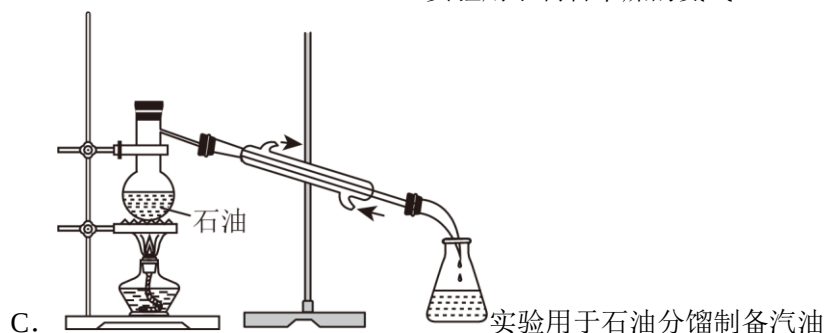
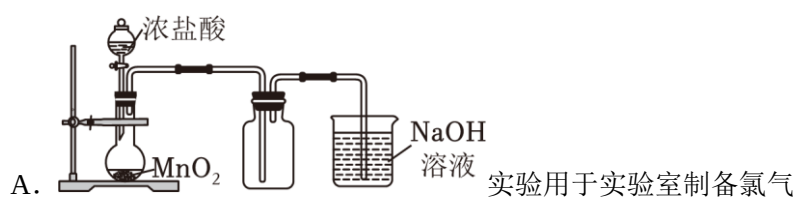
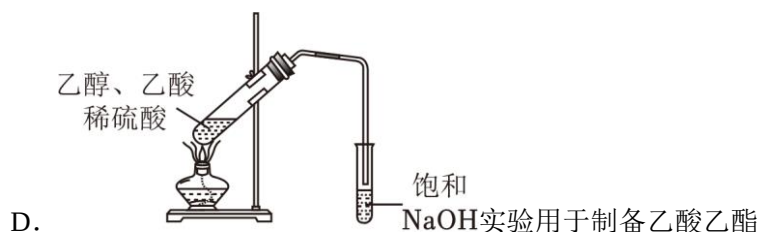


2024 年江苏省徐州市高考化学四模试卷

一、选择题（每题只有一个选项符合题意）

- 金属铊 ($_{81}\text{Tl}$) 有重要用途，可用来制造光电管、光学玻璃等。铊与铯 ($_{55}\text{Cs}$) 同周期，下列说法不正确的是 ()
 - 原子半径: $\text{Cs} > \text{Tl}$
 - 碱性: $\text{CsOH} > \text{Tl}(\text{OH})_3$
 - 与水反应的剧烈程度: $\text{Tl} > \text{Cs}$
 - Tl 是第六周期第 IIIA 元素
- 化学与生活、环境、科技等密切相关。下列说法错误的是 ()
 - 温室效应导致海水的酸度增大，贝壳类生物的生存将会受到威胁
 - 植物油的主要成分是不饱和高级脂肪酸甘油酯，长时间放置的植物油会因水解而变质
 - 常温下用 3 体积乙醇与 1 体积蒸馏水配制成的混合液，可以灭活新型冠状病毒
 - 白葡萄酒含维生素 C 等多种维生素，通常添加微量 SO_2 的目的是防止营养成分被氧化
- 下列有关实验能达到相应实验目的是 ()





4. 利用如图实验装置进行相关实验，能得出相应实验结论的是（ ）

	a	b	c	实验结论	
A	浓醋酸	CaCO ₃	C ₆ H ₅ ONa 溶液	酸性：碳酸>苯酚	
B	Br ₂ 的苯溶液	铁屑	AgNO ₃ 溶液	苯和液溴发生取代反应	
C	浓盐酸	酸性 KMnO ₄ 溶液	碘化钾溶液	氧化性：Cl ₂ >I ₂	
D	饱和食盐水	电石	酸性 KMnO ₄ 溶液	乙炔具有还原性	

A. A

B. B

C. C

D. D

5. 银锌电池广泛用作各种电子仪器的电源，电池反应是： $\text{Ag}_2\text{O} + \text{Zn} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + \text{Zn}(\text{OH})_2$ ，下列说法正确的是（ ）

A. 工作时原电池负极附近溶液的 pH 增大

B. 电子由 Zn 经过溶液流向 Ag₂O

C. 溶液中 OH⁻ 由 Zn 电极移向 Ag₂O 电极

D. Ag₂O 作正极： $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$

6. 以下相关实验不能达到预期目的的是（ ）

A. 试样加水溶解后，再加入足量 Ca(OH)₂ 溶液，有白色沉淀生成检验 NaHCO₃ 固体中是否含 Na₂CO₃

B. 向少量燃尽火柴头的浸泡液中滴加足量稀 HNO₃、AgNO₃ 验证火柴头含有氯离子

C. 加入饱和 Na₂CO₃ 溶液，充分振荡，静置、分层后，分液除去乙酸乙酯中的乙酸

D. 两支试管中装有等体积、等浓度的 H₂O₂ 溶液，向其中一支试管中加入 FeCl₃ 溶液探究 FeCl₃ 溶液对 H₂O₂ 分解速率的影响

7. 下列各组离子能大量共存的是（ ）

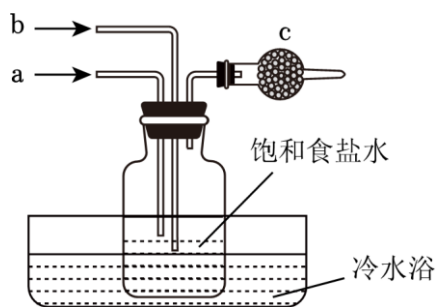
A. 在 pH=0 的溶液中：NH₄⁺、Al³⁺、OH⁻、SO₄²⁻

- B. 在新制氯水中： Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^-
- C. 在加入 NH_4HCO_3 产生气体的溶液中： Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-
- D. 加入 Al 片能产生 H_2 的溶液： NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
8. 用光洁的铂丝蘸取某无色溶液在无色火焰上灼烧，直接观察时看到火焰呈黄色，下列判断正确的是（ ）
- A. 只含 Na^+
- B. 可能含有 Na^+ ，可能还含有 K^+
- C. 既含有 Na^+ ，又含有 K^+
- D. 一定含 Na^+ ，可能含有 K^+
9. 短周期元素 X、Y、Z、M 的原子序数依次增大。元素 X 的一种高硬度单质是宝石， Y^{2+} 电子层结构与氖相同，Z 的质子数为偶数，室温下，M 单质为淡黄色固体。下列说法不正确的是（ ）
- A. X 单质与 M 单质不能直接化合
- B. Y 的合金可用作航空航天飞行器材料
- C. M 简单离子半径大于 Y^{2+} 的半径
- D. X 和 Z 的气态氢化物，前者更稳定
10. 下列根据实验操作和现象得出的结论不正确的是（ ）

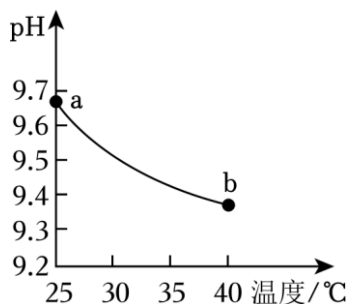
选项	操作及现象	结论
A	将乙烯气体通入酸性 KMnO_4 溶液中，溶液褪色	乙烯具有还原性
B	将少量浓硫酸滴到蔗糖表面，蔗糖变黑，体积膨胀	浓硫酸有脱水性和强氧化性
C	向溶液 X 中先滴加稀硝酸，再滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，出现白色沉淀	溶液 X 中可能含有 SO_3^{2-}
D	向淀粉溶液中加入稀硫酸，水浴加热，一段时间后，再加入新制的氢氧化铜悬浊液并加热，无红色沉淀	淀粉未水解

A. A B. B C. C D. D

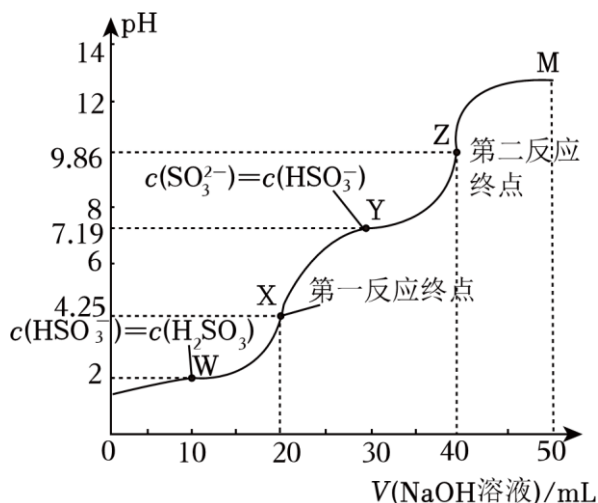
11. 为模拟氨碱法制取纯碱的主要反应，设计在图所示装置。有关说法正确的是（ ）



- A. 先从 b 管通入 NH_3 再从 a 管通入 CO_2
- B. 先从 a 管通入 CO_2 再从 b 管通入 NH_3
- C. 反应一段时间广口瓶内有晶体析出
- D. c 中装有碱石灰以吸收未反应的氨气
12. 镁、铝都是较活泼的金属，下列描述中正确的是（ ）
- A. 高温下，镁、铝在空气中都有抗腐蚀性
- B. 镁、铝都能跟稀盐酸、稀硫酸、强碱反应
- C. 镁在点燃条件下可以与二氧化碳反应，铝在一定条件下可以与氧化铁发生氧化还原反应
- D. 铝热剂是镁条、铝粉和氧化铁的混合物
13. 实验测得 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液 pH 随温度升高而变化的曲线如图所示。将 b 点溶液冷却至 25°C ，加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液，能明显观察到白色沉淀。下列说法正确的是（ ）



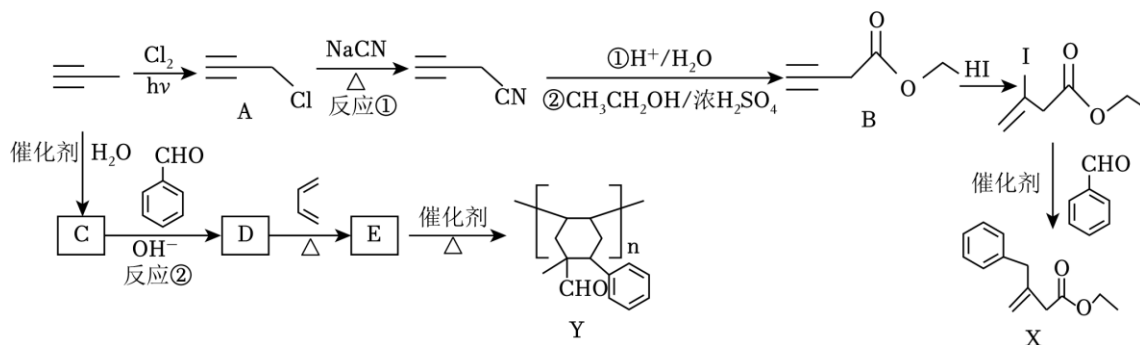
- A. Na_2SO_3 溶液中存在水解平衡 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{OH}^-$
- B. 温度升高，溶液 pH 降低的主要原因是 SO_3^{2-} 水解程度减小
- C. a、b 两点均有 $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$
- D. 将 b 点溶液直接冷却至 25°C 后，其 pH 小于 a 点溶液
14. 用 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液滴定 $40\text{mL } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_3$ 溶液，所得滴定曲线如图所示（忽略混合时溶液体积的变化）。下列叙述错误的是（ ）

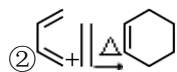
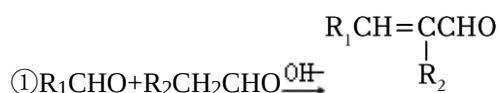


- A. $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ 的数量级为 10^{-8}
- B. 若滴定到第一反应终点，可用甲基橙作指示剂
- C. 图中 Z 点对应的溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{OH}^-)$
- D. 图中 Y 点对应的溶液中： $3c(\text{SO}_3^{2-}) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$
15. 将表面已完全钝化的铝条，插入下列溶液中，不会发生反应的是（ ）
- A. 稀硝酸 B. 稀盐酸 C. 硝酸铜 D. 氢氧化钠
16. 已知 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为弱碱，下列实验事实能证明某酸 HA 为弱酸的是（ ）
- A. 浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HA 的导电性比浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸的导电性弱
- B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{A}$ 溶液的 pH 等于 7
- C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HA 溶液能使甲基橙变红色
- D. 等物质的量浓度的 NaA 和 HA 混合溶液 pH 小于 7

二、非选择题（本题包括 5 小题）

17. 利用丙炔和苯甲醛研究碘代化合物与苯甲醛在 Cr—Ni 催化下可以发生偶联反应和合成重要的高分子化合物 Y 的路线如图：





回答下列问题：

(1) A 的化学名称为 _____。

(2) B 中含氧官能团的名称是 _____。

(3) X 的分子式为 _____。

(4) 反应①的反应类型是 _____。

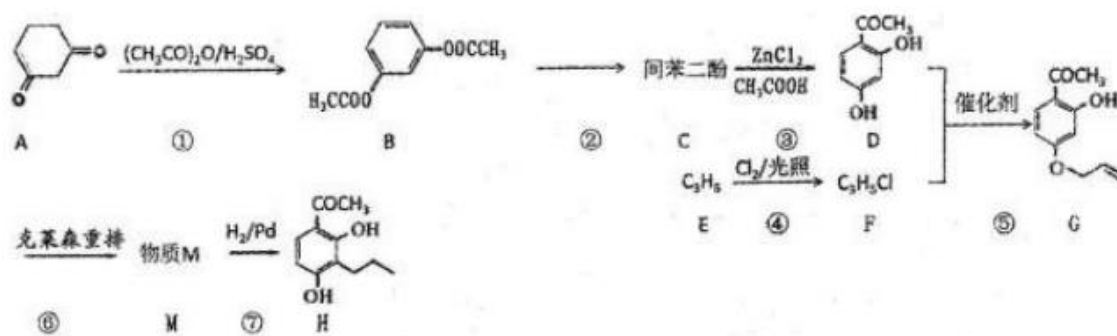
(5) 反应②的化学方程式是 _____。

(6) L 是 D 的同分异构体，属于芳香族化合物，与 D 具有相同官能团，其核磁共振氢谱为 5 组峰，峰面积比为 3:2:2:2:1，则 L 的结构简式可能为 _____。

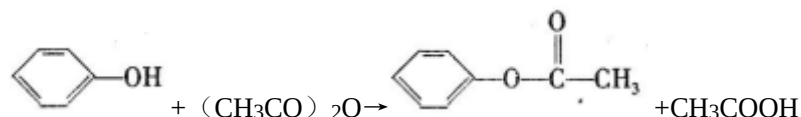
(7) 多环化合物是有机研究的重要方向，请设计由 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 CH_3CHO 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 合成多环化合物



18. 3-正丙基 2,4-二羟基苯乙酮（H）是一种重要的药物合成中间体，合成路线图如图：



已知：



回答下列问题：

(1) G 中的官能团有碳碳双键，羟基，还有 _____ 和 _____。

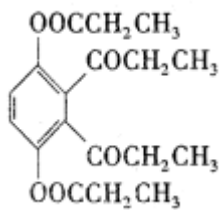
(2) 反应②所需的试剂和条件是 _____。

(3) 物质 M 的结构式 _____。

(4) ⑤的反应类型是 _____。

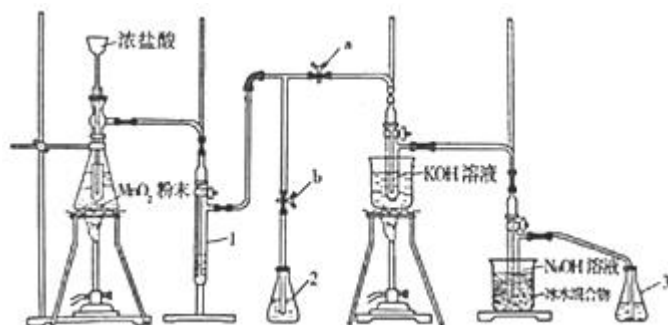
(5) 写出 C 到 D 的反应方程式 _____。

(6) F 的链状同分异构体还有 _____ 种(含顺反异构体)，其中反式结构是 _____。



(7) 设计由对苯=酚和丙酸制备 _____ 的合成路线(无机试剂任选)。

19. 实验室利用如图装置制备氯酸钾和次氯酸钠。



回答下列问题：

(1) 滴加浓盐酸的漏斗伸入试管底部，其原因为 _____。

(2) 装置 1 中盛放的试剂为 _____；若取消此装置，对实验造成的影响为 _____。

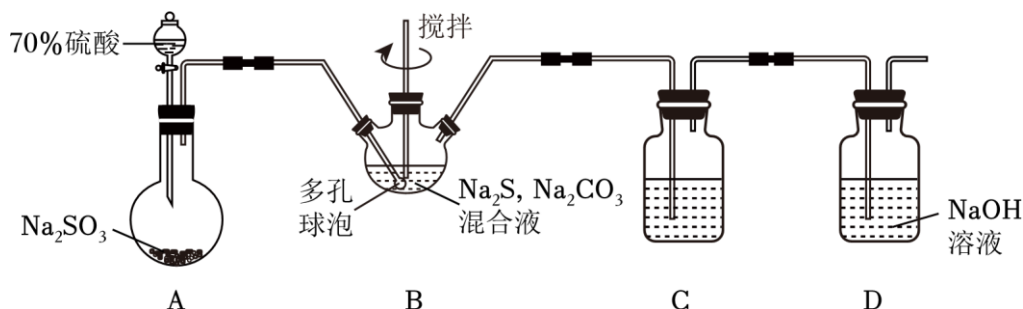
(3) 装置中生成氯酸钾的化学方程式为 _____，产生等物质的量的氯酸钾和次氯酸钠，转移电子的物质的量之比为 _____。

(4) 装置 2 和 3 中盛放的试剂均为 _____。

(5) 待生成氯酸钾和次氯酸钠的反应结束后，停止加热。接下来的操作为打开 _____(填“a”或“b”，下同)，关闭 _____。

20. 硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 在生产生活中具有广泛应用。硫化碱法是工业上制取硫代硫酸钠的方法之一。

实验室模拟工业生产装置如图所示：



(1) 利用如图装置进行实验，为保证硫酸顺利滴下的操作是 _____。

(2) 装置 B 中生成的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 同时还生成 CO_2 ，反应的离子方程式为 _____；在该装置中使用多孔球泡的目的是 _____。

(3) 装置 C 的作用是检验装置 B 中 SO_2 的吸收效果，C 中可选择的试剂是 _____（填字母）。

a. H_2O_2 溶液

b. 溴水

c. KMnO_4 溶液

d. BaCl_2 溶液

(4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液常用于测定废水中 Ba^{2+} 浓度。

①取废水 20.00mL，控制适当的酸度，加入足量 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液，得到 BaCrO_4 沉淀，过滤洗涤后用适量稀酸溶解，此时 CrO_4^{2-} 全部转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ；再加过量 KI 溶液，将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 充分反应；然后加入淀粉溶液作指示剂，用 0.100 mol/L 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液进行滴定： $(\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-)$ ，滴定终点的现象为 _____。平行滴定 3 次，消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的平均用量为 18.00mL。则该废水中 Ba^{2+} 的物质的量浓度为 _____mol/L，

②在滴定过程中，下列实验操作会造成实验结果偏高的是 _____（填字母）。

a. 滴定管未用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液润洗

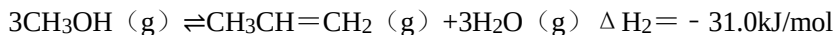
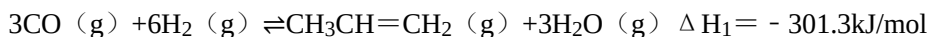
b. 滴定终点时俯视读数

c. 锥形瓶用蒸馏水洗涤后未进行干燥处理

d. 滴定管尖嘴处滴定前无气泡，滴定终点发现有气泡

21. 工业上可用一氧化碳合成可再生能源甲醇。

(1) 已知：



则 CO 与 H_2 合成气态甲醇的热化学方程式为：_____

(2) 某科研小组在 $\text{Cu}_2\text{O}/\text{ZnO}$ 作催化剂的条件下，在 500°C 时，研究了 $n(\text{H}_2):n(\text{CO})$ 分别为 2: 1、5: 2 时 CO 的转化率变化情况（如图 1 所示），则表示 $n(\text{H}_2):n(\text{CO})=2:1$ 的变化曲线为：（填“曲线 a”或“曲线 b”），原因是：_____。

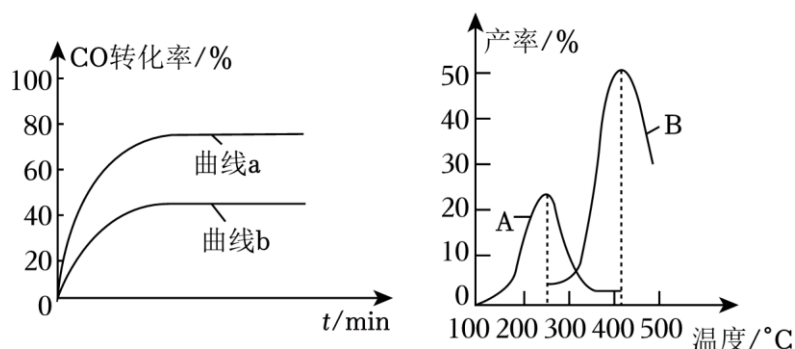


图1

图2

(3) 某科研小组向密闭容器中充入一定量的 CO 和 H_2 合成气态甲醇，分别在 A、B 两种不同催化剂作用下发生反应，一段时间后测得 CH_3OH 的产率与温度的关系如图 2 所示。下列说法正确的是：
(填选项字母)

- a. 使用催化剂 A 能加快相关化学反应速率，但催化剂 A 并未参与反应
- b. 在恒温恒压的平衡体系中充入氩气， CH_3OH 的产率降低
- c. 当 $2V(CO)_{正} = V(H_2)_{逆}$ 时，反应达到平衡

(4) 在一定温度下，在容积均为 2L 的两个恒容密闭容器中，按如下方式加入反应物，一段时间后达到平衡。

容器	甲	乙
反应物投入量	2mol CO、6mol H_2	amol CO、bmol H_2 、cmol $CH_3OH(g)$

若甲容器平衡后气体的压强为开始时的 0.75 倍，则该温度下，该反应的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ ，要使平衡后乙容器与甲容器中相同组分的体积分数相等，且起始时维持化学反应向逆反应方向进行，则容器中 c 的取值范围为： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(5) CO 与日常生活相关

①检测汽车尾气中 CO 含量，可用 CO 分析仪，工作原理类似于燃料电池，其中电解质是氧化钇(Y_2O_3)和氧化锆(ZrO_2)，能传导 O^{2-} ，则负极的电极反应式为： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

②碳酸二甲酯(CH_3O) $_2$ CO 毒性小，是一种绿色化工产品，用 CO 合成(CH_3O) $_2$ CO，其电化学合成原理为 $4CH_3OH + 2CO + O_2 = 2(CH_3O)_2CO + 2H_2O$ 装置如图 3 所示：

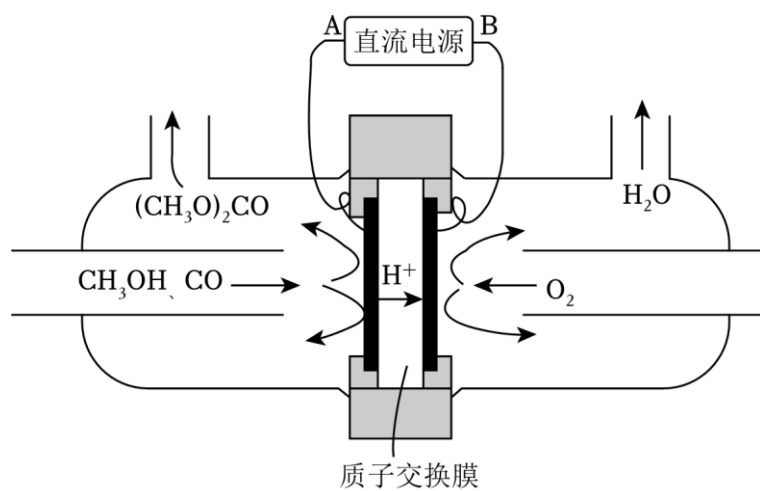


图3

写出阳极的电极反应式：_____。

2024 年江苏省徐州市高考化学四模试卷

参考答案与试题解析

一、选择题（每题只有一个选项符合题意）

1. 金属铊（ $_{81}\text{Tl}$ ）有重要用途，可用来制造光电管、光学玻璃等。铊与铯（ $_{55}\text{Cs}$ ）同周期，下列说法不正确的是（ ）

- A. 原子半径： $\text{Cs} > \text{Tl}$
- B. 碱性： $\text{CsOH} > \text{Tl}(\text{OH})_3$
- C. 与水反应的剧烈程度： $\text{Tl} > \text{Cs}$
- D. Tl 是第六周期第 IIIA 元素

【分析】A. 同周期从左向右原子半径逐渐减小；

B. 同一周期原子序数越大金属性越弱，金属性越强，最高价氧化物对应水化物的碱性越强；

C. 金属性越强，与水反应越剧烈；

D. Tl 与 Al 同主族，位于第六周期。

【解答】解：A. 铊与铯（ $_{55}\text{Cs}$ ）同周期，原子序数越大原子半径越小，则原子半径： $\text{Cs} > \text{Tl}$ ，故 A 正确；

B. 金属性： $\text{Cs} > \text{Al}$ ，最高价氧化物对应水化物的碱性： $\text{CsOH} > \text{Tl}(\text{OH})_3$ ，故 B 正确；

C. 金属性： $\text{Cs} > \text{Al}$ ，则与水反应的剧烈程度： $\text{Tl} < \text{Cs}$ ，故 C 错误；

D. Al 位于 IIIA 族，Cs 位于第三周期，Al 与 Cs 同周期，与 Al 同主族，则 Tl 是第六周期第 IIIA 元素，故 D 正确；

故选：C。

【点评】本题考查原子结构与元素周期律的应用，题目难度不大，注意掌握元素周期律内容及元素周期表结构，试题侧重考查学生的分析、理解能力及逻辑推理能力。

2. 化学与生活、环境、科技等密切相关。下列说法错误的是（ ）

- A. 温室效应导致海水的酸度增大，贝壳类生物的生存将会受到威胁
- B. 植物油的主要成分是不饱和高级脂肪酸甘油酯，长时间放置的植物油会因水解而变质
- C. 常温下用 3 体积乙醇与 1 体积蒸馏水配制成的混合液，可以灭活新型冠状病毒
- D. 白葡萄酒含维生素 C 等多种维生素，通常添加微量 SO_2 的目的是防止营养成分被氧化

【分析】A. 二氧化碳和水反应生成碳酸，可以增加酸度，碳酸能与碳酸钙反应；

B. 植物油成分为不饱和高级脂肪酸甘油酯，易被氧化变质；

C. 体积分数为 75%左右的酒精具有杀菌消毒作用；

D. 依据二氧化硫的还原性解答。

【解答】解：A. 二氧化碳和水反应生成碳酸，可以增加酸度，碳酸能与碳酸钙反应，所以珊瑚、贝壳类等生物的生存将会受到威胁，故 A 正确；

B. 植物油的主要成分是不饱和高级脂肪酸甘油酯，长时间放置的植物油会因氧化而变质，故 B 错误；

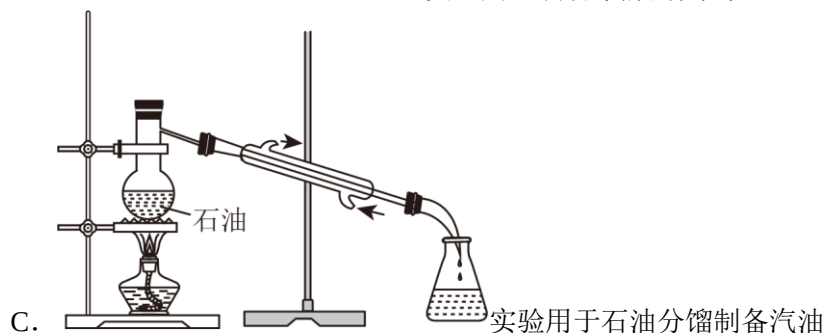
C. 常温下用 3 体积乙醇与 1 体积蒸馏水配制成的混合液，混合液中乙醇体积分数约为 75%，具有杀菌消毒作用，可以灭活新型冠状病毒，故 C 正确；

D. 二氧化硫具有还原性，白葡萄酒含维生素 C 等多种维生素，通常添加微量 SO_2 的目的是防止营养成分被氧化，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查物质的性质及应用，为高频考点，把握物质的性质、发生的反应和性质与用途的关系为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意化学与生活的联系，题目难度不大。

3. 下列有关实验能达到相应实验目的是（ ）





D. 饱和 NaOH 实验用于制备乙酸乙酯

【分析】A. 浓盐酸与二氧化锰反应需要加热；

B. 氨气的密度比空气密度小；

C. 蒸馏时温度计测定馏分的温度，冷却水下进上出；

D. 乙酸乙酯与 NaOH 反应。

【解答】解：A. 浓盐酸与二氧化锰反应需要加热，图中缺少酒精灯，故 A 错误；

B. 氨气的密度比空气密度小，应选向下排空气法收集，故 B 错误；

C. 蒸馏时温度计测定馏分的温度，冷却水下进上出，图中操作合理，故 C 正确；

D. 乙酸乙酯与 NaOH 反应，小试管中应为饱和碳酸钠溶液，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查化学实验方案的评价，为高频考点，把握物质的性质、物质的制备、混合物分离提纯、实验技能为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意实验的评价性分析，题目难度不大。

4. 利用如图实验装置进行相关实验，能得出相应实验结论的是（ ）

	a	b	c	实验结论	
A	浓醋酸	CaCO ₃	C ₆ H ₅ ONa 溶液	酸性：碳酸 > 苯酚	
B	Br ₂ 的苯溶液	铁屑	AgNO ₃ 溶液	苯和液溴发生取代反应	
C	浓盐酸	酸性 KMnO ₄ 溶液	碘化钾溶液	氧化性：Cl ₂ > I ₂	
D	饱和食盐水	电石	酸性 KMnO ₄ 溶液	乙炔具有还原性	

A. A

B. B

C. C

D. D

【分析】A. 醋酸易挥发，醋酸与苯酚钠反应；

B. 溴易挥发，溴及 HBr 均与硝酸银反应；

C. 浓盐酸可被高锰酸钾氧化生成氯气，氯气与 KI 反应生成碘；

D. 生成的乙炔中混有硫化氢，均使高锰酸钾褪色。

【解答】解：A. 醋酸易挥发，醋酸与苯酚钠反应，实验不能比较碳酸、苯酚的酸性，故 A 错误；
 B. 溴易挥发，溴及 HBr 均与硝酸银反应，由生成沉淀不能判断是否苯发生取代反应，故 B 错误；
 C. 浓盐酸可被高锰酸钾氧化生成氯气，氯气与 KI 反应生成碘，由现象可知氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ ，故 C 正确；
 D. 生成的乙炔中混有硫化氢，均使高锰酸钾褪色，实验不能说明乙炔具有还原性，故 D 错误；
 故选：C。

【点评】本题考查化学实验方案的评价，为高频考点，把握物质的性质、物质的制备、反应与现象、实验技能为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意实验的评价性分析，题目难度不大。

5. 银锌电池广泛用作各种电子仪器的电源，电池反应是： $\text{Ag}_2\text{O} + \text{Zn} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + \text{Zn}(\text{OH})_2$ ，下列说法正确的是（ ）

- A. 工作时原电池负极附近溶液的 pH 增大
- B. 电子由 Zn 经过溶液流向 Ag_2O
- C. 溶液中 OH^- 由 Zn 电极移向 Ag_2O 电极
- D. Ag_2O 作正极： $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$

【分析】根据电池反应式知，Zn 失电子发生氧化反应而作负极，氧化银作正极，负极发生反应 $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ ，溶液 pH 值减小，正极上发生反应： $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$ ，溶液 pH 增大，放电时，电解质溶液中阴离子向负极移动、阳离子向正极移动，据此分析解答。

【解答】解：A. 负极上锌失电子发生氧化反应，电极反应式为 $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$ ，溶液 pH 值减小，故 A 错误；
 B. 原电池中电子由负极沿外电路流向正极，所以电子由 Zn 经过外电路流向 Ag_2O ，不经过电解质溶液中，故 B 错误；
 C. 放电时，电解质溶液中 OH^- 向负极移动， OH^- 由 Ag_2O 电极移向 Zn 电极，故 C 错误；
 D. 氧化银是正极，正极发生还原反应，正极反应式为 $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$ ，故 D 正确；
 故选：D。

【点评】本题考查化学电源新型电池，为高频考点，明确各个电极上发生的反应是解本题关键，难点是电极反应式的书写，要结合电解质溶液酸碱性书写，易错选项是 D，题目难度不大。

6. 以下相关实验不能达到预期目的的是（ ）

- A. 试样加水溶解后，再加入足量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液，有白色沉淀生成检验 NaHCO_3 固体中是否含 Na_2CO_3
- B. 向少量燃尽火柴头的浸泡液中滴加足量稀 HNO_3 、 AgNO_3 验证火柴头含有氯离子

C. 加入饱和 Na_2CO_3 溶液，充分振荡，静置、分层后，分液除去乙酸乙酯中的乙酸

D. 两支试管中装有等体积、等浓度的 H_2O_2 溶液，向其中一支试管中加入 FeCl_3 溶液探究 FeCl_3 溶液对 H_2O_2 分解速率的影响

【分析】A. 碳酸钠、碳酸氢钠溶液均与氢氧化钙反应；

B. 硝酸可排除干扰离子，氯离子与硝酸银反应生成白色沉淀；

C. 乙酸与饱和碳酸钠反应，乙酸乙酯与溶液分层；

D. 只有一支试管中有催化剂。

【解答】解：A. 碳酸钠、碳酸氢钠溶液均与氢氧化钙反应，生成白色沉淀，不能用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液检验 NaHCO_3 固体中是否含 Na_2CO_3 ，故 A 错误；

B. 检验氯离子，需要硝酸、硝酸银，则向少量燃尽火柴头的浸泡液中滴加足量稀 HNO_3 、 AgNO_3 可检验，故 B 正确；

C. 乙酸与饱和碳酸钠反应，乙酸乙酯与溶液分层，然后分液可分离，故 C 正确；

D. 只有一支试管中有催化剂，可探究 FeCl_3 溶液对 H_2O_2 分解速率的影响，故 D 正确；

故选：A。

【点评】本题考查化学实验方案的评价，为高频考点，把握物质的性质、物质的检验、混合物的分离提纯、反应速率、实验技能为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意元素化合物知识的应用，题目难度不大。

7. 下列各组离子能大量共存的是（ ）

A. 在 $\text{pH}=0$ 的溶液中： NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 OH^- 、 SO_4^{2-}

B. 在新制氯水中： Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^-

C. 在加入 NH_4HCO_3 产生气体的溶液中： Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-

D. 加入 Al 片能产生 H_2 的溶液： NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 、 NO_3^-

【分析】A. $\text{pH}=0$ 的溶液呈酸性，能和氢离子反应的离子不能大量共存；

B. 新制氯水中含有盐酸、次氯酸和氯气；

C. 能和碳酸氢铵反应的离子不能大量共存；

D. 加入 Al 生成氢气的溶液为弱氧化性酸或强碱溶液。

【解答】解：A. 在 $\text{pH}=0$ 的溶液呈酸性，氢离子和 OH^- 生成水而不能大量共存，故 A 错误；

B. 在新制氯水中，氯水具有强氧化性，氯水中的氯气、 HClO 都能氧化 Fe^{2+} 生成铁离子而不能大量共存，故 B 错误；

C. NH_4HCO_3 和 Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 都不反应，所以能大量共存，故 C 正确；

D. 加入 Al 片能产生 H_2 的溶液为弱氧化性酸或强碱溶液， NH_4^+ 、 HCO_3^- 在碱性条件下不共存， HCO_3^- 在酸性条件下不共存，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查离子共存，为高频考点，侧重考查氧化还原反应、复分解反应，明确离子性质、离子共存条件、物质之间的转化关系是解本题关键，注意题干中隐含信息的正确获取和灵活运用，B 为解答易错点，题目难度不大。

8. 用光洁的铂丝蘸取某无色溶液在无色火焰上灼烧，直接观察时看到火焰呈黄色，下列判断正确的是（ ）

- A. 只含 Na^+
- B. 可能含有 Na^+ ，可能还含有 K^+
- C. 既含有 Na^+ ，又含有 K^+
- D. 一定含 Na^+ ，可能含有 K^+

【分析】焰色试验是元素的性质，溶液中有 Na^+ 时，在无色灯焰上灼烧时观察到黄色火焰，但 K^+ 的焰色试验必须透过蓝色的钴玻璃才能观察到。

【解答】解：钠离子的焰色试验为黄色，钾离子的焰色试验为紫色，会被钠离子的黄色所掩蔽，所以焰色反应为黄色，说明一定含 Na^+ 也可含 K^+ ，

故选：D。

【点评】本题考查焰色试验，明确不同元素的焰色不同，并注意钾元素的焰色试验的观察必须透过蓝色钴玻璃滤去黄光。

9. 短周期元素 X、Y、Z、M 的原子序数依次增大。元素 X 的一种高硬度单质是宝石， Y^{2+} 电子层结构与氖相同，Z 的质子数为偶数，室温下，M 单质为淡黄色固体。下列说法不正确的是（ ）

- A. X 单质与 M 单质不能直接化合
- B. Y 的合金可用作航空航天飞行器材料
- C. M 简单离子半径大于 Y^{2+} 的半径
- D. X 和 Z 的气态氢化物，前者更稳定

【分析】短周期元素 X、Y、Z、M 的原子序数依次增大，元素 X 的一种单质是高硬度的宝石，故 X 为 C； Y^{2+} 的电子层结构与氖相同，故 Y 为 Mg；室温下 M 的单质为淡黄色固体，故 M 为 S，而 Z 的原子序数大于 Mg 而小于 S，且质子数为偶数，故 Z 为 Si，以此解答该题。

【解答】解：由以上分析可知 X 为 C，Y 为 Mg，Z 为 Si，M 为 S，

A. 高温条件下，硫和碳反应可生成 CS_2 ，故 A 错误；

B. Y 为 Mg，对应的合金硬度大，密度小，可用作航空航天飞行器材料，故 B 正确；

C. S^{2-} 比 Mg^{2+} 多一个电子层，离子半径较大，故 C 正确；

D. 非金属性 $C > Si$ ，C 的氢化物较稳定，故 D 正确。

故选：A。

【点评】本题考查了原子结构与元素周期律的关系，题目难度中等，正确推断元素为解答关键，注意熟练掌握原子结构与元素周期律、元素周期表的关系，试题培养了学生的灵活应用能力。

10. 下列根据实验操作和现象得出的结论不正确的是（ ）

选项	操作及现象	结论
A	将乙烯气体通入酸性 $KMnO_4$ 溶液中，溶液褪色	乙烯具有还原性
B	将少量浓硫酸滴到蔗糖表面，蔗糖变黑，体积膨胀	浓硫酸有脱水性和强氧化性
C	向溶液 X 中先滴加稀硝酸，再滴加 $Ba(NO_3)_2$ 溶液，出现白色沉淀	溶液 X 中可能含有 SO_3^{2-}
D	向淀粉溶液中加入稀硫酸，水浴加热，一段时间后，再加入新制的氢氧化铜悬浊液并加热，无红色沉淀	淀粉未水解

A. A

B. B

C. C

D. D

【分析】A. 高锰酸钾具有强氧化性，乙烯能被高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色；

B. 浓硫酸具有脱水性和强氧化性；

C. 亚硫酸根离子能被酸性氧化生成硫酸根离子；

D. 加入新制氢氧化铜悬浊液之前没有加 NaOH 溶液中和未反应的稀硫酸。

【解答】解：A. 高锰酸钾具有强氧化性，乙烯能被高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色，所以该实验体现乙烯的还原性，故 A 正确；

B. 浓硫酸具有脱水性和强氧化性，浓硫酸能将蔗糖中的 H、O 元素以 2：1 水分子的形式除去，该实验体现浓硫酸的脱水性和强氧化性，故 B 正确；

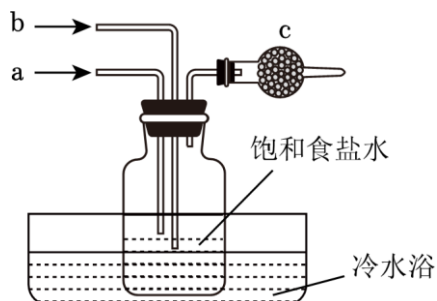
C. 亚硫酸根离子能被酸性氧化生成硫酸根离子，所以该溶液中可能含有亚硫酸根离子，故 C 正确；

D. 加入新制氢氧化铜悬浊液之前没有加 NaOH 溶液中和未反应的稀硫酸，否则不产生红色沉淀，故 D 错误；

故选：D。

【点评】本题考查化学实验方案的评价，为高频考点，把握物质的性质、反应与现象、实验技能为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意实验的评价性分析，题目难度不大。

11. 为模拟氨碱法制取纯碱的主要反应，设计在图所示装置。有关说法正确的是（ ）



- A. 先从 b 管通入 NH_3 再从 a 管通入 CO_2
- B. 先从 a 管通入 CO_2 再从 b 管通入 NH_3
- C. 反应一段时间广口瓶内有晶体析出
- D. c 中装有碱石灰以吸收未反应的氨气

【分析】氨气极易溶于水，需要防止倒吸，则 a 通入 NH_3 、b 通 CO_2 ；二氧化碳与水反应形成不稳定的碳酸，使水吸收二氧化碳量较少，而把二氧化碳通入溶有氨气而呈碱性的水中，会使生成的碳酸与氨水发生反应，而增大二氧化碳气体的吸收，所以正确操作为：先从 a 管通入 NH_3 再从 b 管通入 CO_2 ，据此进行解答。

【解答】解：A. 应该 a 通入 NH_3 、b 通 CO_2 ，否则氨气易发生倒吸，故 A 错误；

B. 二氧化碳与水反应形成不稳定的碳酸，使水吸收二氧化碳量较少，而把二氧化碳通入溶有氨气而呈碱性的水中，会使生成的碳酸与氨水发生反应，而增大二氧化碳气体的吸收，应该先通入氨气再通二氧化碳，故 B 错误；

C. 反应的化学方程式为： $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaHCO}_3 \downarrow$ ，由于碳酸氢钠的溶解度很小，以晶体形式析出，故 C 正确；

D. 氨气是污染性气体，c 的作用是吸收逸出氨气，防止环境污染，碱石灰不能吸收氨气，可用氯化钙，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查侯氏制碱法的应用，题目难度中等，明确通入气体的导管及先后顺序为解答关键，注意掌握侯氏制碱法原理，试题侧重考查学生的分析、理解能力及化学实验能力。

12. 镁、铝都是较活泼的金属，下列描述中正确的是（ ）

- A. 高温下，镁、铝在空气中都有抗腐蚀性
- B. 镁、铝都能跟稀盐酸、稀硫酸、强碱反应
- C. 镁在点燃条件下可以与二氧化碳反应，铝在一定条件下可以与氧化铁发生氧化还原反应
- D. 铝热剂是镁条、铝粉和氧化铁的混合物

【分析】A. 高温下，Mg、铝能与氧气反应生成氧化物；

B. Mg 与氢氧化钠不反应；

C. Mg 与二氧化碳反应生成 MgO 和碳，Al 与氧化铁反应生成氧化铝和铁；

D. 铝热反应为铝与某些金属氧化物的反应。

【解答】解：A. 高温下，Mg、铝能与氧气反应生成氧化物，则高温下镁和铝在空气中没有抗腐蚀性，故 A 错误；

B. Mg、Al 与盐酸都反应，Al 能与氢氧化钠反应，Mg 与氢氧化钠不反应，故 B 错误；

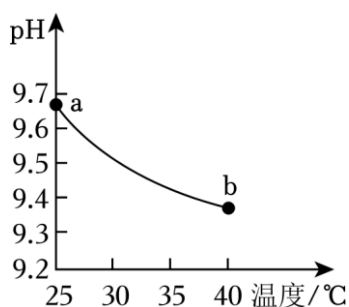
C. 在点燃条件下，Mg 与二氧化碳反应生成 MgO 和碳，高温条件下，Al 与氧化铁反应生成氧化铝和铁，故 C 正确；

D. 因铝热反应为铝与某些金属氧化物的反应，镁条是用来引发铝热反应的物质，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查元素化合物的性质，题目难度不大，学习中注意对基础知识的识记，注意 Mg 的化学性质，侧重于考查学生的分析能力和对基础知识的应用能力。

13. 实验测得 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液 pH 随温度升高而变化的曲线如图所示。将 b 点溶液冷却至 25°C ，加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液，能明显观察到白色沉淀。下列说法正确的是（ ）



A. Na_2SO_3 溶液中存在水解平衡 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{OH}^-$

B. 温度升高，溶液 pH 降低的主要原因是 SO_3^{2-} 水解程度减小

C. a、b 两点均有 $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$

D. 将 b 点溶液直接冷却至 25°C 后，其 pH 小于 a 点溶液

【分析】 SO_3^{2-} 是弱酸的酸根，在水中会水解显碱性，而温度升高水解程度增大，溶液碱性理论上应该增强，但是实际上碱性却在减弱，加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液，能明显观察到白色沉淀，因此部分 SO_3^{2-} 被空气中的氧气氧化为 SO_4^{2-} ，结合影响水解的因素来分析本题即可。

【解答】解： SO_3^{2-} 是弱酸的酸根，在水中会水解显碱性，而温度升高水解程度增大，溶液碱性理论上应该增强，但是实际上碱性却在减弱，加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液，能明显观察到白色沉淀，因此部分 SO_3^{2-} 被空气中的氧气氧化为 SO_4^{2-} ，

A. 水解反应是分步进行的， Na_2SO_3 溶液中存在水解平衡 $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$ ， $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ ，故 A 错误；

B. 水解是吸热反应，温度升高，溶液 pH 降低的主要原因是 SO_3^{2-} 被氧气氧化，故 B 错误；

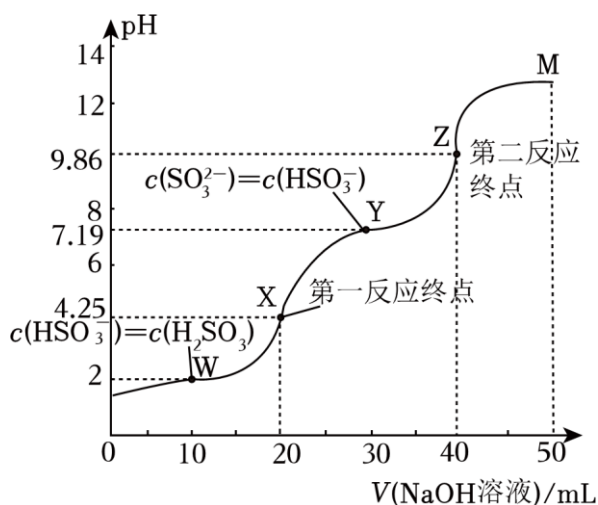
C. 温度升高溶液中部分 SO_3^{2-} 被氧化，因此写物料守恒时还需要考虑 SO_4^{2-} ，故 C 错误；

D. 当 b 点溶液直接冷却至 25°C 后，因部分 SO_3^{2-} 被氧化为 SO_4^{2-} ， SO_3^{2-} 的浓度降低， SO_3^{2-} 的水解平衡左移，溶液中氢氧根离子浓度减小，pH 减小，所以其 pH 小于 a 点溶液，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查了盐的水解原理及其应用，题目难度不大，明确盐的水解原理及其影响为解答关键，试题侧重基础知识的考查，培养了学生的灵活应用能力。

14. 用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定 $40 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_3 溶液，所得滴定曲线如图所示（忽略混合时溶液体积的变化）。下列叙述错误的是（ ）



- A. $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ 的数量级为 10^{-8}

B. 若滴定到第一反应终点，可用甲基橙作指示剂

C. 图中 Z 点对应的溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{OH}^-)$

D. 图中 Y 点对应的溶液中： $3c(\text{SO}_3^{2-}) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$

【分析】A. $c(\text{SO}_3^{2-}) = c(\text{HSO}_3^-)$ 时， $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-)} = c(\text{H}^+)$;

B. 甲基橙的变色范围为 3.1 - 4.4，滴定第一反应终点 pH 在 4.25;

C. Z 点溶质为 Na_2SO_3 ， SO_3^{2-} 水解生成 HSO_3^- ， SO_3^{2-} 水解和水电离都生成 OH^- ;

D. Y 点溶液中存在电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$ ，且该点 $c(\text{SO}_3^{2-}) = c(\text{HSO}_3^-)$ 。

【解答】解：A. $c(\text{SO}_3^{2-}) = c(\text{HSO}_3^-)$ 时， $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-)} = c(\text{H}^+) = 10^{-7.19}$ ，

则 $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ 的数量级为 10^{-8} ，故 A 正确;

B. 甲基橙的变色范围为 3.1 - 4.4，滴定第一反应终点 pH 在 4.25，所以可以选取甲基橙作指示剂，溶液由红色变为橙色，故 B 正确;

C. Z 点溶质为 Na_2SO_3 ， SO_3^{2-} 水解生成 HSO_3^- ， SO_3^{2-} 水解和水电离都生成 OH^- ，所以存在 $c(\text{HSO}_3^-) < c(\text{OH}^-)$ ，故 C 错误;

D. Y 点溶液中存在电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$ ，且该点 $c(\text{SO}_3^{2-}) = c(\text{HSO}_3^-)$ ，所以存在 $3c(\text{SO}_3^{2-}) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$ ，故 D 正确;

故选：C。

【点评】本题考查酸碱混合溶液定性判断，侧重考查图象分析判断及计算能力，明确电离平衡常数计算方法、图中各点溶液中溶质成分及其性质是解本题关键，注意电荷守恒的灵活运用，A 为解答易错点。

15. 将表面已完全钝化的铝条，插入下列溶液中，不会发生反应的是（ ）

A. 稀硝酸

B. 稀盐酸

C. 硝酸铜

D. 氢氧化钠

【分析】表面已完全钝化的铝条，表明生成氧化铝，结合氧化铝与酸、碱的反应来解答。

【解答】解：表面已完全钝化的铝条，表明生成氧化铝，氧化铝具有两性，与硝酸、盐酸、NaOH 均反应，但氧化铝与硝酸铜不反应，

故选：C。

【点评】本题考查 Al 及氧化铝的性质，为高频考点，把握完全钝化表面为氧化铝为解答的关键，侧重氧化铝两性的考查，题目难度不大。

16. 已知 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为弱碱，下列实验事实能证明某酸 HA 为弱酸的是（ ）

- A. 浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HA 的导电性比浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸的导电性弱
- B. $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4A 溶液的 pH 等于 7
- C. $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HA 溶液能使甲基橙变红色
- D. 等物质的量浓度的 NaA 和 HA 混合溶液 pH 小于 7

【分析】部分电离的电解质为弱电解质，要想证明 HA 为弱酸，只要证明 HA 部分电离即可。

【解答】解：A. 浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HA 的导电性比浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸的导电性弱，说明 HA 中离子浓度小于硫酸，硫酸是二元酸，不能说明 HA 部分电离，所以不能证明 HA 为弱酸，故 A 错误；

B. NH_4A 溶液中，由于 NH_4^+ 水解使溶液呈酸性，若 HA 为强酸， NH_4A 溶液 $\text{pH} < 7$ ，而 $\text{pH} = 7$ 说明 A^- 水解，说明 HA 为弱酸，故 B 正确；

C. 甲基橙的变色范围为 3.1~4.4，当溶液的 pH 小于 3.1 时，甲基橙均能变红色，不能说明 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HA 溶液 pH 是否大于 1，故 C 错误；

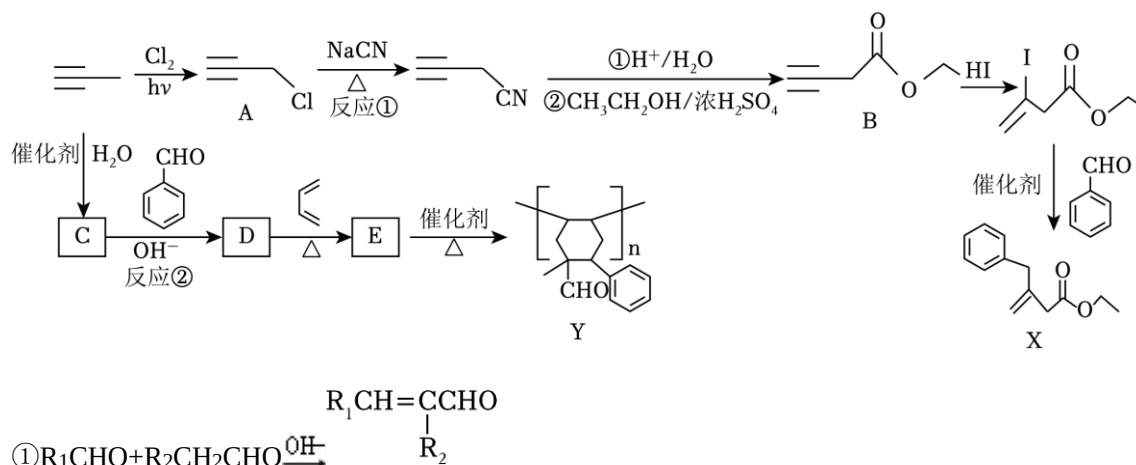
D. 若 HA 为强酸，等浓度的 NaA、HA 混合溶液 pH 也小于 7，故 D 错误；

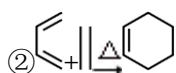
故选：B。

【点评】本题考查电解质强弱的判断，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确电解质强弱的判断方法是解本题关键，A 选项易忽略硫酸为二元酸而导致错误判断。

二、非选择题（本题包括 5 小题）

17. 利用丙炔和苯甲醛研究碘代化合物与苯甲醛在 Cr—Ni 催化下可以发生偶联反应和合成重要的高分子化合物 Y 的路线如图：





回答下列问题：

(1) A 的化学名称为 3-氯丙炔。

(2) B 中含氧官能团的名称是 酯基。

(3) X 的分子式为 C₁₃H₁₆O₂。

(4) 反应①的反应类型是 取代反应。

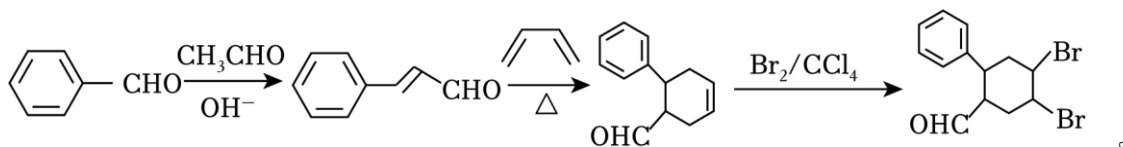
(5) 反应②的化学方程式是

(6) L 是 D 的同分异构体，属于芳香族化合物，与 D 具有相同官能团，其核磁共振氢谱为 5 组峰，峰

面积比为 3: 2: 2: 2: 1，则 L 的结构简式可能为

(7) 多环化合物是有机研究的重要方向，请设计由 、CH₃CHO、 合成多环化合物

的路线（无机试剂任选）



【分析】丙炔和氯气发生取代反应生成 A，①为取代反应，生成 B 的反应为：先发生水解反应后发生酯化反应，B 和 HI 的反应为加成反应；丙炔和水发生加成反应生成 C，C 能和苯甲醛发生信息①，说

明 C 中含有醛基，则 C 为 CH₃CH₂CHO，D 为 ，D 和 1, 3-丁二烯发生信息②的反应生

成 E 为 ，E 发生加聚反应生成 Y；

(7) 由 、CH₃CHO、 合成多环化合物 ，CH₃CHO、 发生信息①的反应生成 ，然后和 发生信息②的反应，最后和溴发生加成反应得到目标产物。

【解答】解：（1）A 的化学名称为 3-氯丙炔，

故答案为：3-氯丙炔；

（2）B 中含氧官能团的名称是酯基，

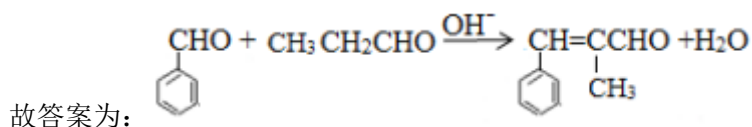
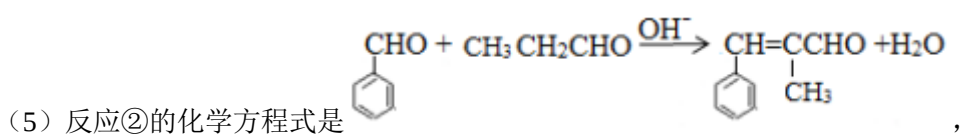
故答案为：酯基；

（3）X 的分子式为 $C_{13}H_{16}O_2$ ，

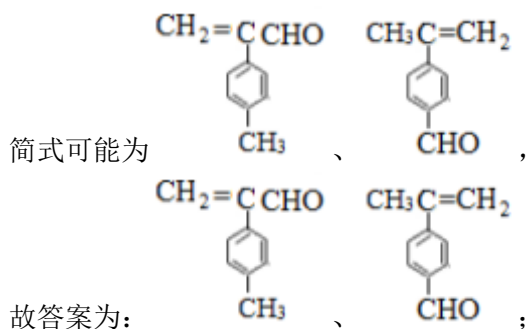
故答案为： $C_{13}H_{16}O_2$ ；

（4）反应①的反应类型是取代反应，

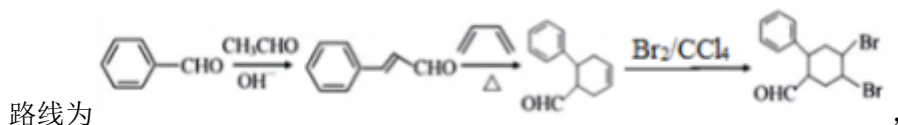
故答案为：取代反应；

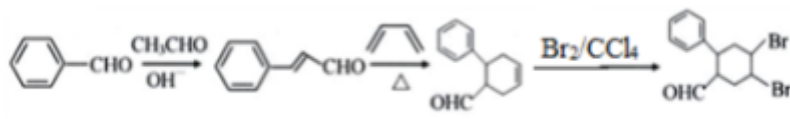


（6）D 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CHO}$ ，L 是 D 的同分异构体，属于芳香族化合物，说明含有苯环；与 D 具有相同官能团，说明含有碳碳双键和醛基；其核磁共振氢谱为 5 组峰，峰面积比为 3:2:2:2:1，则 L 的结构



（7）由 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 、 CH_3CHO 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 合成多环化合物 $\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{OBr}_2$ ， CH_3CHO 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 发生信息①的反应生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCHO}$ ，然后和 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 发生信息②的反应，最后和溴发生加成反应得到目标产物，其合成

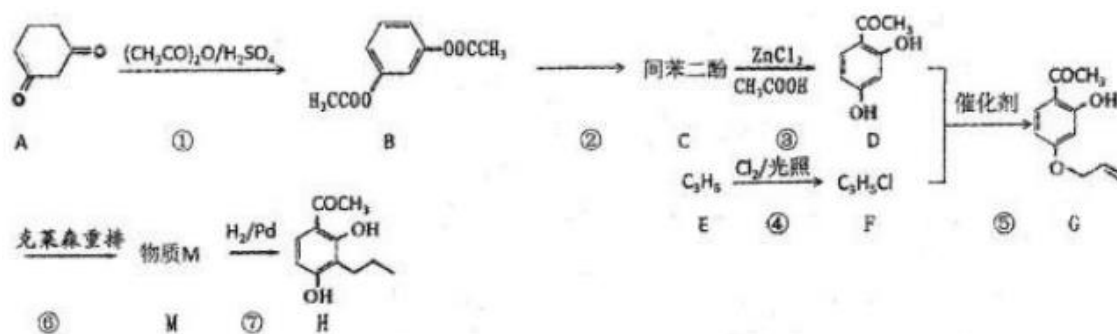




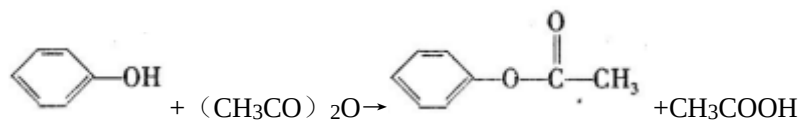
故答案为：

【点评】本题考查有机物推断，侧重考查学生分析、推断及获取信息、灵活运用信息能力，明确有机物官能团及其性质、物质之间的转化关系是解本题关键，注意：名词“偶联反应”为大学知识点，但是该题中以隐含信息形式出现，为该题一个亮点，题目难度中等。

18. 3-正丙基 2,4-二羟基苯乙酮（H）是一种重要的药物合成中间体，合成路线图如图：



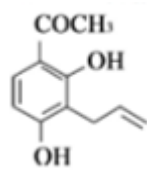
已知：



回答下列问题：

（1）G 中的官能固有碳碳双键，羟基，还有 羰基 和 醚键。

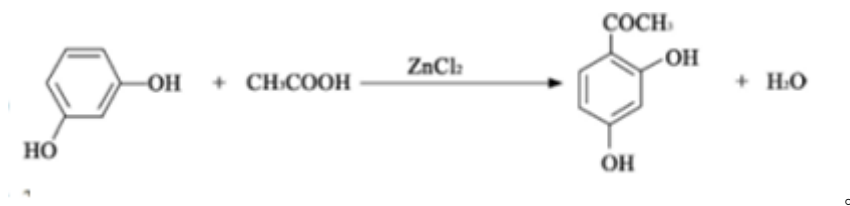
（2）反应②所需的试剂和条件是 H₂O/H⁺、加热。



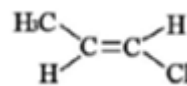
（3）物质 M 的结构式 。

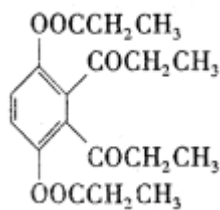
（4）⑤的反应类型是 取代反应。

（5）写出 C 到 D 的反应方程式



（6）F 的链状同分异构体还有 3 种（含顺反异构体），其中反式结构是 。





(7) 设计由对苯二酚和丙酸制备 的合成路线（无机试剂任选）。

【分析】(1) 根据 G 的结构简式可知 G 中的官能团：

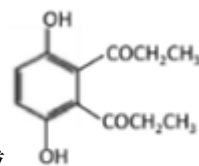
(2) B 中有两个酯基，发生水解生成间苯二酚，据此判断反应②所需的试剂和条件；

(3) 比较 G 和 H 的结构简式可知，G 先发生重排反应，将醚键中的丙烯基重排到与羟基相邻的苯环上，再与氢气发生加成反应，生成 H，据此判断物质 M 的结构式；

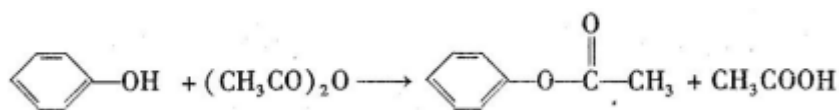
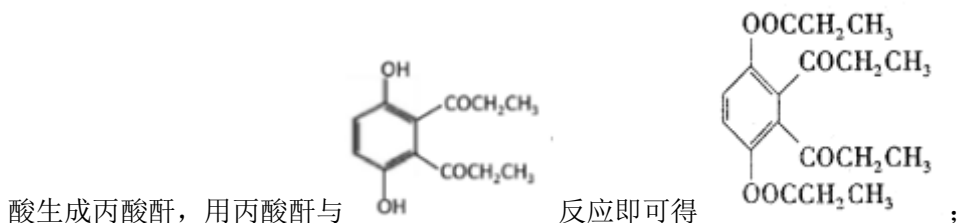
(4) 比较 D、F 和 G 的结构简式可知反应⑤是 F 中的丙烯基取代了 D 中酚羟基中的氢而生 G，据此判断⑤的反应类型是；

(5) 根据流程可知，C 发生取代反应生成 D，据此书写 C 到 D 的反应方程式；

(6) 根据 F 的结构简式可知，F 的链状同分异构体主要考虑官能团的位置异构和顺反异构，据此判断和书写相关同分异构体；



(7) 对苯二酚和丙酸在氯化锌的条件下发生类似题中流程中的反应③生成 ，再用丙

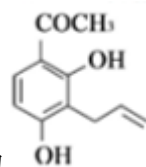


【解答】解：(1) 根据 G 的结构简式可知 G 中的官能团为碳双键，羟基、羰基、醚键，故答案为：羰基、醚键；

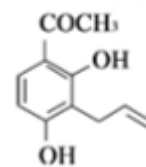
(2) B 中有两个酯基，发生水解生成间苯二酚，所以反应②所需的试剂为 $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ ，条件为加热，故答案为： $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$ 、加热；

(3) 比较 G 和 H 的结构简式可知，G 先发生重排反应，将醚键中的丙烯基重排到与羟基相邻的苯环上，

再与氢气发生加成反应，生成 H，所以 M 的结构式为

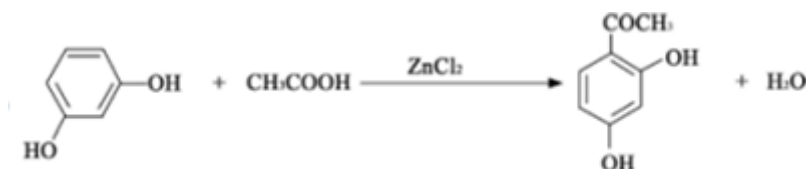


，故答案为：

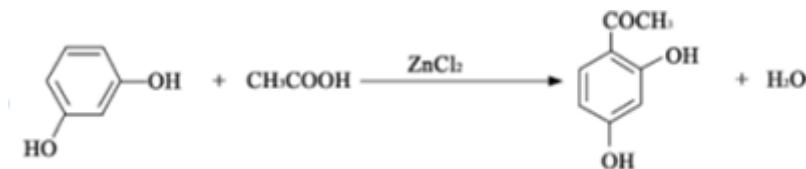


（4）比较 D、F 和 G 的结构简式可知反应⑤是 F 中的丙烯基取代了 D 中酚羟基中的氢而生 G，所以⑤的反应类型是取代反应，故答案为：取代反应；

（5）根据流程可知，C 发生取代反应生成 D，所以 C 生成 D 的反应方程式为

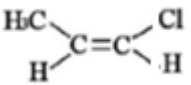
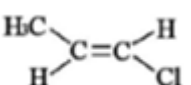


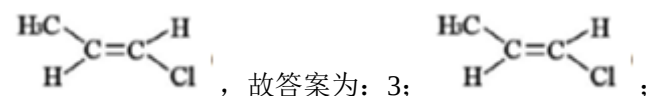
，故答案为：



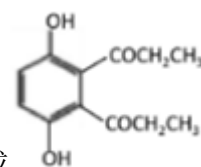
；

（6）根据 F 的结构简式可知，F 的链状同分异构体主要考虑官能团的位置异构和顺反异，所以 F 的同

分异构体有 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$ 、、，共有 3 种，其中反式结构为

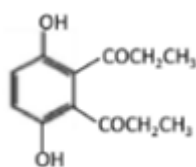


（7）对苯二酚和丙酸在氯化锌的条件下发生类似题中流程中的反应③生成

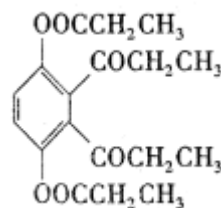


，再用丙

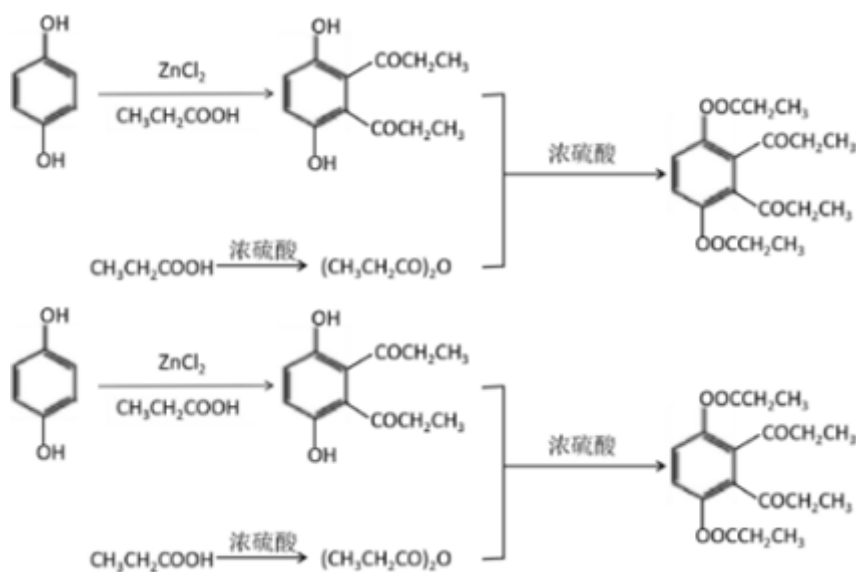
酸生成丙酸酐，用丙酸酐与



反应即可得

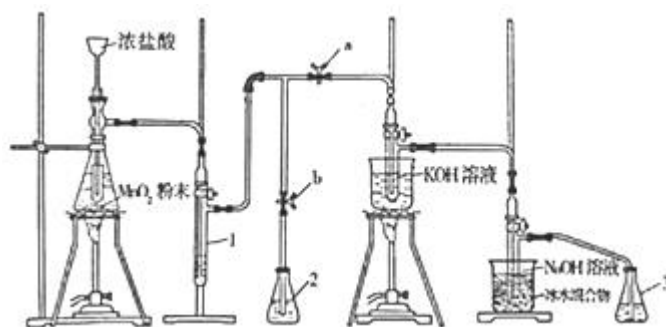


，合成路线的流程为：



【点评】本题考查有机物的合成，题目难度中等，解答本题注意结合题给信息和官能团的转化，特别是明确常见有机物官能团的性质为解答该题的关键，试题培养了学生的分析、理解能力及灵活应用基础知识的能力。

19. 实验室利用如图装置制备氯酸钾和次氯酸钠。



回答下列问题：

- (1) 滴加浓盐酸的漏斗伸入试管底部，其原因为 液封，防止产生的氯气从漏斗口逸出。
- (2) 装置 1 中盛放的试剂为 饱和食盐水；若取消此装置，对实验造成的影响为 氯化氢与 KOH 和 NaOH 反应，降低产率。
- (3) 装置中生成氯酸钾的化学方程式为
$$6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$
，产生等物质的量的氯酸钾和次氯酸钠，转移电子的物质的量之比为 5:1。
- (4) 装置 2 和 3 中盛放的试剂均为 NaOH 溶液。
- (5) 待生成氯酸钾和次氯酸钠的反应结束后，停止加热。接下来的操作为打开 b（填“a”或“b”，下同），关闭 a。

【分析】根据装置：由浓盐酸与二氧化锰制备氯气，制得的氯气混有 HCl，HCl 极易与碱发生酸碱中和反应，为防止降低产率，装置 1 用饱和食盐水吸收 HCl，装置 2 为反应完成吸收装置中的氯气，用 NaOH

溶液，氯气与 KOH 高温下制备氯酸钾反应为： $6\text{KOH}+3\text{Cl}_2\xrightarrow{\Delta}5\text{KCl}+\text{KClO}_3+3\text{H}_2\text{O}$ ，氯气与 NaOH 在低温下制备次氯酸钠，反应为： $\text{Cl}_2+2\text{NaOH}=\text{NaCl}+\text{NaClO}+\text{H}_2\text{O}$ ，为防止氯气逸出污染空气，连接 3 装置用 NaOH 吸收氯气，生成氯酸钾和次氯酸钠的反应结束后，停止加热，打开 b，吸收氯气，关闭 a，停止制备反应，据此分析作答。

【解答】解：（1）滴加浓盐酸的漏斗伸入试管底部，可以液封，防止产生的氯气从漏斗口逸出；
故答案为：液封，防止产生的氯气从漏斗口逸出；

（2）制得的氯气混有 HCl，装置 1 用饱和食盐水吸收 HCl，否则氯化氢与 KOH 和 NaOH 反应，降低产率；

故答案为：饱和食盐水；氯化氢与 KOH 和 NaOH 反应，降低产率；

（3）氯气与 KOH 在高温条件下生成氯酸钾，反应为： $6\text{KOH}+3\text{Cl}_2\xrightarrow{\Delta}5\text{KCl}+\text{KClO}_3+3\text{H}_2\text{O}$ ，低温下生成次氯酸钾，反应为： $\text{Cl}_2+2\text{NaOH}=\text{NaCl}+\text{NaClO}+\text{H}_2\text{O}$ ，根据方程式可知，生成 1mol 氯酸钾转移电子 5mol，生成 1mol 次氯酸钠转移电子 1mol，故产生等物质的量的氯酸钾和次氯酸钠，转移电子的物质的量之比为 5：1；

故答案为： $6\text{KOH}+3\text{Cl}_2\xrightarrow{\Delta}5\text{KCl}+\text{KClO}_3+3\text{H}_2\text{O}$ ；5：1；

（4）装置 2 和 3 中盛放的试剂均为 NaOH 溶液；

故答案为：NaOH 溶液；

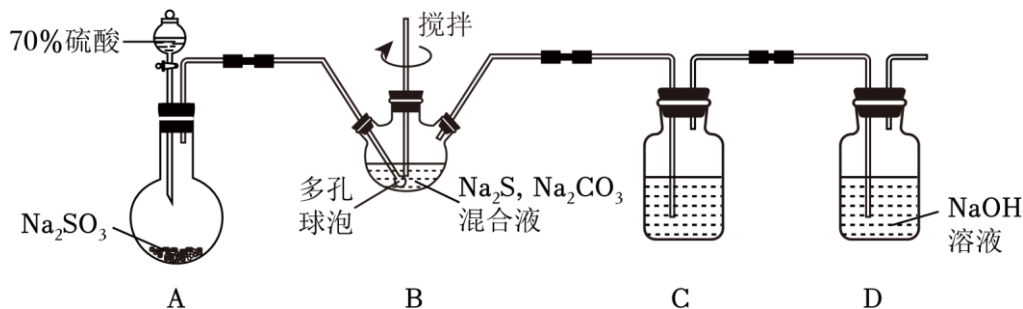
（5）待生成氯酸钾和次氯酸钠的反应结束后，停止加热，打开 b，关闭 a；

故答案为：b；a。

【点评】本题考查了氯气的制备和氯气与碱的反应，题目难度中等，掌握氯气的实验室制法和性质是关键，试题有利于提高学生的分析、理解能力及化学实验能力。

20. 硫代硫酸钠（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ）在生产生活中具有广泛应用。硫化碱法是工业上制取硫代硫酸钠的方法之一。

实验室模拟工业生产装置如图所示：



（1）利用如图装置进行实验，为保证硫酸顺利滴下的操作是 没有打开分液漏斗上口的玻璃塞或者没

有将活塞上小孔对准漏斗颈上的小孔。

(2) 装置 B 中生成的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 同时还生成 CO_2 ，反应的离子方程式为 $4\text{SO}_2 + 2\text{S}^{2-} + \text{CO}_3^{2-} = 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{CO}_2$ ；在该装置中使用多孔球泡的目的是 增大接触面积，使反应充分。

(3) 装置 C 的作用是检验装置 B 中 SO_2 的吸收效果，C 中可选择的试剂是 bc（填字母）。

- a. H_2O_2 溶液
- b. 溴水
- c. KMnO_4 溶液
- d. BaCl_2 溶液

(4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液常用于测定废水中 Ba^{2+} 浓度。

①取废水 20.00mL，控制适当的酸度，加入足量 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液，得到 BaCrO_4 沉淀，过滤洗涤后用适量稀酸溶解，此时 CrO_4^{2-} 全部转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ；再加过量 KI 溶液，将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 充分反应；然后加入淀粉溶液作指示剂，用 0.100 mol/L 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液进行滴定： $(\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-)$ ，滴定终点的现象为 蓝色褪去且在半分钟内不恢复。平行滴定 3 次，消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的平均用量为 18.00mL。则该废水中 Ba^{2+} 的物质的量浓度为 0.00300 mol/L，

②在滴定过程中，下列实验操作会造成实验结果偏高的是 a（填字母）。

- a. 滴定管未用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液润洗
- b. 滴定终点时俯视读数
- c. 锥形瓶用蒸馏水洗涤后未进行干燥处理
- d. 滴定管尖嘴处滴定前无气泡，滴定终点发现有气泡

【分析】(1) 分液漏斗的液体不能顺利滴下可能是没有打开分液漏斗上口的玻璃塞，也可能是没有将活塞上小孔对准漏斗颈上的小孔；

(2) SO_2 、 Na_2S 、 Na_2CO_3 反应生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 CO_2 ，据此写出离子方程式；

(3) 装置 C 是为了检验装置 B 中 SO_2 的吸收效率，即检验 SO_2 的吸收程度，检验 SO_2 有无逸出或逸出量的相对多少，所以装置 C 中的试剂在检验 SO_2 时要求灵敏，颜色变化明显，可选品红溶液等；

(4) ①碘遇到淀粉呈蓝色，终点为蓝色褪去且在半分钟内不恢复；按关系式： $2\text{Ba}^{2+} \sim 2\text{BaCrO}_4 \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 计算 $n(\text{Ba}^{2+})$ ，再由 $c = \frac{n}{V}$ 计算浓度。

②根据实验操作对所用 V 的影响和浓度的影响来判断。

【解答】解：(1) 分液漏斗的液体不能顺利滴下可能是没有打开分液漏斗上口的玻璃塞，也可能是没有

将活塞上小孔对准漏斗颈上的小孔；

故答案为：没有打开分液漏斗上口的玻璃塞或者没有将活塞上小孔对准漏斗颈上的小孔；

（2） SO_2 、 Na_2S 、 Na_2CO_3 反应生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 CO_2 的化学方程式为 $4\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ ，所以离子方程式为 $4\text{SO}_2 + 2\text{S}^{2-} + \text{CO}_3^{2-} = 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{CO}_2$ ；在该装置中使用多孔球泡可以增大接触面积，使反应充分；

故答案为： $4\text{SO}_2 + 2\text{S}^{2-} + \text{CO}_3^{2-} = 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{CO}_2$ ；增大接触面积，使反应充分；

（3）检验 SO_2 有无逸出或逸出量的多少，根据颜色变化快慢来判断装置 B 中 SO_2 的吸收效率高，可将气体通入品红溶液或溴水或 KMnO_4 溶液定性检验；

故答案为：bc；

（4）①向碘的淀粉蓝色溶液中滴加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液，滴定终点为蓝色褪去且在半分钟内不恢复。

相关物质转化的关系式为： $2\text{Ba}^{2+} \sim 2\text{BaCrO}_4 \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ， $n(\text{Ba}^{2+}) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \times \frac{1}{3} = 18.00\text{mL} \times 0.001\text{L/mL} \times 0.0100\text{mol/L} \times \frac{1}{3} = 0.06 \times 10^{-3}\text{mol}$ ， $c(\text{Ba}^{2+}) = \frac{0.06 \times 10^{-3}\text{mol}}{0.02\text{L}} = 0.0030\text{mol/L}$ ，

故答案为：蓝色褪去且在半分钟内不恢复；0.00300；

②a、滴定管未用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液润洗，会使标准液的浓度减小，滴定的体积增大，导致结果偏高；

b、滴定终点时俯视读数，读使用的体积读小，导致结果偏低；

c、锥形瓶用蒸馏水润洗后未进行干燥处理，对待测液的溶质的物质的量没有影响，故对实验结果不影响；

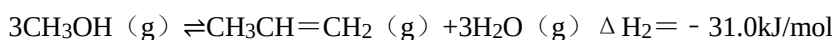
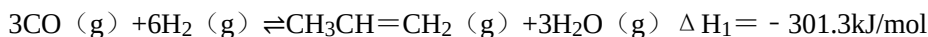
d、滴定管尖嘴处滴定前无气泡，滴定终点发现有气泡，使得所用体积读大，实验结果偏低；

故答案为：a。

【点评】 本题通过制取硫代硫酸钠（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ）并探究其性质的实验考查 Cl、S 元素化合物的性质，侧重考查 SO_2 的性质、制取、检验和相关实验操作，难度中等，解题的关键是从题目中发掘考查的内容是物质哪一条性质，注意探究实验的答题方案。

21. 工业上可用一氧化碳合成可再生能源甲醇。

（1）已知：



则 CO 与 H_2 合成气态甲醇的热化学方程式为： $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -90.1\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(2) 某科研小组在 $\text{Cu}_2\text{O}/\text{ZnO}$ 作催化剂的条件下，在 500°C 时，研究了 $n(\text{H}_2):n(\text{CO})$ 分别为 2:1、5:2 时 CO 的转化率变化情况（如图 1 所示），则表示 $n(\text{H}_2):n(\text{CO})=2:1$ 的变化曲线为：曲线 b（填“曲线 a”或“曲线 b”），原因是： $n(\text{H}_2):n(\text{CO})=2:1$ 时平衡逆移，CO 转化率减小。

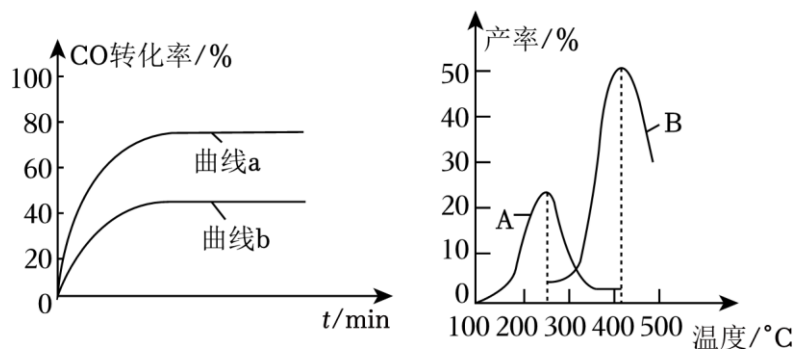


图1

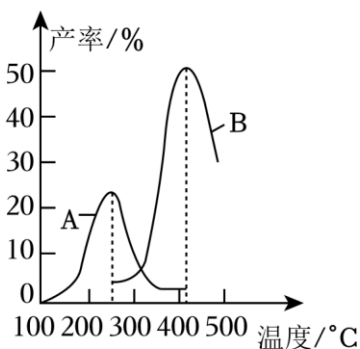


图2

(3) 某科研小组向密闭容器中充入一定量的 CO 和 H_2 合成气态甲醇，分别在 A、B 两种不同催化剂作用下发生反应，一段时间后测得 CH_3OH 的产率与温度的关系如图 2 所示。下列说法正确的是：bc（填选项字母）

- a. 使用催化剂 A 能加快相关化学反应速率，但催化剂 A 并未参与反应
- b. 在恒温恒压的平衡体系中充入氩气， CH_3OH 的产率降低
- c. 当 $2V(\text{CO})_{\text{正}}=V(\text{H}_2)_{\text{逆}}$ 时，反应达到平衡

(4) 在一定温度下，在容积均为 2L 的两个恒容密闭容器中，按如下方式加入反应物，一段时间后达到平衡。

容器	甲	乙
反应物投入量	2mol CO、6mol H_2	amol CO、bmol H_2 、cmol $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$

若甲容器平衡后气体的压强为开始时的 0.75 倍，则该温度下，该反应的平衡常数 $K=$ 0.25，要使平衡后乙容器与甲容器中相同组分的体积分数相等，且起始时维持化学反应向逆反应方向进行，则容器中 c 的取值范围为： $1\text{mol} < n(\text{c}) < 2\text{mol}$ 。

(5) CO 与日常生活相关

①检测汽车尾气中 CO 含量，可用 CO 分析仪，工作原理类似于燃料电池，其中电解质是氧化钇（ Y_2O_3 ）和氧化锆（ ZrO_2 ），能传导 O^{2-} ，则负极的电极反应式为： $\text{CO} + 2\text{O}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-}$ 。

②碳酸二甲酯（ $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ ）毒性小，是一种绿色化工产品，用 CO 合成 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ ，其电化学合成原理为 $4\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{CO} + \text{O}_2 = 2(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 装置如图 3 所示：

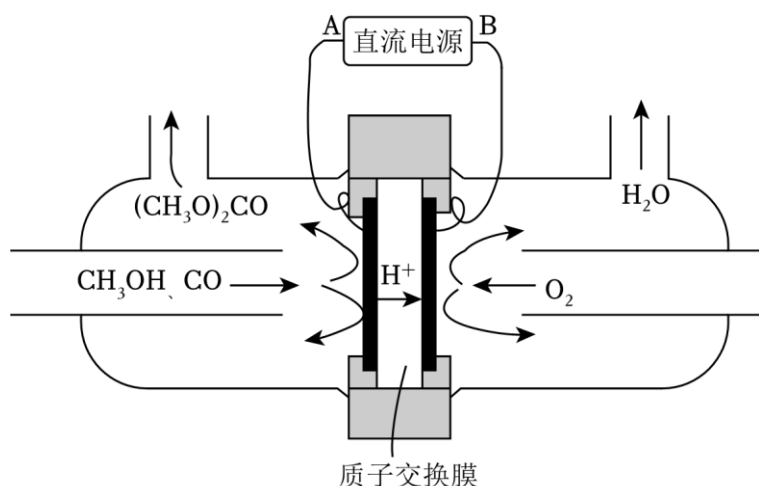
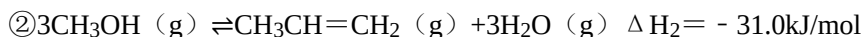
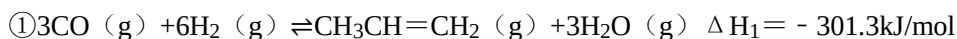


图3

写出阳极的电极反应式： $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} - 2\text{e}^- = (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} + 2\text{H}^+$ 。

【分析】（1）已知：



根据盖斯定律： $\frac{1}{3} \times \textcircled{1} - \frac{1}{3} \times \textcircled{2}$ 即可得 CO 与 H_2 合成气态甲醇的热化学方程式：

（2） $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}) = 5 : 2$ 时，相当于增大 H_2 浓度，平衡正移，CO 的转化率增大；

（3）a、催化剂参加化学反应才能加快反应速率；

b、在恒温恒压的平衡体系中充入氩气，体积增大，分压减小，平衡逆移；

c、反应速率与计量系数成正比；

（4）已知甲中反应物投入量为：2mol CO、6mol H_2 ，则：



起始量： 2 6 0

转化量： x 2x x

平衡量： 2 - x 6 - 2x x

根据理想气体方程： $PV = nRT$ ，压强与物质的量成正比，即 $\frac{\text{平衡时总物质的量}}{\text{起始总物质的量}} = \frac{\text{平衡时总压强}}{\text{起始总压强}}$ ，

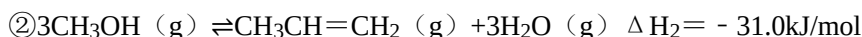
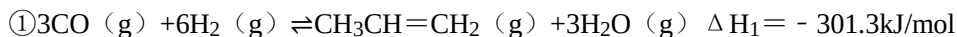
$$\text{则 } \frac{2-x+6-2x+x}{2+6} = 0.75, \text{ 解出 } x, \text{ 平衡常数 } K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \times c^2(\text{H}_2)};$$

依题意：甲、乙为等同平衡，且起始时维持反应逆向进行，所以全部由生成物投料，c 的物质的量等于 CO 的物质的量为 2mol，c 的物质的量不能低于平衡时的物质的量 1mol；

(5) ①负极 CO 发生氧化反应与 O^{2-} 结合生成 CO_3^{2-} ，根据电子转移、电荷守恒书写负极电极反应式：

②阳极上是甲醇和一氧化碳反应失电子发生氧化反应生成 $(CH_3O)_2CO$ ，根据电子转移、电荷守恒书写电极反应。

【解答】解：(1) 已知：



根据盖斯定律： $\frac{1}{3} \times ① - \frac{1}{3} \times ②$ 即可得 CO 与 H_2 合成气态甲醇的热化学方程式为： $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) \quad \Delta H = (-\frac{1}{3} \times 301.3 + \frac{1}{3} \times 31.0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -90.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，

故答案为： $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) \quad \Delta H = -90.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

(2) $n(H_2):n(CO)=5:2$ 时，相当于增大 H_2 浓度，平衡正移，CO 的转化率增大，则 $n(H_2):n(CO)=2:1$ 时平衡逆移，CO 转化率减小，则图中表示 $n(H_2):n(CO)=2:1$ 的变化曲线为：曲线 b，

故答案为：曲线 b； $(H_2):n(CO)=2:1$ 时平衡逆移，CO 转化率减小；

(3) a、催化剂参加化学反应才能加快反应速率，故 a 错误；

b、在恒温恒压的平衡体系中充入氩气，体积增大，分压减小，平衡逆移， CH_3OH 的产率降低，故 b 正确；

c、根据反应速率与计量系数成正比，当 $2V(CO)_{正}=V(H_2)_{逆}$ 时，反应达到平衡，故 c 正确；

故答案为：bc；

(4) 已知甲中反应物投入量为：2mol CO、6mol H_2 ，则：



起始量: 2 6 0

转化量: x 2x x

平衡量: 2-x 6-2x x

根据理想气体方程： $PV=nRT$ ，压强与物质的量成正比，即 $\frac{\text{平衡时总物质的量}}{\text{起始总物质的量}} = \frac{\text{平衡时总压强}}{\text{起始总压强}}$ ，

则 $\frac{2-x+6-2x+x}{2+6} = 0.75$ ，解得 $x=1\text{mol}$ ，平衡常数 $K = \frac{c(CH_3OH)}{c(CO) \times c^2(H_2)} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} \times (\frac{4}{2})^2} = 0.25$ ；依题

意：甲、乙为等同平衡，且起始时维持反应逆向进行，所以全部由生成物投料，c 的物质的量等于 CO 的物质的量为 2mol，c 的物质的量不能低于平衡时的物质的量 1mol，所以 c 的物质的量为： $1\text{mol} < n$

(c) < 2mol,

故答案为: 0.25; $1\text{mol} < n(\text{c}) < 2\text{mol}$;

(5) ①负极 CO 发生氧化反应与 O^{2-} 结合生成 CO_3^{2-} , 负极电极反应式为: $\text{CO} + 2\text{O}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-}$,

故答案为: $\text{CO} + 2\text{O}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-}$;

②阳极上是甲醇和一氧化碳反应失电子发生氧化反应, 根据电子转移、电荷守恒书写电极反应为

$2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} - 2\text{e}^- = (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} + 2\text{H}^+$,

故答案为: $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} - 2\text{e}^- = (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} + 2\text{H}^+$ 。

【点评】 本题考查较为综合, 涉及盖斯定律的应用, 化学平衡常数的计算及应用, 为高频考点, 侧重于学生的分析、计算能力的考查, 做题时注意影响平衡移动的因素以及平衡常数的有关计算, 题目难度中等。