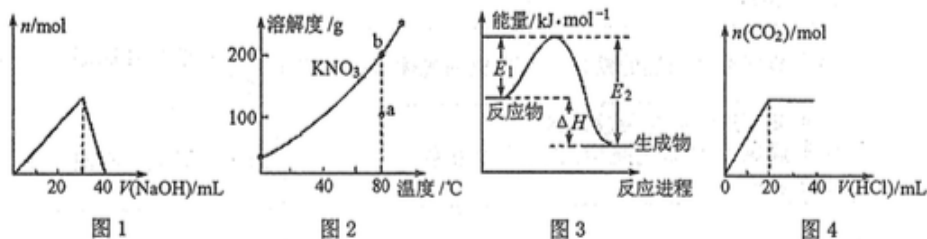
解析：A，乙酸分子中含有羧基，羧基酸性强于碳酸，所以乙酸可与碳酸氢钠溶液反应生成 CO₂，故 A 正确；

B，等质量的乙烯和聚乙烯完全燃烧消耗氧气的物质的量相等，故 B 正确；

C，只能说明苯分子中含有不饱和结构，故 C 错误；

D，都属于取代反应，故 D 正确。

12. 下列图示与对应的叙述相符的是



- A. 图 1 表示向 100 mL 0.1 mol/L 的 AlCl₃ 溶液中逐滴加入 1 mol/L 的 NaOH 溶液时 n[Al(OH)₃] 的变化情况
- B. 图 2 表示 KNO₃ 的溶解度曲线，图中 a 点表示的溶液通过升温可以得到 b 点溶液

- C. 图 3 表示某一放热反应, 若使用催化剂, E_1 、 E_2 、 ΔH 都会发生改变
 D. 图 4 表示向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入稀盐酸时, 产生 $n(\text{CO}_2)$ 的情况

答案: A

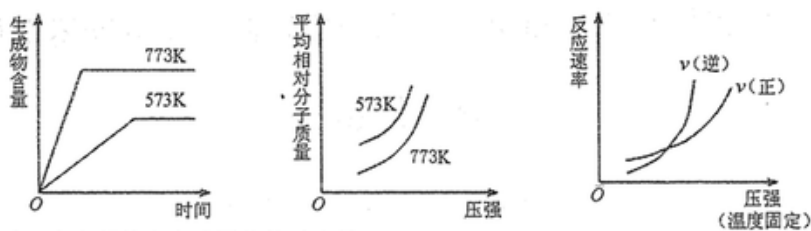
解析: A 项, 向 $100\text{ mL } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AlCl_3 溶液中滴加 $1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液时, 最初溶液中沉淀量逐渐增多, 当滴加到 30 mL 后, 沉淀开始溶解, 40 mL 时沉淀完全溶解, 故选 A 项;

B 项, a 点溶液为未饱和溶液, 减少溶剂可以使溶液变为饱和溶液, 则 a 点表示的溶液通过蒸发溶剂可以得到 b 点表示的饱和溶液, 升温不能使 a 点表示的溶液变为 b 点表示的溶液, 故不选 B 项;

C 项, 反应中加催化剂只是改变反应的进程, 降低反应所需的活化能, 但是反应热不变, 故不选 C 项;

D 项, 向 Na_2CO_3 溶液中滴加稀盐酸时, 最初没有 CO_2 气体生成, 当 Na_2CO_3 全部转化为 NaHCO_3 后, 再滴加稀盐酸时才有 CO_2 气体生成, 故不选 D 项。

13. 现有下列三个图像:



下列反应中全部符合上述图像的反应是

- A. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$
 B. $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$
 C. $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$
 D. $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$

答案: B

解析: 图 1, 温度升高, 生成物含量增加, 说明正反应是吸热反应, 故排除 A、D。

B、该反应中化学计量数 $2 < 2+1$, $\Delta H > 0$, 压强越大, 平衡向逆反应方向移动, 混合气体平均相对分子质量增大, 故 B 正确;

C、该反应中反应前后气体的物质的量不变, $\Delta H > 0$, 该反应为吸热反应, 改变压强平衡不移动, 与图象不符, 故 C 错误。

14. 已知常温下碳酸、亚硫酸、次氯酸的电离平衡常数如下表:

H_2CO_3	H_2SO_3	HClO
$K_1 = 4.30 \times 10^{-7}$	$K_1 = 1.54 \times 10^{-2}$	$K = 2.95 \times 10^{-8}$
$K_2 = 5.61 \times 10^{-11}$	$K_2 = 1.02 \times 10^{-7}$	

下列说法正确的是

- A. 相同条件下, 同浓度的 H_2SO_3 溶液和 H_2CO_3 溶液的酸性, 后者更强
 B. Na_2CO_3 溶液中通入少量 SO_2 : $2\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_3^{2-}$
 C. NaClO 溶液中通入少量 CO_2 : $2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO} + \text{CO}_3^{2-}$
 D. 向氯水中分别加入等浓度的 NaHCO_3 和 NaHSO_3 溶液, 均可提高氯水中 HClO 的浓度

答案: B

解析: 表中电离平衡常数可知, 酸性大小: 亚硫酸 > 碳酸 > 亚硫酸氢根离子 > 次氯酸 > 碳酸氢根离子,

A. 因酸性亚硫酸 > 碳酸, 故 A 错误;

B. Na_2CO_3 溶液中通少量 SO_2 , 可生成 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} , 离子方程式为 $2\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_3^{2-}$, 故正确;

C. 酸性 $\text{HClO} > \text{HCO}_3^-$, NaClO 溶液中通少量 CO_2 应生成 HCO_3^- , 反应的离子方程式为 $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$, 故 C 错误;

D. HClO 具有强氧化性, 可与 NaHSO_3 发生氧化还原反应, HClO 的浓度降低, 故 D 错误。

15. 25 °C 时，下列溶液中微粒浓度关系正确的是

- A. 氨水稀释 10 倍后，其 $c(\text{OH}^-)$ 等于原来的 $\frac{1}{10}$
 B. pH=5 的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中： $c(\text{H}^+)=c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)=1\times 10^{-5}\text{mol/L}$
 C. pH 之和为 14 的 H_2S 溶液与 NaOH 溶液混合： $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)+c(\text{HS}^-)$
 D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 NaOH 混合所得的中性溶液中(不考虑 NH_3)： $c(\text{Na}^+)=c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$

答案：D

解析：A，氨水稀释 10 倍后，电离平衡正向移动，所以 $c(\text{OH}^-)$ 大于原来的 $1/10$ ，故 A 错误；

B，草酸是二元弱酸，在水中分步电离，所以溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ，B 错误；

C，根据电荷守恒可知，溶液中 $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)+c(\text{HS}^-)+2c(\text{S}^{2-})$ ，C 错误；

D，根据电荷守恒可知 $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})$ ，溶液显电中性，则 $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{Na}^+)=2c(\text{SO}_4^{2-})$ ，根据物料守恒可知 $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=2c(\text{SO}_4^{2-})$ ，所以溶液中 $c(\text{Na}^+)=c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ ，D 正确。

16. 25 °C 时， $K_{sp}(\text{AgCl})=1.56\times 10^{-10}$ ， $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=9.0\times 10^{-12}$ ，下列说法正确的是

- A. AgCl 和 Ag_2CrO_4 共存的悬浊液中， $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{CrO}_4^{2-})} = \frac{1.56\times 10^{-10}}{9.0\times 10^{-12}}$
 B. 向 Ag_2CrO_4 悬浊液中加入 NaCl 浓溶液， Ag_2CrO_4 不可能转化为 AgCl
 C. 向 AgCl 饱和溶液中加入 NaCl 晶体，有 AgCl 析出且溶液中 $c(\text{Cl}^-)=c(\text{Ag}^+)$
 D. 向同浓度的 Na_2CrO_4 和 NaCl 混合溶液中滴加 AgNO_3 溶液， AgCl 先析出

答案：D

解析：A，两者共存的溶液中，存在： $K_{sp}(\text{AgCl})=c(\text{Ag}^+)\times c(\text{Cl}^-)=1.56\times 10^{-10}$ ， $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=c^2(\text{Ag}^+)\times c(\text{CrO}_4^{2-})=9.0\times 10^{-12}$ ，故 $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{CrO}_4^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{AgCl})\times c(\text{Ag}^+)}{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}$ ，故 A 错误；

B， Ag_2CrO_4 溶解度大于 AgCl ，难溶物质有向更难溶物质转化的趋势，故 $\frac{K_{sp}(\text{AgCl})\times c(\text{Ag}^+)}{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}$ ， Ag_2CrO_4 能转化为 AgCl ，故 B 错误；

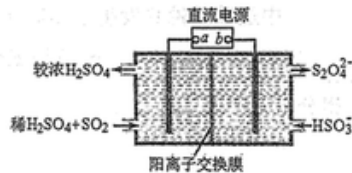
C，向 AgCl 饱和溶液中加入 NaCl 晶体，有 AgCl 析出，满足 $c(\text{Ag}^+)\times c(\text{Cl}^-)=1.56\times 10^{-10}$ ，且 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{Ag}^+)$ ，故 C 错误；

D，析出沉淀时， AgCl 溶液中 $c(\text{Ag}^+) = \frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{c(\text{Cl}^-)}$ ， Ag_2CrO_4 溶液中 $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{\frac{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}}$ ，同浓度的 Na_2CrO_4 和 NaCl ，据此得出后者大于前者， $c(\text{Ag}^+)$ 越小，则越先生成沉淀，所以种阴离子产生沉淀的先后顺序为 Cl^- 、 CrO_4^{2-} 。

17. 利用如图所示装置(电极均为惰性电极)可吸收 SO_2 ，下列关于该装置的四中说法，正确的组合是

- ①a 为直流电源的负极
 ②阴极的电极反应式： $2\text{HSO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
 ③阳极的电极反应式： $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
 ④电解时， H^+ 由阴极室通过阳离子交换膜到阳极室

- A. ①和② B. ①和③ C. ②和③ D. ③和④

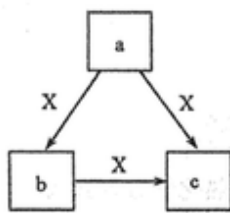


答案：C

解析：二氧化硫被氧化为硫酸根，所以二氧化硫所在的区为阳极区，阳极与电源正极 a 相连，故①错误；

阳离子交换膜只容许阳离子通过，电解时，阳离子移向阴极，所以 H^+ 由阳极室通过阳离子交换膜到阴极室，故④错误；

18. X 常温下为气体, a、b、c 是中学化学常见物质, 均由常见元素组成, 转化关系(反应条件略去)如图所示, 下列说法不正确的是



- A. 若 X 为 O_2 , a 为一种固态单质, 则 c 可能为 CO_2 或 SO_3
- B. 若 b 为固态非金属单质, b 与 X 所含元素同主族, 则 c 也能与 X 反应
- C. 若 a、b、c 焰色反应均呈黄色, 水溶液均呈碱性, 则 a 中可能既含有离子键又含有共价键
- D. 若 b 为气态非金属单质, b 与 X 所含元素同周期, 则 X 与 b 所含元素原子的核电荷数相差 1

答案: A

解析: A. 若 X 为 O_2 , c 为 SO_3 , a 为一种固态单质, 则 a 为 S, 硫与氧气反应生成二氧化硫 b, b 与氧气生成 SO_3 , 但硫与氧气不能生成 SO_3 , 不符合题意, 故 A 错误。

二、选择题（本题包括 5 个小题，每小题 4 分，共 20 分。每小题只有一个选项符合题意要求，请将正确选项的序号填在第 I 卷答题栏内）

19. 以反应 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 10\text{CO}_2\uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ 为例探究“外界条件对化学反应速率的影响”。实验时，分别量取 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液和酸性 KMnO_4 溶液，迅速混合并开始计时，通过测定溶液褪色所需时间来判断反应的快慢。

编号	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液		酸性 KMnO_4 溶液		温度/ $^{\circ}\text{C}$
	浓度/ mol/L	体积/ mL	浓度/ mol/L	体积/ mL	
①	0.10	2.0	0.010	4.0	25
②	0.20	2.0	0.010	4.0	25
③	0.20	2.0	0.010	4.0	50

下列说法不正确的是

- A. 实验①、②、③所加的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液均要过量
- B. 若实验①测得 KMnO_4 溶液的褪色时间为 40 s，则这段时间内平均反应速率 $v(\text{KMnO}_4) = 2.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L/s}$
- C. 实验①和实验②是探究浓度对化学反应速率的影响，实验②和③是探究温度对化学反应速率的影响
- D. 实验①和②起初反应均很慢，过了一会速率突然增大，可能是生成的 Mn^{2+} 对反应起催化作用

答案：B

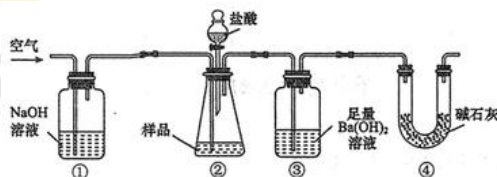
解析：A: 根据题中所给的离子方程式中 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和 KMnO_4 的比例关系，可以判断出在上述三组实验中所加 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 均过量，故 A 不选。

B: 草酸的物质的量为: $0.10 \text{ mol/L} \times 0.002 \text{ L} = 0.0002 \text{ mol}$, 高锰酸钾的物质的量为: $0.010 \text{ mol/L} \times 0.004 \text{ L} = 0.00004 \text{ mol}$, 草酸和高锰酸钾的物质的量之比为: $0.0002 \text{ mol} : 0.00004 \text{ mol} = 5:1$, 显然草酸过量, 高锰酸钾完全反应, 混合后溶液中高锰酸钾的浓度为: $0.010 \text{ mol/L} \times 0.004 \text{ L} \div (0.002 \text{ L} + 0.004 \text{ L}) = 2/3 \times 0.010 \text{ mol/L}$, 这段时间内平均反应速率 $v(\text{KMnO}_4) = 2/3 \times 0.010 \text{ mol/L} \div 40 \text{ s} = 60 \text{ s/min} = 0.010 \text{ mol/L/min}$, 故应选 B

C: 探究温度对化学反应速率影响，必须满足除了温度不同，其他条件完全相同，所以满足此条件的实验编号是：②和③；探究反应物浓度对化学反应速率影响，除了浓度不同，其他条件完全相同的实验编号是①和②，故 C 不选。

D. 反应速率突然增大，可能是由于 Mn^{2+} 具有催化作用导致的。D 不选。

20. 实验室按如下装置测定纯碱(含少量 NaCl)的纯度。下列说法错误的是



- A. 实验前，应进行气密性检查
- B. 必须在装置②、③间添加吸收 HCl 气体的装置
- C. 装置④的作用是防止空气中的 CO_2 进入装置③与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应
- D. 反应结束时，应再通入空气将装置②中产生的气体完全转移到装置③中

答案：B

解析：A. 有气体生成的实验装置在进行实验时要进行气密性检验，A 正确。

B. 氢氧化钡足量，可与氯化氢反应，同时吸收二氧化碳，无需单独添加吸收 HCl 的装置，故 B 错误；

- C. 碱石灰可与二氧化碳反应,可防止空气中的气体影响实验的精确度,故 C 正确;
D. 通入空气,可将生成的二氧化碳完全转移到③中,以被充分吸收,减小实验误差,故 D 正确;

21. 将 14 g 铁粉溶于 1 L 稀硝酸中恰好完全反应,放出标准状况下 4.48 L NO 气体(假设是惟一还原产物),则原溶液中硝酸的浓度为

- A. 1.0 mol/L B. 0.4 mol/L C. 0.6 mol/L D. 0.8 mol/L

答案: D

解析: 标准状况下 4.48 L NO 的物质的量为: $n(\text{NO})=4.48 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol}=0.2 \text{ mol}$, 铁与硝酸反应生成硝酸亚铁的方程式为: $3\text{Fe}+8\text{HNO}_3(\text{稀})=3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$, 铁与稀硝酸反应生成硝酸铁的反应方程式为: $\text{Fe}+4\text{HNO}_3(\text{稀})=\text{Fe}(\text{NO}_3)_3+\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$, 两个方程式中都满足: $n(\text{HNO}_3)=4n(\text{NO})$, 所以反应消耗的硝酸的物质的量为: $n(\text{HNO}_3)=4n(\text{NO})=0.2 \text{ mol} \times 4=0.8 \text{ mol}$, 原硝酸溶液的物质的量浓度为: $c(\text{HNO}_3)=n \div V=0.8 \text{ mol/L}$

22. 某无色溶液中可能含有 CrO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 SO_3^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 中的一种或几种,已知所含离子的物质的量浓度均相等。取甲、乙两支试管分别加入 1 mL 该溶液进行如下实验:

①向甲中加入适量稀盐酸,无明显现象;

②向乙中逐滴滴加 NaOH 溶液至过量,现象为先有白色沉淀产生,进而产生刺激性气味气体,最后白色沉淀完全溶解。

对于该溶液中的离子成分,下列说法正确的是

- A. 一定含有 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- B. 一定不含 CrO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^-
C. 可能含有 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- D. 一定不含 CrO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-}

答案: A

解析: 溶液为无色,故一定不含 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 加入盐酸无明显现象,则可证明不含 SO_4^{2-} , 第二步中加入氢氧化钠,有白色沉淀产生后消失,证明溶液中一定含有 Al^{3+} , 有刺激性气味的气体生成,则证明一定含有 NH_4^+ , 又因为溶液中各种离子的浓度均相等,根据电荷守恒,阴离子还剩下三种: SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 一定都含有,才能满足电荷守恒,故本题应选 A。

23. 已知:25 C 时, $K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2]=1.0 \times 10^{-18}$, $K_{\text{a}}(\text{HCOOH})=1.0 \times 10^{-4}$ 。该温度下,下列说法错误的是

- A. HCOO^- 的水解平衡常数为 1.0×10^{-10}
B. 向 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 悬浊液中加少量 HCOOH,溶液中 $c(\text{Zn}^{2+})$ 增大
C. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 溶于水形成的饱和溶液中, $c(\text{Zn}^{2+}) > 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$
D. $\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{HOOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HOOO}^-(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的平衡常数 $K=100$

答案: C

解析: A. $K_{\text{h}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-4}} = 1.0 \times 10^{-10}$

B. 加入少量甲酸,平衡右移,锌离子浓度增大

C. 饱和溶液中 $Q_{\text{c}} = K_{\text{sp}}$, $c(\text{Zn}^{2+}) * c(\text{OH}^-)^2 = 1.0 \times 10^{-18}$ 根据三段式,若平衡时 $c(\text{Zn}^{2+}) = a \text{ mol/L}$, $c(\text{OH}^-) = 2a \text{ mol/L}$, $c(\text{Zn}^{2+}) * c(\text{OH}^-)^2 = a * (2a)^2 = 1.0 \times 10^{-18}$, $a = \frac{10^{-6}}{4}$

D. $K = \frac{K_{\text{sp}} * (K_{\text{a}})^2}{(K_{\text{w}})^2} = 100$

第 I 卷答题栏:

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
答案																		

题号	19	20	21	22	23
答案					

第 II 卷（非选择题 共 76 分）

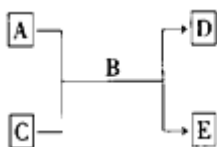
注意事项：

- 1.用钢笔或圆珠笔直接答在试题卷中。
- 2.答卷前将密封线内项目填写清楚。

题号	三				四		II 卷总分
	24	25	26	27	28	29	
得分							

三、必做题（本题包括 4 小题，共 56 分）

24. (12 分) I. A、B、C、D、E 均为中学化学常见的纯净物，B 为最常见液体，它们之间有如下的反应关系：



(1)若 A 为短周期的金属单质，D 为气态单质， 0.1 mol L^{-1} C 溶液的 $\text{pH}=13$ ，则该反应的离子方程式为_____。

(2)若 A 的溶液能使淀粉溶液变蓝，C 为非金属氧化物，且能使品红溶液褪色，则该反应的化学方程式为_____。

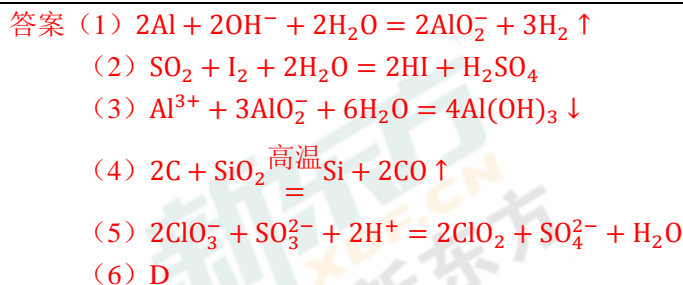
(3)若 A、C、D、E 均为化合物，E 为白色胶状沉淀，且 A、C、E 均含有同一种元素，则该反应的离子方程式为_____。

(4)若单质 A 是良好的半导体材料，请写出工业上制取单质 A 粗品的化学方程式为_____。

II. (5)二氧化氯是目前国际上公认的第四代高效、无毒的广谱消毒剂，它可由 KClO_3 在 H_2SO_4 存在下与 Na_2SO_3 反应制得。请写出该反应的离子方程式_____。

(6)过碳酸钠是一种有多用途的新型氧系固态漂白剂，化学式可表示为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ ，它具有 Na_2CO_3 和 H_2O_2 的双重性质。过碳酸钠与下列物质均会发生化学反应而失效，其中过碳酸钠只发生了还原反应的是_____（填字母）。

- A. MnO_2 B. KMnO_4 溶液 C. 稀盐酸 D. Na_2SO_3 溶液



解析：I：A、B、C、D、E 均为中学化学常见的纯净物，B 为自然界中含量最多的液体，判断为 H_2O ；

(1)若 A 为短周期的金属单质， 0.1 mol/L C 溶液的 $\text{pH}=13$ ，说明 C 为强碱性溶液，D 为气态单质，判断 A 为 Al，D 为 H_2 ，该反应的离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

因此，本题正确答案是： $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ ；

(2)若 A 的溶液能使淀粉溶液变蓝，所以判断 A 是 I_2 ；C 为非金属氧化物，能使品红溶液褪色，则 C 为 SO_2 ，该反应的反应方程式为 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$

因此，本题正确答案是： $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$

(3)若 A、C、D、E 均为化合物，E 为白色胶状沉淀，且 A、C、E 含有同一种元素，则 A 为氯化铝，C 为偏铝酸钠，E 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，D 为氯化钠，该反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{AlO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 因此，本题正确答案是： $\text{Al}^{3+} + 3\text{AlO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

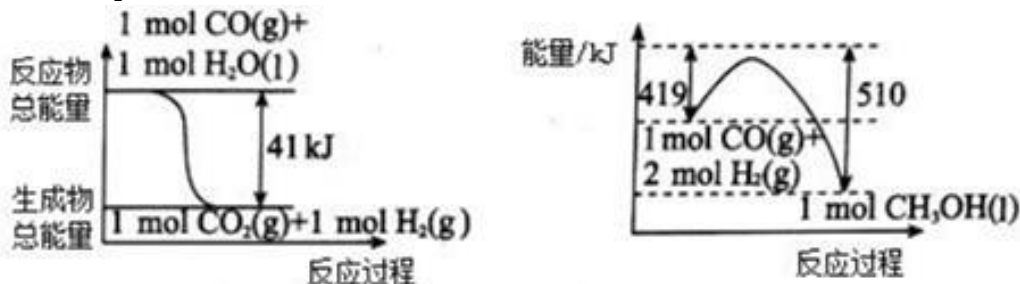
(4)单质 A 是半导体材料是 Si，工业制粗 Si 的化学方程式是 $2C + SiO_2 \xrightarrow{\text{高温}} Si + 2CO \uparrow$

II (5) $2ClO_3^- + SO_3^{2-} + 2H^+ = 2ClO_2 + SO_4^{2-} + H_2O$

(6) 过碳酸钠发生还原反应，说明此时过碳酸钠是氧化剂。而四个选项中能与过碳酸钠反应的物质应该具有还原性，D 选项亚硫酸钠具有还原性，所以选 D。

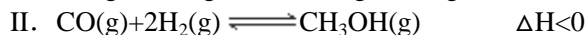
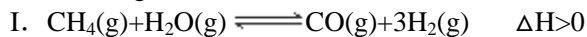
25. (14 分) 能源问题是人类社会面临的重大课题，甲醇是未来重要的绿色能源之一。

(1) 利用工业废气 CO_2 可制取甲醇。下列两个反应的能量关系如图：

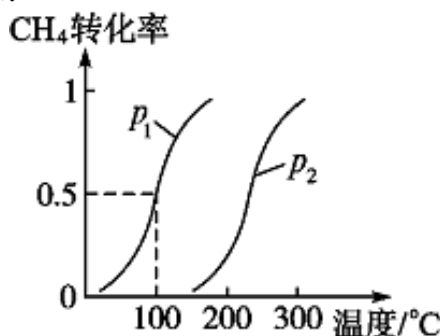


则 CO_2 与 H_2 反应生成 CH_3OH 的热化学方程式为_____。

(2) CH_4 和 $H_2O(g)$ 通过下列转化也可以制得 CH_3OH ；



将 1.0 mol CH_4 和 3.0 mol $H_2O(g)$ 通入反应室(容积为 100 L)中，在一定条件下发生反应 I， CH_4 的转化率与温度、压强的关系如下图所示：



① 已知压强 p_1 ，温度为 100 °C 时反应 I 达到平衡所需的时间为 5 min，则用 H_2 表示的平均反应速率为_____；

② 图中的 p_1 _____ p_2 (填“<”、“>”或“=”)，判断的理由是_____。

③ 若反应 II 在恒容密闭容器进行，下列能判断反应 II 达到平衡状态的是_____ (填字母)。

- a. CH_3OH 的生成速率与消耗 CO 的速率相等
- b. 混合气体的密度不变
- c. 混合气体的总物质的量不变
- d. CH_3OH 、CO、 H_2 的浓度都不再发生变化

④ 在某温度下，将一定量的 CO 和 H_2 投入 10 L 的密闭容器中发生反应 II，5 min 时达到平衡，各物质的物质的浓度(mol L^{-1})变化如下表所示：

	2 min	5 min	10 min
CO	0.07	0.06	0.05
H_2	0.14	0.12	0.20
$CH_3OH(g)$	0.03	0.04	0.05

若 5 min 时只改变了某一条件，则所改变的条件是_____；10 min 时测得各物质浓度如上表，此时 $v_{\text{正}}$ _____ $v_{\text{逆}}$ (填“<”、“>”或“=”)。

答案：(1) $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})=\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})+\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H=-50\text{KJ/mol}$;

(2) ① $0.003\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; ② <; 该反应为反应前后气体分子数增大的反应, 温度相同时, 增大压强, 平衡向左移动, CH_4 的平衡转化率越小; ③ cd; ; ④向容器中充入 1mol H_2 ; >

难度: ☆☆☆

解析: (1)图 1 中的热化学方程式为① $\text{CO}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{l})=\text{CO}_2(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})\Delta H=-41\text{kJ/mol}$,

② $\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})=\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})\Delta H=-(510-419)\text{kJ/mol}=-91\text{KJ/mol}$,

依据盖斯定律②-①得: 二氧化碳和氢气制备甲醇的热化学方程式:

$\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})=\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})+\text{H}_2\text{O}(\text{l})\Delta H=-50\text{KJ/mol}$;

(2)将 1.0mol CH_4 和 $2.0\text{mol H}_2\text{O}(\text{g})$ 通入容积固定为 100L 的反应室,在一定条件下发生反应 I,由图象可知 $T_1^\circ\text{C}$ 甲烷转化率为 50% , 故参加反应的甲烷为 $1\text{mol}\times 50\%=0.5\text{mol}$, 则:

$\text{CH}_4(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})=\text{CO}(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})$

起始量(mol):1.0 2.0 0 0

变化量(mol):0.5 0.5 0.5 1.5

平衡量(mol):0.5 1.5 0.5 1.5

① 假设 $T_1^\circ\text{C}$ 时达到平衡所需的时间为 5min , 则用 H_2 表示该反应的平均反应速率= $1.5\text{mol}/100\text{L}/5\text{min}=0.003\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$,

故答案为: $0.003\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$;

②该反应正方向为体积增大的方向,相同温度下,增大压强,甲烷的转化率减小,由图可知,相同温度下, P_2 的转化率比 P_1 小,说明 $P_2>P_1$;

故答案为: <;该反应正方向为体积增大的方向,相同温度下,压强越大甲烷的转化率减小, P_2 的转化率比 P_1 小,说明 $P_2>P_1$;

③a.生成 CH_3OH 的速率与消耗 CO 的速率均为正反应速率, 不能判断平衡状态, 故错误;

b.混合气体的体积始终保持不变, 质量守恒, 所以混合气体的密度始终不变, 所以不能判断平衡状态, 故错误;

c.该反应为气体的物质的量减少的反应, 混合气体的总物质的量不变, 说明反应达到平衡状态, 故正确;

d. CH_3OH 、 CO 、 H_2 的浓度都不再发生变化, 说明反应达到平衡状态, 故正确;

故答案为: cd;

④反应达到平衡时,根据反应方程式知各物理量之间的关系式知, $c(\text{CO})=0.1\text{mol/L}-0.04\text{mol/L}=0.06\text{mol/L}$, $c(\text{H}_2)=0.2\text{mol/L}-0.08\text{mol/L}=0.12\text{mol/L}$, 10min 时, $c(\text{CO})$ 减小, $c(\text{H}_2)$ 增大, $c(\text{CH}_3\text{OH})$ 增大, 则平衡向正反应方向移动, 但氢气浓度增大, 所以改变的物理量是增大了氢气的浓度, 氢气浓度增大了 $0.2\text{mol/L}-0.12\text{mol/L}+0.02\text{mol/L}=0.1\text{mol/L}$, 则加入的氢气的物质的量为 $10\text{L}\times 0.1\text{mol/L}=1\text{mol}$;

5min 时达到平衡状态, $\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$

开始浓度(mol/L): 0.1 0.2 0

转化浓度(mol/L): 0.04 0.08 0.04

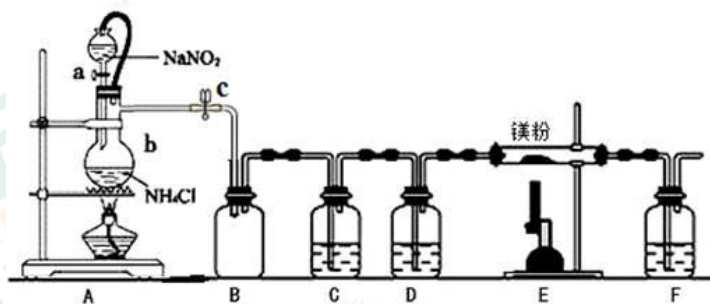
平衡浓度(mol/L): 0.06 0.12 0.04

则 $k=0.04/(0.06\times 0.12^2)=46.3$

10min 时 $Q_c=0.05/(0.05\times 0.2^2)=25<k$, 所以反应向正方向进行, 即 $v_{\text{正}}>v_{\text{逆}}$;

故答案为: 向容器中充入 1mol H_2 ; >.

26. (16分) 氮化镁 (Mg_3N_2) 在工业上具有非常广泛的应用。某化学兴趣小组用镁与氮气反应制备 Mg_3N_2 并进行有关实验。实验装置如下所示：(部分加热装置已略去)



已知：①氮化镁常温下为浅黄色粉末，极易与水反应。

②亚硝酸钠和氯化铵制取氮气的反应剧烈放热，产生氮气的速度较快。

③温度较高时，亚硝酸钠会分解产生 O_2 等。

回答下列问题：

- 仪器 b 的名称是_____，写出装置 A 中发生反应的化学方程式_____。
- 某同学检验装置 A 部分的气密性，关闭止水夹 c 后，开启活塞 a，水不断往下滴，直至全部流入烧瓶。试判断：A 部分装置是否漏气？_____ (填“漏气”、“不漏气”或“无法确定”)，判断理由是_____。
- 装置 C 中为饱和硫酸亚铁溶液，其作用是_____，装置 F 的作用是_____。
- 加热至反应开始发生，需移走 A 处酒精灯，原因是_____。
- 定性分析产物

操作步骤	实验现象	解释原因
取少量产品于试管中，加适量蒸馏水	试管底部有固体不溶物，有刺激性气味的气体产生	反应的化学方程式为_____
弃去上层清液，加入足量稀盐酸	观察到固体全部溶解，且有气泡冒出	气泡冒出的原因为_____

答案：(1) 蒸馏烧瓶 $NH_4Cl + NaNO_2 = N_2 \uparrow + NaCl + 2H_2O$ (加热)

(2) 无法确定；由于分液漏斗和烧瓶间有橡皮管相连，使分液漏斗中液面上方和烧瓶中液面上方的压强相同，无论装置是否漏气，都不影响分液漏斗中的液体滴入烧瓶

(3) 除去氧气以免与镁反应 防止空气中的水蒸气进入 E 装置使氮化镁水解

(4) 该反应剧烈放热，产生氮气的速度快，移走 A 处酒精灯能避免反应物冲出，同时避免温度过高，造成 $NaNO_2$ 分解产生 O_2

(5) $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3 \uparrow$ 未反应的镁与盐酸反应产生氢气

解析：(1) 略；(2) 略；

(3) 高温条件下， $NaNO_2$ 分解会产生氧气，而氧气与镁反应生产氧化镁，使产物不纯，故用硫酸亚铁吸收氧气，F 装置应放置浓硫酸，干燥空气中的水蒸气，防止氮化镁水解；

(4) 由于反应剧烈放热，若不移走 A 处酒精灯，氮气会携带一部分液体从烧瓶中喷出，造成安全隐患，另外会由于温度过高， $NaNO_2$ 会分解产生 O_2 ，对实验有干扰。

(5) 根据现象可知，不溶物为氢氧化镁，刺激性气味为氨气，故反应方程式： $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3 \uparrow$ ；产物中有部分未反应的镁，加入盐酸会有氢气放出。

27. (14分) 硫代硫酸钠晶体($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)俗名海波, 是无色单斜晶体。它易溶于水, 不溶于乙醇, 具有较强的还原性, 可应用于照相等工业中。回答下列问题:

(1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 属于_____ (填“纯净物”或“混合物”)。

(2) 酸性条件下, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 自身发生氧化还原反应生成 SO_2 。试写出 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与盐酸反应的离子方程式:

(3) 亚硫酸法制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 简易流程如下:



① $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 制备原理为_____ (用化学方程式表示)。

② $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 粗品中可能含有 Na_2SO_3 、 Na_2SO_4 杂质, 其检验步骤为: 取适量产品配成稀溶液, 滴加足量氯化钡溶液, 有白色沉淀生成; 过滤, 先用蒸馏水洗涤沉淀, 然后向沉淀中加入足量_____ (填试剂名称), 若_____ (填现象), 则证明产品中含有 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 (已知: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 稀溶液与 BaCl_2 溶液无沉淀生成)。

③ 粗品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数的测定称取 6 g 粗品配制 250 mL 的溶液待用。另取 25.00 mL $0.0100 \text{ mol L}^{-1}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液于锥形瓶中, 然后加入过量酸化的 KI 溶液并酸化和几滴淀粉溶液, 立即用配制的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定至终点, 消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 25.00 mL。滴定终点的现象是_____ 粗品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数为_____。已知 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。

答案: (1) 纯净物

(2) ① $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) ① $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} \xrightarrow{\text{加热}} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

② 稀盐酸; 沉淀未完全溶解 (并有刺激性气味气体生成)

③ 溶液蓝色褪去并半分钟不褪色; 62.0%

难度: ☆☆

解析:

(1) Na_2SO_3 在酸性条件下发生自身氧化还原反应, +2 价 S 化合价升高变为 +4 价 SO_2 , 降低变为 S, 故方程式为: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) ① 由反应流程图可知, Na_2SO_3 与 S 经一系列操作后可得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 故方程式为: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;

② 因为 BaSO_3 与 BaSO_4 都为白色沉淀, 要检验的 SO_3^{2-} 与 SO_4^{2-} 存在, 只需向沉淀中滴加稀盐酸, BaSO_3 与稀盐酸反应生成 BaCl_2 和 SO_2 , 但 BaSO_4 不与稀盐酸反应。故实验现象为: 沉淀未完全溶解 (并有刺激性气味气体生成)。

③ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 I^- 反应生成 I_2 , 碘遇淀粉变蓝, 所以锥形瓶中溶液开始时为蓝色, 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 I_2 反应用变为 I^- , 溶液蓝色褪去, 故滴定终点为: 溶液蓝色褪去并半分钟不褪色。

$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.00025 \text{ mol}$, $n(\text{I}_2) = 0.00025 \text{ mol} \times 3 = 0.00075 \text{ mol}$.

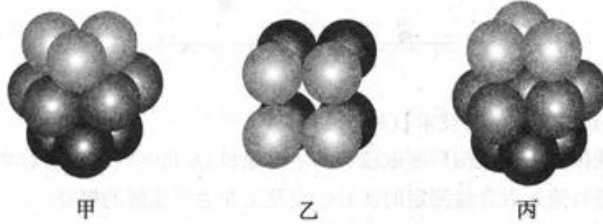
$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.0015 \text{ mol}$, 故原配置溶液中 $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.0015 \text{ mol} \times 10 = 0.015 \text{ mol}$

$M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0.015 \text{ mol} \times 248 \text{ g/mol} = 3.72 \text{ g}$, 故 $\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 3.72 \text{ g} / 6 \text{ g} \times 100\% = 62\%$

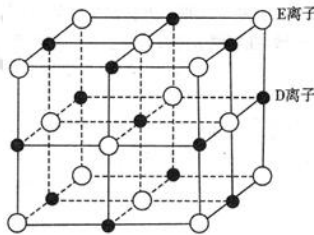
四、选做题（以下两组任选一题作答，共 20 分）

28. 【选修 3—物质结构与性质】A、B、C、D、E、F 为前四周期元素且原子序数依次增大，其中基态 A 原子的电子分布在 3 个能级，且每个能级所含的电子数相同；C 的原子核外最外层有 6 个运动状态不同的电子；D 是短周期元素中电负性最小的元素；E 的最高价氧化物的水化物酸性最强；基态 F 原子核外最外层只有一个电子，其余能层均充满电子。G 元素与 D 元素同主族，且相差 3 个周期。

- (1) 元素 A、B、C 的第一电离能由小到大的是_____（用元素符号表示）。
- (2) E 的最高价含氧酸中 E 原子的杂化方式为_____。基态 E 原子中，核外电子占据最高能级的电子云轮廓形状为_____。
- (3) F 原子的外围电子排布式为_____，F 单质晶体中原子的堆积方式是下图中的_____（填写“甲”、“乙”或“丙”），该晶体的空间利用率为_____。（保留两位有效数字）



- (4) 已知元素 A、B 形成的 $(AB)_2$ 分子中所有原子都满足 8 电子稳定结构，则其分子中 σ 键与 π 键数目之比为_____。
- (5) 通常情况下，D 单质的熔沸点比 G 单质高，原因是_____。
- (6) 已知 DE 晶体的晶胞如下图所示：



若将 DE 晶胞中的所有 E 离子去掉，并将 D 离子全部换为 A 原子，再在其中的 4 个“小立方体”中心各放置一个 A 原子，且这 4 个“小立方体”不相邻。位于“小立方体”中的 A 原子与最近的 4 个 A 原子以单键相连，由此表示 A 的一种晶体的晶胞（已知 A—A 键的键长为 a cm， N_A 表示阿伏加德罗常数），则该晶胞中含有_____个 A 原子，该晶体的密度是_____ $g \cdot cm^{-3}$ （列式表示）。

答案：(1) $C < O < N$

(2) sp^3 哑铃型

(3) $3d^{10}4s^1$ 丙 74%

(4) 3:4

(5) Na、Cs 处于同一主族，并都是金属晶体，同主族元素价电子数相同，从上到下，原子半径依次增大，金属键依次减弱，熔沸点降低

(6) $8 \frac{9\sqrt{3}}{2a^3 N_A}$

解析：A、B、C、D、E、F 为前四周期元素且原子序数依次增大，其中 A 含有 3 个能级，且每个能级所含的电子数相同，则其原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，故 A 为碳元素；D 是短周期元素中电负性最小的元素，则 D 为 Na 元素；C 的最外层有 6 个运动状态不同的电子，处于 VIA 族，结合原子序数可知 C 为 O 元素，故 B 为 N 元素；E 的最高价氧化物的水化物酸性最强，则 E 为 Cl；F 除最外层原子轨道处于半充满状态，其余能层均充满电子，原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ ，则 F 为 Cu；G 元素与 D 元素同主族，且相差 3 个周期，则 G 为 Cs；

(1) 同周期随原子序数增大第一电离能呈增大趋势，但 N 元素原子 2p 能级容纳 3 个电子，处于半满稳定状态，能量较低，第一电离能高于氧元素，故第一电离能 $C < O < N$ ；

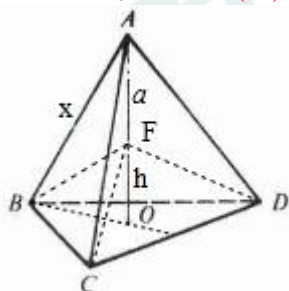
(2) E 的最高价含氧酸为 $HClO_4$ ，分子中 Cl 原子价层电子对数 $= 4 + (7 - 4 \times 2 + 1) / 2 = 4$ ，Cl 原子不含孤对电子，故 Cl 原子的杂化方式为 sp^3 ；由于 Cl 的最外层最高能级为 p 能级，电子云模型为哑铃型；

(3) F 除最外层原子轨道处于半充满状态，其余能层均充满电子，原子核外电子排布为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ ，为 Cu 元素，Cu 晶体属于面心立方最密堆积，为 ABC 型排列方式，故图丙符合，而面心立方堆积，空间利用率为 74%；

(4) $(\text{CN})_2$ 中 C 与 N 以三键结合, C 与 C 单键结合, 所以 δ 键为 3, π 键为 4, 故比例为 3:4;

(5) 略;

(6) NaCl 晶体的晶胞中的所有 Cl^- 离子去掉, 并将 Cl^- 离子全部换为 C(碳)原子, 再在其中的 4 个“小立方体”中心各放置一个 C(碳)原子, 且这 4 个“小立方体”不相邻。位于“小立方体”中的 C 原子与最近的 4 个 C 原子以单键相连, 形成正四面体结构, 晶胞中 C(碳)原子数目 = $4 + 8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 8$, 晶胞质量 = $8 \times 12 \text{g}/\text{NA}$, C-C 键的键长为 $a \text{ cm}$,

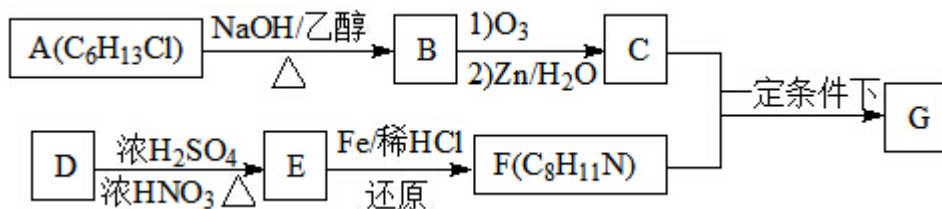


如图正四面体:

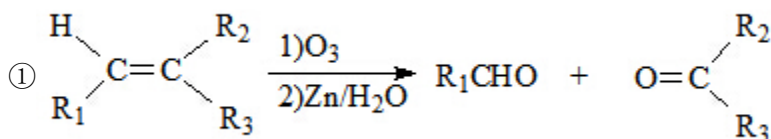
, 连接 F 与 A、B、C、D, 则三棱锥 A-BCD 均分为 4 个等体积的三棱锥,

则 $V_{\text{三棱锥 A-BCD}} = 4V_{\text{三棱锥 F-BCD}}$, 故 $\frac{1}{3}S_{\Delta BCD} \cdot (a+h) = 4 \times \frac{1}{3}S_{\Delta BCD} \cdot h$, 故 $h = 1/3a$, 令正四面体的棱长为 $x \text{ cm}$, 连接 AF 并延长交三角形 BCD 于 O, O 为正三角形 BCD 的中心, BO 垂直平分 CD, 则 BO 的长度 = $x \text{ cm} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2/3 = \frac{\sqrt{3}}{3}x \text{ cm}$, 在直角三角形 BOF 中, $(\frac{\sqrt{3}}{3}x)^2 + (1/3a)^2 = a^2$, 解得 $x = \frac{2\sqrt{6}}{3}a$, 故晶胞的棱长 = $\frac{\sqrt{2}}{2} \times 2x \text{ cm} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 2 \times \frac{2\sqrt{6}}{3}a \text{ cm} = \frac{4\sqrt{3}}{3}a \text{ cm}$, 故晶胞的体积 = $\frac{64}{3\sqrt{3}}a^3 \text{ cm}^3$, 则晶胞密度 = $\frac{9\sqrt{3}}{2a^3 \text{ NA}}$

29. 【选修 5—有机化学基础】席夫碱类化合物 G 在催化、药物、新材料等方面有广泛应用。合成 G 的一种路线如下:



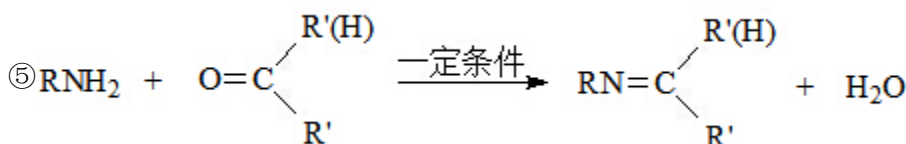
已知以下信息:



② 1 mol B 经上述反应可生成 2 mol C, 且 C 不能发生银镜反应。

③ D 属于单取代芳烃, 其相对分子质量为 106。

④ 核磁共振氢谱显示 F 苯环上有两种化学环境的氢。



回答下列问题:

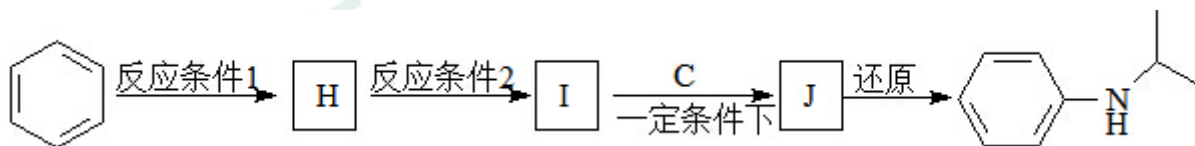
(1) 由 A 生成 B 的化学方程式为 _____, 反应类型为 _____。

(2) D 的化学名称是 _____, 由 D 生成 E 的化学方程式为 _____。

(3) G 的结构简式为 _____。

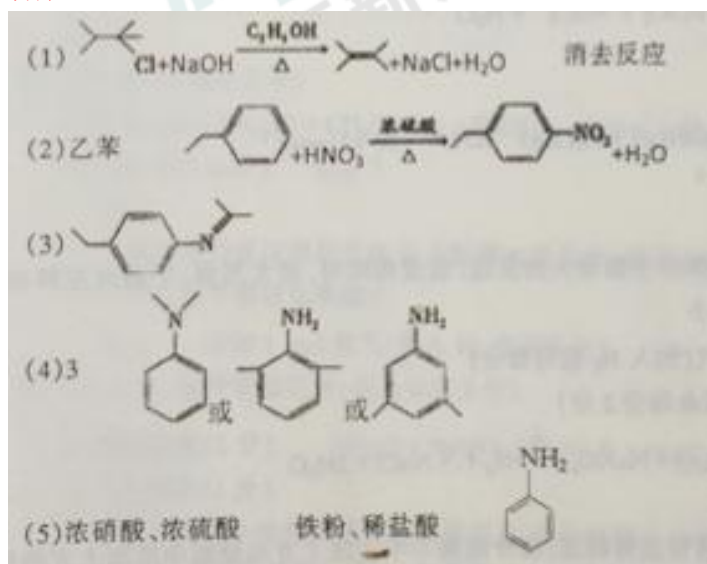
(4)F 的同分异构体中含有苯环且核磁共振氢谱为 4 组峰，且面积比为 6:2:2:1 的同分异构体有_____种（不考虑立体异构），写出其中一种的结构简式：_____。

(5)由苯及化合物 C 经如下步骤可合成 N-异丙基苯胺：



反应条件 1 所选用的试剂为_____，反应条件 2 所选用的试剂为_____，I 的结构简式为_____。

答案：



考点：有机推断

难度：☆☆☆☆