

松江区 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

一、选择题（本题共 40 分，每小题 2 分，每小题只有一个正确答案）

1. 人类使用材料的增多和变化标志着文明的进步，下列材料制备与化学反应无关的是

- A. 石器 B. 铝制品 C. 电池 D. 高分子材料

2. 关于铷的稳定同位素 $^{85}_{37}\text{Rb}$ 的说法正确的是

- A. 质子数是 85 B. 中子数是 48 C. 质量数是 37 D. 电子数为 48

3. 下列属于物理变化的是

- A. 煤的气化 B. 天然气的燃烧 C. 烃的裂解 D. 石油的分馏

4. 含有共价键的离子化合物是

- A. Na_2O_2 B. H_2SO_4 C. CaCl_2 D. SiC

5. 气体体积的大小，跟下列因素几乎无关的是

- A. 分子个数 B. 温度 C. 压强 D. 分子直径

6. 下列变化属于固氮的是

- A. N_2 和 H_2 在一定条件下反应生成 NH_3 B. NO 与 O_2 反应生成 NO_2
C. NH_3 催化氧化生成 NO D. 由 NH_3 制 NH_4HCO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

7. 与下列物质反应时，体现二氧化硫漂白性的是

- A. 溴水 B. 品红溶液
C. 酸性高锰酸钾溶液 D. 滴入酚酞的氢氧化钠溶液

8. 与久置氯水相比，新制氯水

- A. 酸性强 B. 氧化性强 C. 颜色浅 D. 微粒种类少

9. 下列有关苯的说法，错误的是

- A. 能发生取代反应 B. 分子中所有原子共平面
C. 不能发生加成反应 D. 分子中无碳碳双键、碳碳单键

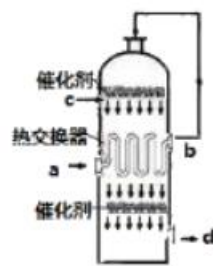
10. 浓硫酸有许多重要的性质，在与含有水分的蔗糖作用过程中不能显示的性质是

- A. 酸性 B. 脱水性 C. 强氧化性 D. 吸水性

11. 铁在一定条件下与下列物质反应，产物中存在+3 价铁元素的是

- A. 硫粉 B. 氯气 C. 硫酸铜 D. 稀硫酸催化剂

12. 硫酸工业生产中，为有利于 SO_2 的转化且充分利用能量。在热交换器接触室中



装有热交换器（如图），温度最低的是

- A. a 处 B. b 处 C. c 处 D. d 处

13. 关于实验室制备乙烯，下列说法正确的是

- A. 反应物是乙醇与 3mol/L 硫酸
B. 温度计插入反应液中，控制温度 140℃
C. 烧瓶中应加入少许碎瓷片
D. 反应完毕先移去酒精灯，再从水中取出导管

14. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 具有两性，下列推断中错误的是

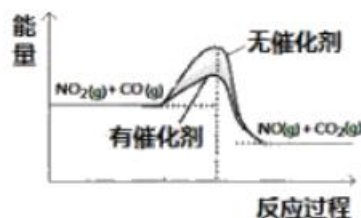
- A. CrCl_3 水溶液显酸性
B. $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 加热脱水可得无水 CrCl_3
C. 用 CrCl_3 制备 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 需控制 NaOH 用量
D. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 与盐酸反应生成 CrCl_3

15. 草莓酸的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ，以下叙述正确的是

- A. 草莓酸的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$
B. 草莓酸能使酸性高锰酸钾溶液褪色
C. 一定条件下 1mol 草莓酸能和 2mol H_2 发生反应
D. 一定条件下草莓酸只能发生加成、加聚，不能发生取代反应

16. 在汽车尾气处理过程中存在反应： $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ，该反应过程及能量变化如图所示。下列说法正确的是

- A. 升高温度，平衡正向移动
B. 改变压强，反应速率不变
C. 反应过程中吸收的热量小于放出的热量
D. 使用催化剂可以有效提高反应物的平衡转化率



17. 关于侯氏制碱法，下列说法错误的是反应过程

- A. 在饱和食盐水中应先通入氨气，再通入二氧化碳
B. 析出 NaHCO_3 固体后的母液为碳酸氢钠和氯化铵的饱和溶液
C. 母液中通氨、冷冻、加食盐析出氯化铵
D. 原料 NaCl 利用率比较高

18. 在饱和氯化钠溶液浸润的滤纸上分别做甲、乙两个实验，如图所示，下列判断正确的是



- A. a 极上发生还原反应
- B. d 为阴极，发生的反应为： $\text{Fe} \rightarrow 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$
- C. 铁片腐蚀速率：乙>甲
- D. b 极上发生的反应为： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

19. 用下列实验器材（省略夹持装置），能完成相应实验的是

	实验器材	相应实验
A	烧杯、玻璃棒、蒸发皿	硫酸铜溶液的浓缩结晶
B	烧杯、胶头滴管、电子天平	用固体氯化钠配制 0.5mol/L
C	烧杯、胶头滴管、分液漏斗	用溴水和 CCl_4 除去 NaBr 溶液中少量 NaI
D	烧杯、玻璃棒、滤纸	用盐酸除去硫酸钡中的少量碳酸钡

20. 25℃，相同体积相同浓度的盐酸能与下列溶液恰好完全中和。

- ① V_1 mL pH = 9 的氨水；
- ② V_2 mL pH = 10 的氨水；
- ③ V_3 mL pH = 10 的 NaOH 溶液。

下列叙述正确的是

- A. $V_1 < 10V_2$
- B. ①和②中 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 比值：①<②
- C. ①、②、③中水的电离度：②=③>①
- D. 分别与盐酸完全中和后溶液的 pH：③>①>②

二、综合题（共 60 分）

（一）（本题 14 分）

用 Cl_2 生产含氯有机物时会产生 HCl。利用反应： $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 可实现氯的循环利用。

完成下列填空：

21. 上述反应中所有元素原子半径由大到小的顺序为_____。与氯元素同族的短周期元素原子最外层电子的轨道表示式为_____。
22. 判断氯、溴非金属性强弱的依据是_____（选填序号）。

- a. 熔点: $\text{Cl}_2 < \text{Br}_2$ b. 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$
c. 热稳定性: $\text{HCl} > \text{HBr}$ d. 酸性: $\text{HCl} < \text{HBr}$

23. 若反应在固定体积的密闭容器中发生, 能说明反应已达平衡的是_____ (选填序号)。

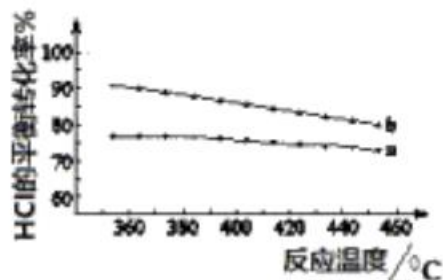
- a. $2v(\text{HCl}) = v(\text{Cl}_2)_{\text{逆}}$ b. 体系压强不再改变
c. 混合气体密度不变 d. $\frac{c^2(\text{Cl}_2) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{HCl}) \cdot c(\text{O}_2)} = k$

24. 若反应容器容积为 2L, 4molHCl 与 1mol O_2 混合气体反应至 8min 时, 恢复至原来温度, 测得容器内气体压强减小了 10%, 则用 HCl 表示该反应的化学反应速率为_____。

25. 如下图是在 2 种不同投料比 $\left[\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)} = 1, 6 \right]$ 下, 温度对 HCl 平衡转化率影响的曲线。

①曲线 a 对应的投料比 $\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)} =$ _____。

②使曲线 a 达到曲线 b 相同的 HCl 平衡转化率, 不改变投料比, 可采取的措施有_____;



(二) (本题共 16 分)

亚硝酸钠广泛应用于工业和建筑业, 也允许在安全范围内作为肉制品发色剂或防腐剂。

已知: ①亚硝酸及其盐既有氧化性又有还原性。

②稀溶液中氧化性: $\text{NO}_2^- > \text{SO}_4^{2-}$

③酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$

完成下列填空:

26. 在酸性 KMnO_4 溶液中滴入 NaNO_2 溶液, 溶液褪色。

写出该反应的离子方程式_____。被氧化的元素是_____。

27. 往冷 NaNO_2 溶液中加入或通入下列某种物质可得 HNO_2 稀溶液。该物质是_____ (选填序号)。

- a. 稀硫酸 b. 二氧化碳 c. 二氧化硫 d. 醋酸

28. NaNO_2 溶液中离子浓度由大到小的顺序为_____

常温下, 等浓度的 NaNO_2 溶液与 CH_3COONa 溶液 pH (选填“前者大”、“后者大”或“相等”)。

若使两者 pH 相等, 可采取的措施是_____ (选填序号)。

- a. 向 NaNO_2 溶液中加适量水 b. 向 NaNO_2 溶液中加适量 NaOH

- c. 向 CH_3COONa 溶液中加适量水 d. 向 CH_3COONa 溶液中加适量 NaOH

29. 已知：

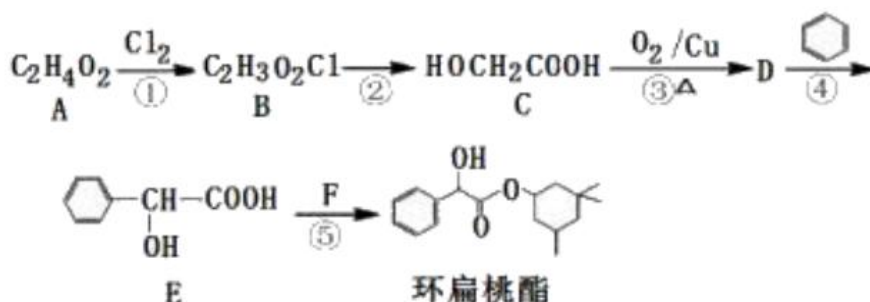
$\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。用 HNO_3 溶液和 SO_2 气体为原料，得到硫酸溶液及 NO 与 NO_2 混合气体，同时将所得混合气体通入 NaOH 溶液生产 NaNO_2

①若得到的盐全部为 NaNO_2 ，则原料 HNO_3 和 SO_2 的物质的量之比为_____。

②生产中，若硝酸浓度过高， NaNO_2 产率_____，若硝酸浓度过低， NaNO_2 产率_____（选填“偏低”、“偏高”或“不变”）。

(三) (本题共 15 分)

环扁桃酯临床上主要用于治疗脑动脉硬化。环扁桃酯的一种合成路线如下所示：



完成下列填空：

30. 写出 A 的官能团_____；①的反应类型_____；
反应②所需试剂和条件_____。
31. 写出反应③的化学方程式_____
32. 反应⑤中另一反应物 F 的结构简式为_____。
33. 检验 D 是否已经完全转化为 E 的操作是_____。
34. 满足下列条件，写出一种 E 的同分异构体的结构简式_____。
i. 能发生水解反应 ii. 苯环上的一溴代物只有两种

35. 写出由乙苯（）合成聚苯乙烯（）的合成路线。

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

(四) (本题共 15 分)

为测定 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、 NaHCO_3 的混合物中 NaHCO_3 的含量，设计如下实验：取一定质量的混合物，通过测量反应前后②装置质量的变化，测定该混合物中 NaHCO_3 的质量分数。



完成下列问题：

36. U 型管①②③盛装的均为固态物质，可选试剂依次为_____、_____、_____选填编号)。

a. 碱石灰 b. 无水氯化钙 c. 无水硫酸铜

U 型管③吸收的气体为_____。

37. 干燥管中无水硫酸铜的作用是_____。

实验装置最后的干燥管中碱石灰的作用_____。

38. 实验停止加热后，继续通入空气一段时间的原因是_____。

39. 再设计一种测定上述混合物中 NaHCO_3 含量的方案，并注明需要测定的物理量。

松江区 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

1. 人类使用材料的增多和变化标志着文明的进步，下列材料制备与化学反应无关的是

- A. 石器 B. 铝制品 C. 电池 D. 高分子材料

【答案】A

【解析】

【详解】A. 石器是通过石头打磨出来的，制备过程中没有新物质生成，属于物理变化，A 符合题意；
B. 铝制品中所用的铝，是通过电解熔融的氧化铝制得，电解过程中发生化学变化，B 不符合题意；
C. 电池中所用的金属，是通过矿石冶炼制得，冶炼过程发生化学变化，C 不符合题意；
D. 高分子材料是通过加聚或缩聚反应合成出来，制备过程有新物质生成，属于化学变化，D 不符合题意；
故选 A。

2. 关于铷的稳定同位素 $^{85}_{37}\text{Rb}$ 的说法正确的是

- A. 质子数是 85 B. 中子数是 48 C. 质量数是 37 D. 电子数为 48

【答案】B

【解析】

【详解】A. 核素中，元素符号左下角的数字表示质子数，则 $^{85}_{37}\text{Rb}$ 的质子数是 37，A 不正确；
B. $^{85}_{37}\text{Rb}$ 的质量数为 85，质子数为 37，则中子数是 $85-37=48$ ，B 正确；
C. 核素中，元素符号左上角的数字表示质量数，则 $^{85}_{37}\text{Rb}$ 的质量数是 85，C 不正确；
D. 对于核素来说，质子数=电子数，所以电子数为 37，D 不正确；
故选 B。

3. 下列属于物理变化的是

- A. 煤的气化 B. 天然气的燃烧 C. 烃的裂解 D. 石油的分馏

【答案】D

【解析】

【分析】

无新物质生成的变化为物理变化，有新物质生产的变化为化学变化，据此分析。

【详解】A、煤的气化是用煤和水在高温条件下来生产 CO 和 H_2 的过程，故为化学变化，A 错误；
B、天然气燃烧生成二氧化碳和水，故为化学变化，B 错误；
C、烃的裂解是用重油为原料来生产乙烯等短链烯烃的过程，有新物质生成，故为化学变化，C 错误；

D、石油的分馏是利用石油中各组分的沸点的不同、用加热的方法将各组分分离的方法，无新物质生成，故为物理变化，D 正确；

答案选 D。

4. 含有共价键的离子化合物是

- A. Na_2O_2 B. H_2SO_4 C. CaCl_2 D. SiC

【答案】A

【解析】

【详解】A. Na_2O_2 中 Na^+ 与 O_2^{2-} 之间形成离子键， O_2^{2-} 内部两个 O 原子间形成共价键，A 符合题意；

B. H_2SO_4 为共价化合物，H 与 O、S 与 O 原子间都形成共价键，B 不符合题意；

C. CaCl_2 为离子化合物，只存在 Ca^{2+} 与 Cl^- 间的离子键，C 不符合题意；

D. SiC 为共价化合物，只存在 Si 与 C 原子间的共价键，D 不符合题意；

故选 A。

5. 气体体积的大小，跟下列因素几乎无关的是（ ）

- A. 分子个数 B. 分子直径 C. 压强 D. 温度

【答案】B

【解析】

【详解】影响物质体积的因素有微粒数目、分子本身大小以及分子间的距离等因素，温度、压强决定气体分子间距，对于气体来说，气体分子间的距离远大于分子本身的大小，分子本身可以忽略不计，所以气体体积的大小，跟分子直径几乎无关，故答案为：B。

6. 下列变化属于氮的固定的是（ ）

A. N_2 与 H_2 在一定条件下反应生成 NH_3

B. NO 和 O_2 反应生成 NO_2

C. NH_3 经催化氧化生成 NO

D. 由 NH_3 制 NH_4HCO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

【答案】A

【解析】

【详解】A、 N_2 与 H_2 在一定条件下反应生成 NH_3 的过程，是将游离态的氮元素转化为化合态的氮元素的过程，属于氮的固定，选项 A 正确；

B、NO 与 O_2 反应生成 NO_2 是含氮化合物之间的转化，不属于氮的固定，选项 B 错误；

C、氮的催化氧化是含氮化合物之间的转化，不属于氮的固定，选项 C 错误；

D、由氨气制碳铵和硫铵是含氮化合物之间的转化，不属于氮的固定，选项 D 错误；

答案选 A。

7. 下列褪色与二氧化硫漂白性有关的是

A. 溴水

B. 品红溶液

C. 酸性高锰酸钾溶液

D. 滴入酚酞的氢氧化钠溶液

【答案】B

【解析】

【详解】A. 二氧化硫与溴水发生氧化还原反应使其褪色，体现二氧化硫的还原性，故 A 错误；

B. 二氧化硫与品红化合生成无色的物质，体现二氧化硫漂白性，故 B 正确；

C. 二氧化硫与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应使其褪色，体现二氧化硫的还原性，故 C 错误；

D. 滴入酚酞的氢氧化钠溶液显红色，二氧化硫为酸性氧化物，能够与碱反应，消耗氢氧根离子，使红色溶液褪色，故 D 错误；

故答案为 B。

【点睛】考查二氧化硫的性质。二氧化硫为酸性氧化物，能与碱性氧化物、碱发生反应；二氧化硫能漂白某些有色物质，如使品红溶液褪色(化合生成不稳定的化合物加热后又恢复为原来的红色；二氧化硫中硫为+4 价，属于中间价态，有氧化性又有还原性，以还原性为主，如二氧化硫能使氯水、溴水、 KMnO_4 溶液褪色，体现了二氧化硫的强还原性而不是漂白性。

8. 与久置氯水相比，新制氯水

A. 酸性强

B. 氧化性强

C. 颜色浅

D. 微粒种类少

【答案】B

【解析】

【分析】

新制氯水中，含有的分子有 Cl_2 、 H_2O 、 HClO ，含有的离子有 H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 、 OH^- ；久置的氯水中，因 HClO 光照分解生成盐酸和氧气，导致 Cl_2 与水不断反应，最终氯水转化为稀盐酸。

【详解】A. 因久置氯水中氯元素全部转化为盐酸，所以久置氯水的酸性强，A 不符合题意；

B. 新制氯水中含有 HClO ，而久置氯水中不含有 HClO ，所以新制氯水的氧化性强，B 符合题意；

C. 新制氯水中含有 Cl_2 ，而久置氯水中不含有 Cl_2 ，所以久置氯水的颜色浅，C 不符合题意；

D. 从分析中可以看出，新制氯水中含有 7 种微粒，而久置氯水中只有 H_2O 、 H^+ 、 OH^- 、 Cl^- ，所以久置氯水中微粒的种类少，D 不符合题意；

故选 B。

9. 下列有关苯的说法，错误的是

- A. 能发生取代反应
- B. 分子中所有原子共平面
- C. 不能发生加成反应
- D. 分子中无碳碳双键、碳碳单键

【答案】C

【解析】

- 【详解】A. 在一定条件下，苯分子能与液溴、浓硝酸等发生取代反应，A 正确；
B. 苯分子呈平面正六边形结构，6 个碳原子、6 个氢原子都位于同一平面内，B 正确；
C. 苯分子能与 H_2 等在一定条件下发生加成反应，C 不正确；
D. 苯分子中的碳碳键为介于单键和双键之间的一种独特的键，D 正确

故选 C。

10. 浓硫酸有许多重要的性质，在与含有水分的蔗糖作用过程中不能显示的性质是

- A. 酸性
- B. 脱水性
- C. 强氧化性
- D. 吸水性

【答案】A

【解析】

【详解】浓硫酸和含有水分的蔗糖作用，被脱水后生成了黑色的炭（碳化），并会产生二氧化碳、二氧化硫。反应过程分两步，浓硫酸吸收水，蔗糖($C_{12}H_{22}O_{11}$)在浓硫酸作用下脱水，生成碳单质和水，这一过程表现了浓硫酸的吸水性和脱水性；第二步，脱水反应产生的大量热让浓硫酸和 C 发生反应生成二氧化碳和二氧化硫，这一过程表现了浓硫酸的强氧化性。

答案选 A。

【点睛】酸性需要通过酸碱指示剂，或者是化学反应中体现出来的，蔗糖遇到浓硫酸的实验中没有体现出酸性。

11. 铁在一定条件下与下列物质反应，产物中存在+3 价铁元素的是

- A. 硫粉
- B. 氯气
- C. 硫酸铜
- D. 稀硫酸

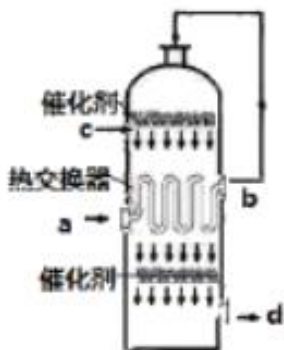
【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 硫粉与铁粉在加热条件下反应，生成硫化亚铁，产物中铁元素显+2 价，A 不符合题意；
B. 氯气与铁在点燃条件下反应，生成 $FeCl_3$ ，产物中铁元素显+3 价，B 符合题意；
C. 硫酸铜与铁在水溶液中发生反应，生成 $FeSO_4$ 和 Cu，在产物中铁元素显+2 价，C 不符合题意；
D. 稀硫酸与铁反应，生成 $FeSO_4$ 和 H_2 ，在产物中铁元素显+2 价，D 不符合题意；

故选 B。

12. 硫酸工业生产中，为有利于 SO_2 的转化且充分利用能量。在热交换器接触室中装有热交换器(如图)，温度最低的是



A. a 处

B. b 处

C. c 处

D. d 处

【答案】A

【解析】

【详解】二氧化硫与氧气的混合气进行催化氧化时，需要高温条件，而三氧化硫用 98.3% 的硫酸吸收时，温度低更有利，所以 SO_2 与 O_2 的混合气从 a 管口进入接触室，与 SO_3 、 SO_2 、 O_2 等混合气进行热交换，然后从 b 管口出来，再从上端管口进入接触室，在催化剂层发生催化氧化反应，生成 SO_3 ，同时放出热量，然后在下端催化剂层进行二次催化，所以 a 处温度最低，故选 A。

13. 关于实验室制备乙烯，下列说法正确的是

A. 反应物是乙醇与 3mol/L 硫酸

B. 温度计插入反应液中，控制温度 140°C

C. 烧瓶中应加入少许碎瓷片

D. 反应完毕先移去酒精灯，再从水中取出导管

【答案】C

【解析】

【详解】A. 实验室利用乙醇与浓硫酸反应制备乙烯，3mol/L 硫酸为稀硫酸，在此反应中不能表现出催化性和吸水性，A 不正确；

B. 实验室制取乙烯时，需使用温度计控制反应液的温度在 170°C 左右，而温度在 140°C 时的主要产物为乙醚，B 不正确；

C. 制取乙烯时，给烧瓶加热，烧瓶中应加入少许碎瓷片，防止反应混合液发生暴沸，C 正确；

D. 制取乙烯的反应完毕，应先从水中取出导管，后移去酒精灯，以防发生倒吸，D 不正确；

故选 C。

14. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 具有两性，下列推断中错误的是

- A. CrCl_3 水溶液显酸性
 B. $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 加热脱水可得无水 CrCl_3
 C. 用 CrCl_3 制备 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 需控制 NaOH 用量
 D. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 与盐酸反应生成 CrCl_3

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 具有两性，因此 CrCl_3 为强酸弱碱盐，其水溶液呈酸性，故 A 正确；
 B. $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 脱水过程中会促进 CrCl_3 水解，生成的 HCl 会挥发，导致最终得到 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ，故 B 错误；
 C. 因 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 具有两性，能够与 NaOH 反应，所以用 CrCl_3 制备 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 需控制 NaOH 用量，故 C 正确；
 D. 因 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 具有两性，能与盐酸反应生成盐和水，盐为 CrCl_3 ，故 D 正确；
 综上所述，错误的是 B 项，故答案为 B。

15. 草莓酸的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ，以下叙述正确的是

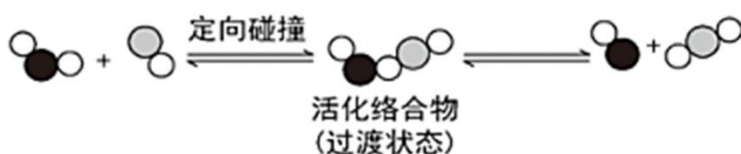
- A. 草莓酸的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$
 B. 草莓酸能使酸性高锰酸钾溶液褪色
 C. 一定条件下 1mol 草莓酸能和 2mol H_2 发生反应
 D. 一定条件下草莓酸只能发生加成、加聚，不能发生取代反应

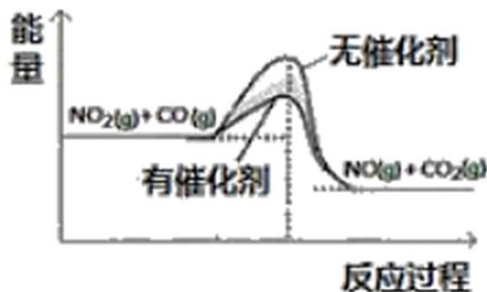
【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 草莓酸由碳、氢、氧三种元素组成，分子中含有两个双键，分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ ，A 不正确；
 B. 草莓酸分子中含有碳碳双键，能被酸性高锰酸钾氧化，从而使酸性高锰酸钾溶液褪色，B 正确；
 C. 一定条件下，碳碳双键能与氢气发生加成反应，但羧基不能与氢气加成，所以 1mol 草莓酸只能和 1mol H_2 发生反应，C 不正确；
 D. 一定条件下草莓酸分子中的碳碳双键能发生加成、加聚反应，羧基能发生取代反应，D 不正确；
 故选 B。

16. 在汽车尾气处理过程中存在反应： $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ，该反应过程及能量变化如图所示。下列说法正确的是





- A. 升高温度，平衡正向移动
B. 改变压强，反应速率不变
C. 反应过程中吸收的热量小于放出的热量
D. 使用催化剂可以有效提高反应物的平衡转化率

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由图可知，反应物总能量高于生成物总能量，正反应为放热反应，所以升高温度，平衡逆向移动，A 不正确；

B. 改变压强，虽然平衡不发生移动，但反应物和生成物的浓度将发生相应的改变，所以反应速率改变，B 不正确；

C. 因为正反应为放热反应，所以反应物转化为生成物的过程中，吸收的热量小于放出的热量，C 正确；

D. 使用催化剂可以提高反应速率，缩短反应到达平衡的时间，但不能使平衡发生移动，不能改变反应物的平衡转化率，D 不正确；

故选 C。

17. 关于侯氏制碱法，下列说法错误的是

- A. 在饱和食盐水中应先通入氨气，再通入二氧化碳
B. 析出 NaHCO_3 固体后的母液为碳酸氢钠和氯化铵的饱和溶液
C. 母液中通氨、冷冻、加食盐析出氯化铵
D. 原料 NaCl 利用率比较高

【答案】B

【解析】

【详解】A. 氨气水中溶解度大，极易溶于水，在饱和食盐水中先通入氨气，显碱性，再通入二氧化碳，能更多吸收二氧化碳，故 A 正确；

B. 侯氏制碱法的化学方程式为 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ，析出 NaHCO_3 固体后的母液为氯化铵和少量的碳酸氢钠等其它溶质的溶液，故 B 错误；

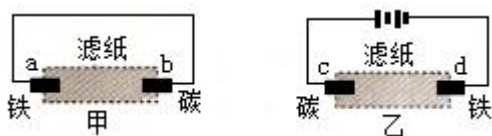
C. 母液中通氨，氨水电离出氢氧根离子会不断中和由碳酸氢根电离产生的氢离子，反应平衡向右移动，

最后溶液中的碳酸氢根会被完全消耗，加入氯化钠即加入氯离子，由于氯化铵在水中的溶解度比氯化钠、碳酸钠的溶解度小的多，冷冻之后氯化铵溶解度降低，即会从水中析出，故 C 正确；

D. 制备过程可知，侯氏制碱法最大的优点是使食盐的利用率较高，故 D 正确；

故选 B。

18. 用滴有氯化钠溶液的湿润的滤纸分别做甲、乙两个实验，下列判断正确的是



A. a 极上发生还原反应

B. 铁片腐蚀速率：乙>甲

C. d 为阴极，发生的反应为： $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$

D. b 极上发生的反应为： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 甲中发生铁的吸氧腐蚀，铁为原电池的负极，电极反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，a 极上发生氧化反应，故 A 错误；

B. 甲中铁为原电池的负极， $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，乙中铁为电解池的阴极，发生反应 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ ，铁被保护，故 B 错误；

C. d 与直流电源的负极相连为阴极，水电离出的氢离子放电，发生的反应为： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ ，故 C 错误；

D. 甲中铁发生吸氧腐蚀，b 为正极，正极上的电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ ，故 D 正确。

故选 D。

【点睛】原电池的电极是正负极，电解池的电极是阴阳极，负极失电子发生氧化反应，阴极得电子发生还原反应，原电池中电解质溶液中的阳离子向正极定向移动，阴离子向负极定向移动；电解池中的阳离子向阴极定向移动，阴离子向阳极定向移动。

19. 用下列实验器材(省略夹持装置)，能完成相应实验的是

	实验器材	相应实验
A	烧杯、玻璃棒、蒸发皿	硫酸铜溶液的浓缩结晶
B	烧杯、胶头滴管、电子天平	用固体氯化钠配制 0.5mol/L
C	烧杯、胶头滴管、分液漏斗	用溴水和 CCl_4 除去 NaBr 溶液中少量 NaI

D	烧杯、玻璃棒、滤纸	用盐酸除去硫酸钡中的少量碳酸钡
---	-----------	-----------------

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. 硫酸铜溶液的浓缩结晶，除去使用烧杯、玻璃棒、蒸发皿外，还需使用酒精灯、坩埚钳等，A 不符合题意；

B. 用固体氯化钠配制 0.5mol/L 氯化钠溶液，除去使用烧杯、胶头滴管、电子天平外，还需使用一定规格的容量瓶、玻璃棒等，B 不符合题意；

C. 用溴水和 CCl_4 除去 NaBr 溶液中少量 NaI 时，应先往 NaI 溶液中加入溴水，再加入 CCl_4 萃取分液，所以需使用的仪器有烧杯、胶头滴管、分液漏斗等，C 符合题意；

D. 用盐酸除去硫酸钡中的少量碳酸钡时，需使用过滤操作，除使用烧杯、玻璃棒、滤纸外，还需使用漏斗等，D 不符合题意；

故选 C。

20. 25°C，相同体积相同浓度的盐酸能与下列溶液恰好完全中和。① $V_1\text{mL pH}=9$ 的氨水；② $V_2\text{mL pH}=10$ 的氨水；③ $V_3\text{mL pH}=10$ 的 NaOH 溶液。下列叙述正确的是

A. $V_1 < 10V_2$ B. ①和②中 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 比值：① < ②

C. ①、②、③中水的电离度：②=③ > ①

D. 分别与盐酸完全中和后溶液的 pH：③ > ① > ②

【答案】D

【解析】

【分析】

① $V_1\text{mL pH}=9$ 的氨水、② $V_2\text{mL pH}=10$ 的氨水、③ $V_3\text{mL pH}=10$ 的 NaOH 溶液三份溶液，与相同体积相同浓度的盐酸恰好完全中和，则三份溶液中溶质的物质的量相等。

【详解】A. pH=9 的氨水中， $c(\text{OH}^-)=10^{-5}\text{mol/L}$ ，pH=10 的氨水中， $c(\text{OH}^-)=10^{-4}\text{mol/L}$ ，则②中 $c(\text{OH}^-)$ 是①中 $c(\text{OH}^-)$ 的 10 倍，对氨水来说，浓度越大，电离度越小，所以氨水的浓度 $c(\text{OH}^-)_2 > 10c(\text{OH}^-)_1$ ，所以 $V_1 > 10V_2$ ，A 不正确；

B. ①中氨水的浓度比②中小，则①中氨水的电离度比②中大，所以 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 比值(为氨水的电离度)：

① > ②，B 不正确；

C. ①、②、③中水的电离都受到抑制，②、③中 $c(\text{OH}^-)$ 相同，与水的抑制作用相同，①中 $c(\text{OH}^-)$ 小，对水电离的抑制作用弱，所以水的电离度：②=③<①，C 不正确；

D. ①、②、③分别与盐酸完全中和后，①、②中溶液呈酸性，③中溶液呈中性，①中 $c(\text{NH}_4^+)$ 比②中小，则水解生成的 $c(\text{H}^+)$ 小，pH 比②中大，所以溶液的 pH：③>①>②，D 正确；

故选 D。

21. 用 Cl_2 生产含氯有机物时会产生 HCl。利用反应： $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

可实现氯的循环利用。完成下列填空：

(1) 上述反应中所有元素原子半径由大到小的顺序为_____。与氯元素同族的短周期元素原子最外层电子的轨道表示式为_____。

(2) 判断氯、溴非金属性强弱的依据是_____ (选填序号)。

a. 熔点： $\text{Cl}_2 < \text{Br}_2$ b. 氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$

c. 热稳定性： $\text{HCl} > \text{HBr}$ d. 酸性： $\text{HCl} < \text{HBr}$

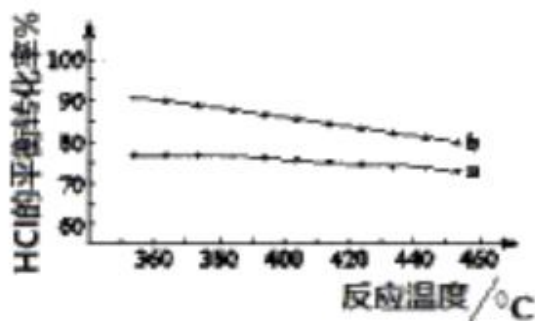
(3) 若反应在固定体积的密闭容器中发生，能说明反应已达平衡的是_____ (选填序号)。

a. $2v(\text{HCl})_{\text{正}} = v(\text{Cl}_2)_{\text{逆}}$ b. 体系压强不再改变

c. 混合气体密度不变 d. $\frac{c^2(\text{Cl}_2) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{HCl}) \cdot c(\text{O}_2)} = K$

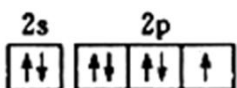
(4) 若反应容器容积为 2L，4mol HCl 与 1mol O_2 混合气体反应至 8min 时，恢复至原来温度，测得容器内气体压强减小了 10%，则用 HCl 表示该反应的化学反应速率为_____。

(5) 如下图是在 2 种不同投料比 $\left[\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)} = 1, 6\right]$ 下，温度对 HCl 平衡转化率影响的曲线。



① 曲线 a 对应的投料比 $\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)} =$ _____。

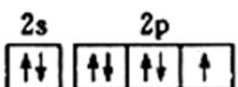
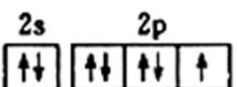
② 使曲线 a 达到曲线 b 相同的 HCl 平衡转化率，不改变投料比，可采取的措施有_____；_____。

【答案】 (1). $\text{Cl} > \text{O} > \text{H}$ (2).  (3). bc (4). bd (5). $0.125 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$

(6). 6 (7). 降低温度 (8). 移去 H_2O 、增大压强等

【解析】

【详解】(1)上述反应中含有 H、O、Cl 三种元素，依据元素在周期表中的相对位置，可确定原子半径由大到小的顺序为 $\text{Cl} > \text{O} > \text{H}$ 。与氯元素同族的短周期元素为氟，原子最外层电子排布式为 $2s^2 2p^5$ ，轨道表示

式为 。答案为： $\text{Cl} > \text{O} > \text{H}$ ；；

(2)a. 二者均为分子晶体，熔点的高低与分子间作用力有关，与非金属性无关，a 不符合题意；

b. 一般情况下非金属性越强，单质的氧化性越强，氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ ，则非金属性 $\text{Cl} > \text{Br}$ ，b 符合题意；

c. 简单氢化物的热稳定性越强，非金属性越强，由热稳定性 $\text{HCl} > \text{HBr}$ ，可确定非金属性 $\text{Cl} > \text{Br}$ ，c 符合题意；

d. 氢化物的酸性与非金属性不成正比关系，所以由酸性 $\text{HCl} < \text{HBr}$ ，不能确定 Cl 与 Br 的非金属性关系，d 不符合题意；

故选 bc。答案为：bc；

(3)a. 由 $2v(\text{HCl})_{\text{正}} = v(\text{Cl}_2)_{\text{逆}}$ ，只能得出反应进行的方向相反，但 HCl、 Cl_2 的速率之比不等于化学计量数之比，所以正逆反应速率不相等，反应未达平衡状态，a 不符合题意；

b. 因为反应前后气体的分子数不等，压强是一个变量，当体系压强不再改变时，反应达平衡状态，b 符合题意；

c. 混合气体的质量不变，体积不变，所以密度始终不变，密度不变时，反应不一定达平衡状态，c 不符合题意；

d. $\frac{c^2(\text{Cl}_2) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{HCl}) \cdot c(\text{O}_2)} = K$ ，表明浓度商与化学平衡常数相等，则反应达平衡状态，d 符合题意；

故选 bd。答案为：bd；

(4)温度、容积一定时，测得容器内气体压强减小了 10%，则物质的量减少 10%，由反应

$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 可得出，混合气的物质的量的减少量等于参加反应的 O_2 的物质的量，由此得出参加反应 O_2 的物质的量为 $5\text{mol} \times 10\% = 0.5\text{mol}$ ，则参加反应 HCl 的物质的量为

$4 \times 0.5\text{mol} = 2\text{mol}$ ，则用 HCl 表示该反应的化学反应速率为 $\frac{2\text{mol}}{\frac{2\text{L}}{8\text{min}}} = 0.125 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$ 。答案为：0.125

$\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$ ；

(5) ①从图中可以看出，温度升高，HCl 的平衡转化率减小，则表明正反应为放热反应； $\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)}$ 比值越大

[可认为 $n(\text{O}_2)$ 恒定]，投入的 HCl 越多，则 HCl 的平衡转化率越小，所以曲线 a 对应的投料比 $\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)} = 6$ 。

②使曲线 a 达到曲线 b 相同的 HCl 平衡转化率，不改变投料比，则应使平衡正向移动，所以可采取的措施有降低温度、移去 H_2O 、增大压强等。答案为：6；降低温度；移去 H_2O 、增大压强等。

【点睛】在有两种气体反应物存在的平衡体系中，增大一种反应物的浓度，可使平衡正向移动，但该反应物的转化率减小。

22. 亚硝酸钠广泛应用于工业和建筑业，也允许在安全范围内作为肉制品发色剂或防腐剂。

已知：①亚硝酸及其盐既有氧化性又有还原性。

②稀溶液中氧化性： $\text{NO}_2^- > \text{SO}_4^{2-}$

③酸性： $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$

完成下列填空：

(1)在酸性 KMnO_4 溶液中滴入 NaNO_2 溶液，溶液褪色。写出该反应的离子方程式_____。被氧化的元素是_____。

(2)往冷 NaNO_2 溶液中加入或通入下列某种物质可得 HNO_2 稀溶液。该物质是_____ (选填序号)。

a. 稀硫酸 b. 二氧化碳 c. 二氧化硫 d. 醋酸

(3) NaNO_2 溶液中离子浓度由大到小的顺序为_____；常温下，等浓度的 NaNO_2 溶液与 CH_3COONa 溶液 pH_____ (选填“前者大”、“后者大”或“相等”)。若使两者 pH 相等，可采取的措施是_____ (选填序号)。

a. 向 NaNO_2 溶液中加适量水 b. 向 NaNO_2 溶液中加适量 NaOH
c. 向 CH_3COONa 溶液中加适量水 d. 向 CH_3COONa 溶液中加适量 NaOH

(4)已知： $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ； $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。以 HNO_3 溶液和 SO_2 气体为原料，得到硫酸溶液及 NO 与 NO_2 混合气体，同时将所得混合气体通入 NaOH 溶液生产 NaNO_2 。

①若得到的盐全部为 NaNO_2 ，则原料 HNO_3 和 SO_2 的物质的量之比为_____。

②生产中，若硝酸浓度过高， NaNO_2 产率_____，若硝酸浓度过低， NaNO_2 产率_____ (选填“偏低”、“偏高”或“不变”)。

【答案】 (1). $5\text{NO}_2^- + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 5\text{NO}_3^- + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2). +3 价的氮元素 (3). a (4).

$[\text{Na}^+] > [\text{NO}_2^-] > [\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ (5). 后者大 (6). bc (7). 1:1 (8). 偏低 (9). 偏低

【解析】

【详解】(1)在酸性 KMnO_4 溶液中滴入 NaNO_2 溶液，溶液褪色，则 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} ，同时 NO_2^- 被氧化为 NO_3^- ，该反应的离子方程式为 $5\text{NO}_2^- + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 5\text{NO}_3^- + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ；被氧化的元素是 NO_2^- 中+3 价的氮元素。答案为： $5\text{NO}_2^- + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 5\text{NO}_3^- + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ；+3 价的氮元素；

(2)往冷 NaNO_2 溶液中加入或通入某种物质可得 HNO_2 稀溶液，该物质应能提供 H^+ ，且酸性比 HNO_2 强，同时还需考虑到加入试剂不能将 NaNO_2 还原。虽然亚硫酸的酸性也比亚硝酸强，但稀溶液中氧化性 $\text{NO}_2^- > \text{SO}_4^{2-}$ ，所以不能选择通入 SO_2 ，由酸性可知，稀硫酸可实现此转化，故选 a。答案为：a；

(3) HNO_2 的酸性比 H_2SO_3 弱，则 HNO_2 为弱酸， NaNO_2 在水溶液中发生部分水解，生成 HNO_2 和 NaOH ，同时水发生微弱电离，所以离子浓度由大到小的顺序为 $[\text{Na}^+] > [\text{NO}_2^-] > [\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ ；常温下，因为酸性 $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$ ，所以等浓度的 NaNO_2 溶液与 CH_3COONa 溶液中， CH_3COONa 的水解能力更强，则 pH 后者大。若使两者 pH 相等，则应设法增大 NaNO_2 的水解程度。

a. 向 NaNO_2 溶液中加入适量水，虽然水解平衡正向移动，但溶液中 $[\text{OH}^-]$ 更小，a 不符合题意；

b. 向 NaNO_2 溶液中加入适量 NaOH ，可增大溶液中 $[\text{OH}^-]$ ，b 符合题意；

c. 向 CH_3COONa 溶液中加入适量水，将 CH_3COONa 溶液稀释，可减小 CH_3COONa 溶液中 $[\text{OH}^-]$ ，c 符合题意；

d. 向 CH_3COONa 溶液中加入适量 NaOH ，会增大 CH_3COONa 溶液中的 $[\text{OH}^-]$ ，d 不符合题意；

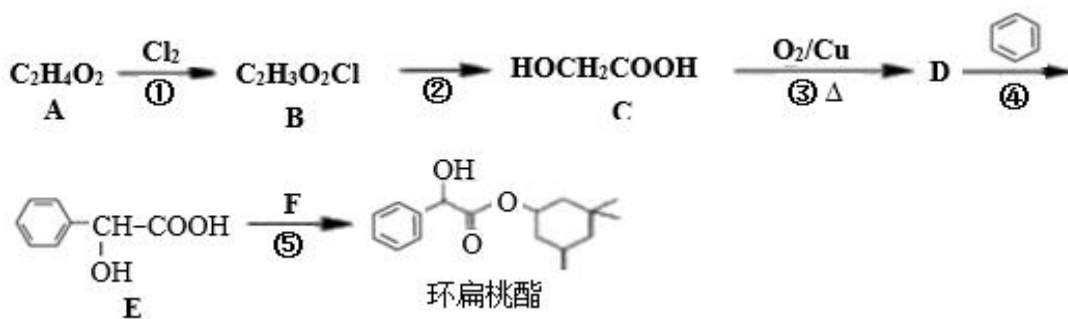
故选 bc。答案为： $[\text{Na}^+] > [\text{NO}_2^-] > [\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ ；后者大；bc；

(4)①若得到的盐全部为 NaNO_2 ，则生成等摩尔的 NO 、 NO_2 混合气体， HNO_3 溶液和 SO_2 气体反应的化学方程式为 $2\text{HNO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{NO}_2$ ，从而得出原料 HNO_3 和 SO_2 的物质的量之比为 1:1。

②生产中，若硝酸浓度过高，主要还原产物为 NO_2 ，生成 NO 的量少，与 NaOH 溶液反应后，有较多的 NaNO_3 生成， NaNO_2 产率偏低，若硝酸浓度过低，主要还原产物为 NO ，生成的 NO_2 量少，与 NaOH 溶液反应后，有大量 NO 剩余， NaNO_2 产率偏低。答案为：1:1；偏低；偏低。

【点睛】在考虑将 NaNO_2 转化为 HNO_2 时，除去考虑酸性强弱外，切莫忽视 HNO_2 的氧化性。

23. 环扁桃酯临床上主要用于治疗脑动脉硬化。环扁桃酯的一种合成路线如下所示：



完成下列填空:

(1) 写出 A 的官能团_____；①的反应类型_____；反应②所需试剂和条件_____。



(2)写出反应③的化学方程式

(3)反应⑤中另一反应物 F 的结构简式为_____。

(4)检验 D 是否已经完全转化为 E 的操作是_____。


(5)满足下列条件, 写出一种 E 的同分异构体的结构简式。

i. 能发生水解反应 ii. 苯环上的一溴代物只有两种

(6) 写出由乙苯()合成聚苯乙烯()的合成路线。(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 $\cdots \cdots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 目标产物)_____。

【答案】 (1). $-\text{COOH}$ (羧基) (2). 取代反应 (3). NaOH 溶液、加热、酸化(H^+) (4).

$2\text{HOCH}_2\text{COOH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{OHC-COOH} + 2\text{H}_2\text{O}$ (5).  (6). 取样，加入足量 NaOH

溶液中和，再加入新制氢氧化铜悬浊液加热，无砖红色沉淀生成，说明 D 已完全转化为 E (7).

$$\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCH} \quad , \quad \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCCH}_3 \quad , \quad \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OOCH} \quad , \quad \text{H}_3\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCH} \quad ,$$

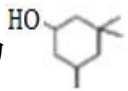
COC(=O)c1ccc(O)cc1 (任写一种) (8).



【解析】

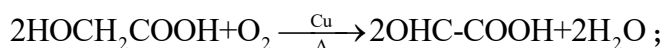
【分析】

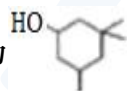
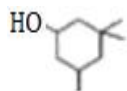
由 C 的结构简式 HOCH_2COOH , 结合 A 的分子式可确定 A 的结构简式为 CH_3COOH , 则 B 的结构简式为 ClCH_2COOH , 由 C 生成 D 的反应条件可知 C 中羟基被催化氧化生成 D, 可确定 D 的结构简式为 OHCCOOH ;

由 E 与环扁桃酯的结构简式，可确定 F 为 。

【详解】(1)由分析可知，A 的结构简式为 CH_3COOH ，则其官能团为 $-\text{COOH}$ (羧基)；反应①为 CH_3COOH 中 $-\text{CH}_3$ 上的一个 H 原子被 Cl_2 中的一个 Cl 所替代，所以反应类型为取代反应；反应②是 ClCH_2COOH 发生的水解反应，但 $-\text{COOH}$ 会转化为 $-\text{COONa}$ ，后续操作应为酸化，则所需试剂和条件为 NaOH 溶液、加热、酸化(H^+)。答案为： $-\text{COOH}$ (羧基)；取代反应； NaOH 溶液、加热、酸化(H^+)；

(2)反应③中， HOCH_2COOH 中的 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 催化氧化生成 $-\text{CHO}$ ，化学方程式为



(3)由以上分析知，反应⑤中另一反应物 F 的结构简式为 。答案为：；

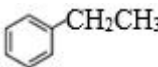
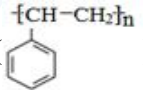
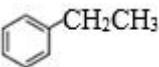
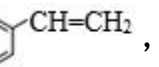
(4)检验 D 是否已经完全转化为 E，则可通过加入检验 $-\text{CHO}$ 的试剂，检验 OHCCOOH 是否存在，具体操作是：取样，加入足量 NaOH 溶液中和，再加入新制氢氧化铜悬浊液加热，无砖红色沉淀生成，说明 D 已完全转化为 E。答案为：取样，加入足量 NaOH 溶液中和，再加入新制氢氧化铜悬浊液加热，无砖红色沉淀生成，说明 D 已完全转化为 E；

(5)满足下列条件：“i. 能发生水解反应，ii. 苯环上的一溴代物只有两种”的 E 的同分异构体中，应含有苯环，且有两个对位取代基，一个含有酯基，另一个含有 $-\text{OH}$ 或醚键，结构简式可能为 $\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCH}$ 、

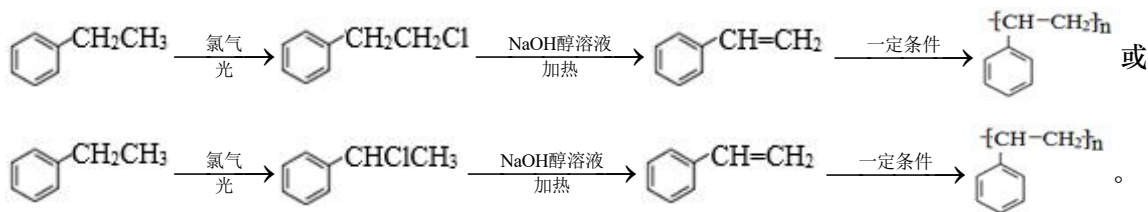
$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCCH}_3$ 、 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OOCH}$ 、 $\text{H}_3\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCH}$ 、 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOCH}_3$ (任写一种)。答案

为： $\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCH}$ 、 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCCH}_3$ 、 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OOCH}$ 、 $\text{H}_3\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OOCH}$ 、

$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOCH}_3$ (任写一种)；

(6)由乙苯()合成聚苯乙烯()，则需将  转化为 ，由此

得出合成路线为



【点睛】书写 E 的同分异构体时，可先确定苯环上有两个取代基，且位于对位，然后再依据性质，确定基团的可能组成和结构。

24. 为测定 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、 NaHCO_3 的混合物中 NaHCO_3 的含量，设计如下实验：取一定质量的混合物，通过测量反应前后③装置质量的变化，测定该混合物中 NaHCO_3 的质量分数。



完成下列问题：

(1) U 型管①②③盛装的均为固态物质，可选试剂依次为_____、_____、_____ (选填编号)。U 型管③吸收的气体为_____。

a. 碱石灰 b. 无水氯化钙 c. 无水硫酸铜

(2) 干燥管中无水硫酸铜的作用是_____。实验装置最后的干燥管中碱石灰的作用_____。

(3) 实验停止加热后，继续通入空气一段时间的原因是_____。

(4) 再设计一种测定上述混合物中 NaHCO_3 含量的方案，并注明需要测定的物理量_____。

【答案】 (1). a (2). b (3). a (4). CO_2 (5). 检验水蒸气是否已经被完全除去 (6). 防止空气中的 CO_2 和水蒸气被③吸收，导致③质量增大 (7). 将反应产生的 CO_2 全部赶入装置③ (8). 方案一：取样品 m 克配成 100mL 溶液，取出 20mL 溶液用一定浓度标准盐酸进行滴定(用甲基橙或酚酞作指示)，消耗盐酸 $V\text{mL}$ ，数据处理或方案二：取样品 m_1 克，置于已知质量的坩埚中灼烧、冷却、称量，并做恒重操作得 m_2 克，数据处理。

【解析】

【分析】

根据实验装置图可知，该实验方案的原理是：加热样品，发生反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ，通过测定样品受热产生的 CO_2 的质量确定 NaHCO_3 的含量；为了使 CO_2 测量准确，加热样品前要先通入空气，经 U 型管①吸收空气中的 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，用不含 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的空气排尽装置中的空气，然后对样品加热，使样品充分反应，U 型管②吸收反应生成的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，无水硫酸铜用于检验反应生成的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是否被完全吸收，U 型管③吸收反应生成的 CO_2 ，U 型管③反应前后增加的质量即为反应生成的 CO_2 的质量；为使反应生成的 CO_2 在 U 型管③中全部被吸收，停止加热后需继续通入一段时间的空气将反应产生的 CO_2 全部赶入 U 型管③中；为防止外界空气的 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 进入 U 型管③中，最后干燥管中的碱石灰用于吸收外界空气的中 CO_2 和水蒸气；据此分析作答。

【详解】(1) U 型管①②③盛装的均为固态物质，根据分析，U 型管①中试剂用于吸收空气中的 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，

选用碱石灰，选 a；U 型管②中试剂用于吸收反应生成的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、不吸收 CO_2 ，选用无水 CaCl_2 ，选 b；U 型管③中试剂用于吸收反应生成的 CO_2 ，选用碱石灰，选 a；故答案为：a；b；a； CO_2 。

(2)为使 CO_2 的测量准确，U 型管②必须将反应生成的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 完全吸收，故干燥管中无水硫酸铜的作用是检验水蒸气是否已经被完全除去，若被完全除去，则无水硫酸铜不变蓝；实验装置最后的干燥管中碱石灰的作用是防止外界空气中的 CO_2 和水蒸气被③吸收，导致③质量增大；故答案为：检验水蒸气是否已经被完全除去；防止空气中的 CO_2 和水蒸气被③吸收，导致③质量增大。

(3)停止加热后，有部分 CO_2 残留在硬质玻璃管、U 型管②、导管中等，继续通入空气一段时间可将反应产生的 CO_2 全部赶入装置③，使反应生成的 CO_2 全部被③中碱石灰吸收；故答案为：将反应产生的 CO_2 全部赶入装置③。

(4)常用的测定混合物含量的实验方法有：滴定分析法、重量分析法等；根据 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 和 NaHCO_3 的性质，可采用滴定分析法，实验方案为：取样品 m 克配成 100mL 溶液，取出 20mL 溶液用一定浓度标准盐酸进行滴定(用甲基橙或酚酞作指示)，消耗盐酸 VmL，数据处理；也可采用重量分析法，实验方案为：取样品 m_1 克，置于已知质量的坩埚中灼烧、冷却、称量，并做恒重操作得 m_2 克，数据处理；故答案为：方案一：取样品 m 克配成 100mL 溶液，取出 20mL 溶液用一定浓度标准盐酸进行滴定(用甲基橙或酚酞作指示)，消耗盐酸 VmL，数据处理或方案二：取样品 m_1 克，置于已知质量的坩埚中灼烧、冷却、称量，并做恒重操作得 m_2 克，数据处理。