

嘉定区 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

相对原子质量：H-1 C-12 O-16 S-32 Fe-56

一、选择题（每题只有一个正确答案，每题 2 分，共计 40 分）

1. 新冠肺炎疫情防控期间，为了切断传播途径，控制疾病流行，经常会用到各类消毒剂。

下列消毒剂不具有强氧化性的是（ ）

- A. 84 消毒液      B. 双氧水      C. 医用酒精      D. 二氧化氯


2. 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

3. 下列有关氯元素及其化合物的表示正确的是（ ）

A. 质子数为 17、中子数为 20 的氯原子  ${}^{20}_{17}\text{Cl}$

B. 氯分子的电子式： $:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$

C. 氯离子 ( $\text{Cl}^-$ ) 的结构示意图：

D. 氯乙烯分子的结构简式： $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$

4. 下列物质中属于强电解质，但在给定条件下不能导电的是（ ）

- A. 液态氯化氢      B. 熔融氯化钾      C. 熔融氧化铝      D. 稀硝酸

5. 在下列变化过程中，既有离子键被破坏又有共价键被破坏的是（ ）

- A. 将  $\text{SO}_2$  通入水中      B. 烧碱溶于水  
C. 将  $\text{HCl}$  通入水中      D. 硫酸氢钠溶于水

6. 在配制一定物质的量浓度的溶液实验中，不需要用到的仪器是（ ）



7. 下列关于实验现象的描述错误的是（ ）

- A. 把铜片和铁片紧靠在一起浸入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中，铜片表面出现气泡  
B. 用石墨棒作阳极，铁片作阴极，电解  $\text{NaCl}$  溶液，石墨棒和铁片表面都出现气泡  
C. 把铜片插入  $\text{FeCl}_3$  溶液中，在铜片表面出现一层铁  
D. 把锌粒放入盛有盐酸的试管中，加入几滴  $\text{CuCl}_2$  溶液，气泡放出速率加快

8. 下列有关物质结构和性质变化规律正确的是 ( )

- A. 还原性:  $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr}$                       B. 碱性:  $\text{KOH} > \text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$   
C. 沸点:  $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{Se}$                       D. 金属活动性:  $\text{Al} > \text{Mg} > \text{Na}$

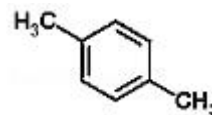
9. 下列各组原子中, 彼此化学性质一定相似的是 ( )

- A. 最外层都只有一个电子的 X、Y 原子  
B. 原子核外 L 层上有 8 个电子的 X 原子与 M 层上有 8 个电子的 Y 原子  
C. 2p 轨道上有 3 个未成对电子的 X 原子与 3p 轨道上有 3 个未成对电子的 Y 原子  
D. 原子核外电子排布式为  $1s^2$  的 X 原子与原子核外电子排布式为  $1s^2 2s^2$  的 Y 原子

10. 对二甲苯 (简称 PX, 结构如图) 用于生产涤纶纤维、聚酯容器、涂料、染料等。

有关说法错误的是 ( )

- A. PX 的分子式为  $\text{C}_8\text{H}_{10}$                       B. PX 的二氯代物有 5 种  
C. PX 可以发生取代、加成、氧化反应      D. PX 分子中碳原子处于同一平面



11. 下列有关反应  $\text{M}(\text{g}) + 2\text{N}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{G}(\text{g}) + \text{H}(\text{s})$  的说法正确的是 ( )

- A. 在体积可变的密闭容器中, 该反应达到平衡后, 若加压, 则平衡不移动、混合气体平均相对分子质量变大、混合气体密度变大  
B. 若  $T^\circ\text{C}$  时该反应的平衡常数  $K=1.0$ , 则在  $T^\circ\text{C}$  时在使用催化剂后该反应的  $K$  值将大于 1.0  
C. 某温度下, 若向已达平衡的该反应体系中加入  $1\text{molM}(\text{g})$  和  $2\text{molN}(\text{g})$ , 则平衡不移动  
D. 如果该反应在容积不变的密闭容器中进行, 当反应达到平衡时  $v_{\text{正}}(\text{N}) : v_{\text{逆}}(\text{G}) = 2 : 3$

12. 下列化学用语对事实的表述正确的是 ( )

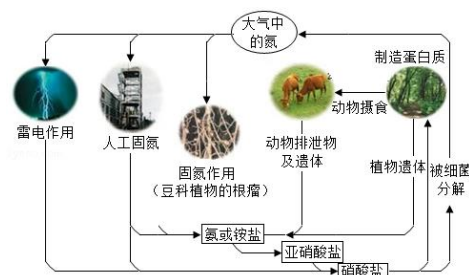
- A. 电解  $\text{CuCl}_2$  溶液:  $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$   
B. Mg 和 Cl 形成离子键的过程:  $:\ddot{\text{Cl}}: + \times \text{Mg} \times + :\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{Mg}^{2+}[:\ddot{\text{Cl}}:]_2^-$   
C.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液与足量 NaOH 溶液混合:  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$   
D. 乙酸与乙醇发生酯化反应:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

13. 下列事实, 不能用勒夏特列原理解释的是 ( )

- A. 氨水中加酸,  $\text{NH}_4^+$  的浓度增大  
B. 合成氨工业中不断从反应混合物中液化分离出氨气  
C. 氯气在水中溶解度大于饱和食盐水中的溶解度  
D. 由  $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$  蒸气、 $\text{HI}$  气体组成的平衡体系减压后颜色变浅

14. 下列关于自然界中氮循环（如图）的说法错误的是（ ）

- A. 氮元素均被氧化
- B. 工业合成氨属于人工固氮
- C. 含氮无机物和含氮有机物可相互转化
- D. 碳、氢、氧三种元素也参加了氮循环



15. 人剧烈运动后肌肉发酸是因为当体内氧气缺少时葡萄糖发生反应产生了乳酸，其结构简

式为  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ 。下列关于乳酸的说法正确的是（ ）

- A. 1mol 乳酸与碳酸钠完全反应，生成 1mol  $\text{CO}_2$
- B. 1mol 乳酸与金属钠完全反应，生成 2g  $\text{H}_2$
- C. 乳酸既可发生取代反应、消去反应又可发生加成反应

D. 乳酸发生聚合反应的方程式为 
$$n \text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{H} \left[ \text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O}) \right]_n \text{OH} + n \text{H}_2\text{O}$$

16. 常温下，下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是（ ）

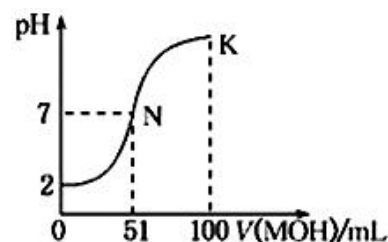
- A.  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-)=1 \times 10^{-14}$  的溶液： $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
- B. 0.1 mol·L<sup>-1</sup> KOH 溶液： $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- C. 能使 pH 试纸显深红色的溶液： $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{SCN}^-$
- D. 0.1 mol·L<sup>-1</sup> NaClO 溶液： $\text{HS}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$

17. 将①中溶液滴入②中，预测的现象与实际相符的是（ ）

| 选项 | ①中物质  | ②中物质         | 预测中的现象   |
|----|-------|--------------|----------|
| A  | 稀盐酸   | 碳酸钠、氢氧化钠混合溶液 | 立即产生气泡   |
| B  | 浓硝酸   | 用砂纸打磨过的铝条    | 产生红棕色气体  |
| C  | 氯化铝溶液 | 浓氢氧化钠溶液      | 产生大量白色沉淀 |
| D  | 亚硫酸溶液 | 高锰酸钾酸性溶液     | 溶液逐渐褪色   |

18. 常温下，向 100mL 0.01mol·L<sup>-1</sup> HA 溶液中逐滴加入 0.02 mol·L<sup>-1</sup> MOH 溶液，图中所示的曲线表示混合溶液的 pH 变化情况（溶液体积变化勿略不计）。下列说法中，错误的是（ ）

- A. HA 为一元强酸
- B. MOH 为一元弱碱

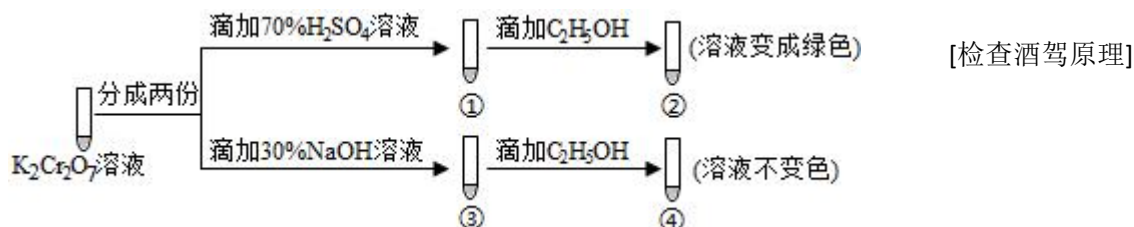


C. N 点水的电离程度小于 K 点水的电离程度

D. K 点对应的  $\text{pH}=10$ ，则有  $c(\text{MOH})+c(\text{OH}^-)-c(\text{H}^+)=0.005\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

19.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中存在平衡： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ （橙色） $+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ （黄色） $+2\text{H}^+$

用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液进行下列实验：



结合实验，下列说法错误的是（ ）

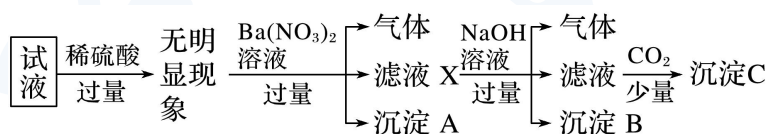
A. ①中溶液橙色加深，③中溶液变黄

B. ②中  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  被  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  还原

C. 对比②和④可知  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  酸性溶液氧化性强

D. 若向④中加入 70% $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液至过量，溶液变为橙色

20. 某试液中只可能含有  $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$  中的若干种离子，离子浓度均为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。某同学进行了如下实验：



下列说法正确的是（ ）

A. 无法确定原试液中是否含有  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$

B. 滤液 X 中大量存在的阳离子有  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Ba}^{2+}$

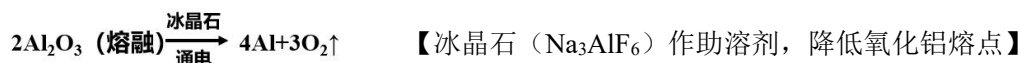
C. 无法确定沉淀 C 的成分

D. 原溶液中存在的离子为  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

## 二、综合题

(一)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  可以从铝土矿中获得，铝土矿的主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  等杂质。经过“酸溶法”或“碱溶法”等都可以去掉杂质得到  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

19 世纪后期，美国的霍尔和法国的埃鲁先后独立发明了电解  $\text{Al}_2\text{O}_3$  法生产铝。



21. 上述涉及到 Al、Na、O、F、Si、Fe 六种元素中，不是主族元素的是\_\_\_\_\_， $\text{Al}^{3+}$

电子排布式\_\_\_\_\_，O 原子的未成对电子数\_\_\_\_\_。

22.制造“中国芯”芯片的核心元素 Si 位于元素周期表第\_\_\_\_周期第\_\_\_\_族。冰晶石 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) 晶体中阴、阳离子各一种，阴离子符号\_\_\_\_\_。

23.用“>”或“<”填空：

| 原子半径     | 非金属性   | 熔点          |
|----------|--------|-------------|
| Al____Si | O____F | 二氧化硅____晶体硅 |

24.用离子晶体的知识解释  $\text{Al}_2\text{O}_3$  比  $\text{Na}_2\text{O}$  熔点高的原因\_\_\_\_\_。

其实电解法生产铝有很多弊端，科技工作者不断创新。下面一种新型直接从铝土矿中提取铝的方法



25.(1)反应I中的还原产物是\_\_\_\_\_；若有0.6gC反应，电子转移数目为\_\_\_\_\_。

(2) 结合反应 I、II 分析，请说出这种提炼方法 2 条优点

\_\_\_\_\_。

(二) 煤炭是我国最主要能源。煤化工是以煤为原料，经过化学加工使煤转化为气体、液体、固体燃料以及各种化工产品的工业过程。

26.已知该产业链中，有炭参与的某反应平衡常数表达式为： $K = \frac{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO})}{c(\text{H}_2\text{O})}$ ，写出它所对应

反应的化学方程式：\_\_\_\_\_，

若该反应只有在持续高温下才能自发进行 则该反应为\_\_\_\_\_（“吸热”或“放热”）反应。

将不同量的  $\text{CO}(\text{g})$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  分别通入体积为 2 L 的恒容密闭容器中，进行反应  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，

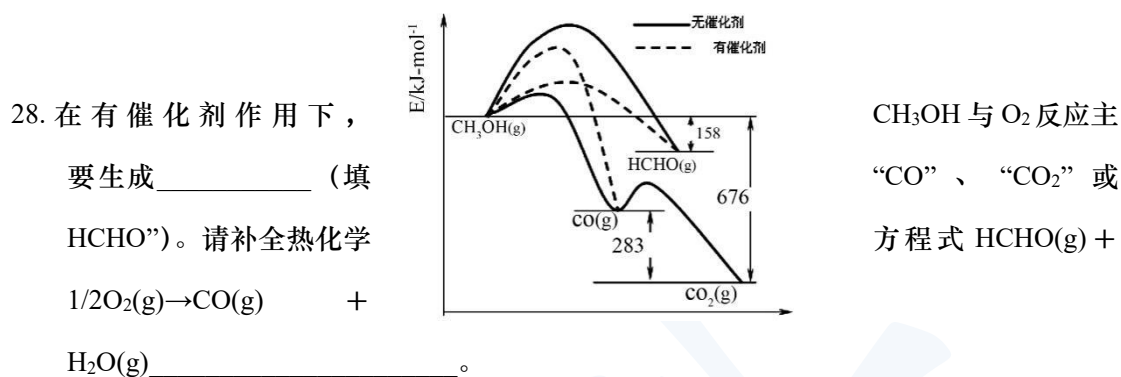
得到如下 2 组数据：

| 实验组 | 温度/℃ | 起始量/mol              |             | 平衡量/mol      |               | 达到平衡所需时间/min |
|-----|------|----------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
|     |      | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{CO}$ | $\text{H}_2$ | $\text{CO}_2$ |              |
| 1   | 650  | 1                    | 2           | 0.8          | 1.2           | 5            |
| 2   | 900  | 0.5                  | 1           | 0.2          | 0.8           | 3            |

27.①实验 1 中以  $v(\text{CO}_2)$  表示的反应速率为\_\_\_\_\_。

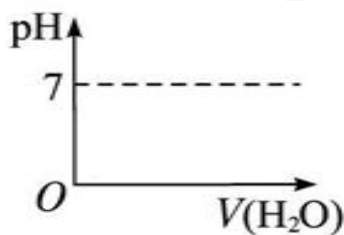
②900℃时，反应  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  的平衡常数\_\_\_\_\_。向实验 2 的平衡混合物中再加入 0.4 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  和 0.4 mol  $\text{CO}_2$ ，平衡\_\_\_\_\_（选填“正反应方向”、“逆反应方向”或“不”）移动。

将煤液化得到的甲醇是重要的化工原料。下图所示为一定条件下 1mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  与  $\text{O}_2$  发生反应时，生成  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$  或  $\text{HCHO}$  的能量变化图[反应物  $\text{O}_2(\text{g})$  和生成物  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  略去]。

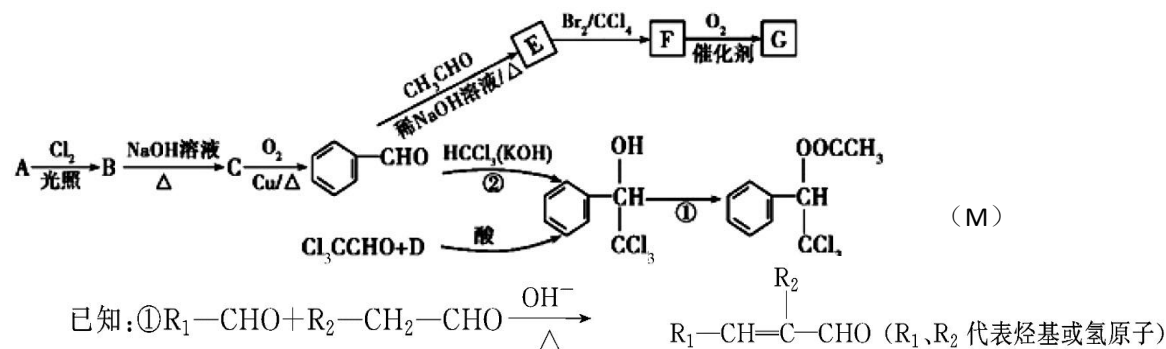


29.  $\text{HCHO}$  可进一步被氧化为重要工业原料  $\text{HCOOH}$  (其酸性比  $\text{H}_2\text{SO}_3$  弱，比  $\text{CH}_3\text{COOH}$  强)。

在下图中画出常温下向甲酸钠溶液中加水时溶液的 pH 的变化。



(三) 香料 M 和 G 都在生活中有很多用途，其合成路线如下：



②D 与 A 互为同系物；在相同条件下，D 蒸气相对于氢气的密度为 39。

30. A 的名称是\_\_\_\_\_，G 中含氧官能团的名称是\_\_\_\_\_。

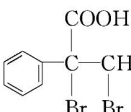
31.②的反应类型是\_\_\_\_\_。

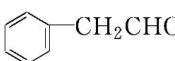


B 和 F 的结构简式分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

32. 写出一种能鉴别 A 和 D 的试剂\_\_\_\_\_，C 有多种同分异构体，其中属于芳香族化合物且不含羟基的同分异构体结构简式\_\_\_\_\_。

33. 写出反应①制取香料 M 的化学方程式：\_\_\_\_\_。

34. G 的同分异构体  是一种重要的药物中间体，其合成路线与 G 相似，

请以  为原料设计它的合成路线(其他所需原料自选)。

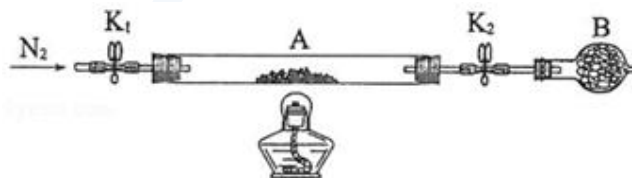
(合成路线常用的表示方式为：A  $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$  B……  $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$  目标产物 )  
 \_\_\_\_\_。  
 \_\_\_\_\_。

(四) (15 分) 绿矾是含有一定量结晶水的硫酸亚铁，在工农业生产中具有重要的用途。

某化学兴趣小组对绿矾的一些性质进行探究。回答下列问题：

35. 在试管中加入少量绿矾样品，加水溶解，滴加 KSCN 溶液，溶液颜色无明显变化。再向试管中通入空气，溶液逐渐变红。由实验现象可推知：\_\_\_\_\_。

为测定绿矾中结晶水含量，将石英玻璃管（带两端开关 K<sub>1</sub> 和 K<sub>2</sub>）（设为装置 A）称重，记为 m<sub>1</sub> g。将样品装入石英玻璃管中，再次将装置 A 称重，记为 m<sub>2</sub> g。按下图连接好装置进行实验。



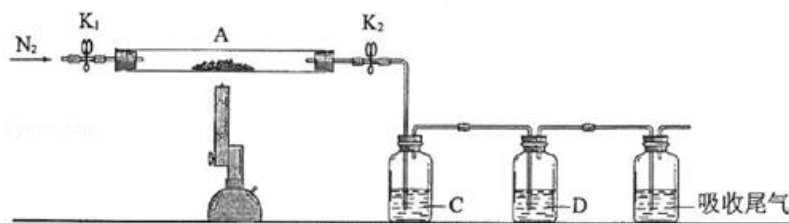
36. 将补全下列实验操作步骤正确排序 da\_\_\_\_\_e（填标号）；重复上述操作步骤，直至 A 恒重，记为 m<sub>3</sub> g。

- a. 点燃酒精灯，加热                      b. 熄灭酒精灯                      c. 关闭 K<sub>1</sub> 和 K<sub>2</sub>  
 d. 打开 K<sub>1</sub> 和 K<sub>2</sub>，缓缓通入 N<sub>2</sub>      e. 称量 A                      f. 冷却至室温

37. 缓缓通入 N<sub>2</sub> 的目的是\_\_\_\_\_。

38. 根据实验记录，计算绿矾化学式中结晶水数目  $x =$  \_\_\_\_\_ (列式表示)。

为探究硫酸亚铁的分解产物，将 36 中已恒重的装置 A (取出  $a\text{ g}$  后) 接入下图所示的装置中，打开  $K_1$  和  $K_2$ ，缓缓通入  $N_2$ ，加热。实验后反应管中残留固体为红色粉末。



39. ① C、D 中的溶液依次为  $\text{BaCl}_2$ 、品红。C、D 中可观察到的现象分别为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

② 写出硫酸亚铁高温分解反应的化学方程式 \_\_\_\_\_。

为了测定 A 中样品的纯度，将取出  $a\text{ g}$  样品溶于水，配制成  $500\text{ mL}$  溶液，用浓度为  $c\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定。每次所取待测液体积均为  $25.00\text{ mL}$ ，实验结果记录如下：

| 实验次数          | 第一次   | 第二次   | 第三次   |
|---------------|-------|-------|-------|
| 消耗高锰酸钾溶液体积/mL | 25.52 | 25.02 | 24.98 |
|               |       |       |       |

40. 上表中第一次实验中记录数据明显大于后两次，其原因可能是 \_\_\_\_\_ (填字母)。

- A. 实验结束时俯视刻度线读取滴定终点时酸性高锰酸钾溶液的体积
- B. 滴定前滴定管尖嘴有气泡，滴定结束无气泡
- C. 第一次滴定用的锥形瓶用待装液润洗过，后两次未润洗
- D. 该酸性高锰酸钾标准液保存时间过长，有部分变质，浓度降低



## 嘉定区 2020~2021 学年度第一学期高中等级考模拟质量调研

### 高三年级化学学科试卷答案解析版

相对原子质量：H-1 C-12 O-16 S-32 Fe-56

#### 一、选择题(每题只有一个正确答案，每题 2 分，共计 40 分)

1. 新冠肺炎疫情防控期间，为了切断传播途径，控制疾病流行，经常会用到各类消毒剂。

下列消毒剂不具有强氧化性的是( )

- A. 84 消毒液                      B. 双氧水                      C. 医用酒精                      D. 二氧化氯

【答案】C

【解析】

【详解】84 消毒液的有效成分为次氯酸钠，双氧水、二氧化氯等都具有强氧化性，可用于杀菌消毒，酒精不具有强氧化性，可破坏蛋白质的氢键，使细胞脱水而达到杀菌消毒目的，故答案为：C。

2. 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。

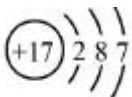
答案选 A。

【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。

3. 下列有关氯元素及其化合物的表示正确的是 ( )

A. 质子数为 17、中子数为 20 的氯原子:  ${}_{17}^{20}\text{Cl}$

B. 氯离子( $\text{Cl}^-$ )的结构示意图: 

C. 氯分子的电子式:  $:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$

D. 氯乙烯分子的结构简式:  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$

【答案】C

【解析】

【详解】A、左上角应是质量数，质量数=中子数+质子数=37，应是 ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ ，故 A 说法错误；

B、氯离子质子数大于电子数，其结构示意图: ，故 B 错误；

C、氯原子最外层 7 个电子，每个氯原子都达到 8 电子稳定结构，故 C 正确；

D、氯乙烯结构简式:  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ，而题目中是氯乙烷，故 D 说法错误。

4. 下列物质中属于强电解质，但在给定条件下不能导电的是( )

A. 液态氯化氢

B. 熔融氯化钾

C. 熔融氧化铝

D. 稀硝酸

【答案】A

【解析】

【详解】A.  $\text{HCl}$  在水溶液中可以导电，且完全电离，属于强电解质，但液态的氯化氢以分子存在，不可导电，A 项正确；

B. 氯化钾属于强电解质，熔融状态下有自由移动的离子，可以导电，B 项错误；

C. 氧化铝属于强电解质，熔融状态下有自由移动的离子，可以导电，C 项错误；

D. 硝酸属于强电解质，在稀溶液下有自由移动的离子，可以导电，D 项错误；

故选 A。

5. 在下列变化过程中，既有离子键被破坏又有共价键被破坏的是（ ）

A. 将  $\text{SO}_2$  通入水中

B. 硫酸氢钠溶于水

C. 将  $\text{HCl}$  通入水中

D. 烧碱溶于水

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 二氧化硫和水反应生成亚硫酸，只有共价键被破坏和形成，选项 A 不符合题意；

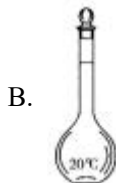
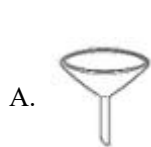
B. 硫酸氢钠溶于水后电离出氢离子、钠离子和硫酸根离子，既有离子键被破坏又有共价键被破坏，选项 B 符合题意；

C. 氯化氢溶于水后电离出氢离子和氯离子，只有共价键被破坏，选项 C 不符合题意；

D. 烧碱溶于水后电离出钠离子和氢氧根离子，只有离子键被破坏，选项 D 不符合题意；

答案选 B。

6. 在配制一定物质的量浓度的溶液实验中，不需要用到的仪器是（ ）



D.



【答案】A

【解析】

【详解】配制一定物质的量浓度的一般步骤是计算、（称量）量取、（溶解）稀释、冷却、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶等，一般用托盘天平称量溶质的质量（或者用量筒量浓溶液体积），用药匙取用药品，在烧杯中溶解（或者稀释），并用玻璃棒搅拌，加速溶解。冷却后转移到容量瓶中，并用玻璃棒引流，洗涤烧杯、玻璃棒 2-3 次，并将洗涤液移入容量瓶中，加水至液面距离刻度线 1~2cm 时，改用胶头滴管滴加，最后定容颠倒摇匀。所以所需仪器有托盘天平（量筒）、药匙、烧杯、玻璃棒、容量瓶、胶头滴管，用不到的仪器为漏斗。

答案选 A。

7. 下列关于实验现象的描述错误的是( )

- A. 把铜片和铁片紧靠在一起浸入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中，铜片表面出现气泡
- B. 用石墨棒作阳极，铁片作阴极，电解  $\text{NaCl}$  溶液，石墨棒和铁片表面都出现气泡
- C. 把铜片插入  $\text{FeCl}_3$  溶液中，在铜片表面出现一层铁
- D. 把锌粒放入盛有盐酸的试管中，加入几滴  $\text{CuCl}_2$  溶液，气泡放出速率加快

【答案】C

【解析】

【详解】A. 把铜片和铁片紧靠在一起浸入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中，形成原电池，铁为负极，铜片为正极，电极反应为： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ ，表面出现气泡，A 正确；

B. 用石墨棒作阳极，铁片作阴极，电解  $\text{NaCl}$  溶液，阳极反应为： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$ ，阴极反应为： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ ，故石墨棒和铁片表面都出现气泡，B 正确；

C. 把铜片插入  $\text{FeCl}_3$  溶液中，发生的反应为： $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 = \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$ ，故在铜片表面不会出现一层铁，而是观察到铜在不断的减少，C 错误；

D. 把锌粒放入盛有盐酸的试管中，加入几滴  $\text{CuCl}_2$  溶液，锌置换出铜附在锌粒上，形成微小的原电池反应，加快反应速率，故气泡放出速率加快，D 正确；

故答案为：C。

8. 下列有关物质结构和性质变化规律正确的是( )

A. 还原性： $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr}$

B. 碱性： $\text{KOH} > \text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$

C. 沸点： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{Se}$

D. 金属活动性： $\text{Al} > \text{Mg} > \text{Na}$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 卤素中，原子序数越大非金属性越弱，单质的氧化性越弱，则对应的卤化氢的还原性越强， $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr}$ ，A 错误；

B. 金属性越强，最高价氧化物对应水化物的碱性越强，金属性： $\text{K} > \text{Ca} > \text{Mg}$ ，碱性： $\text{KOH} > \text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$ ，B 正确；

C. 组成相似，分子量大的熔沸点高，水分子之间存在氢键，导致水的沸点最高，沸点： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$ ，C 错误；

D. Na、Mg、Al 属于同一周期元素且原子序数依次增大，金属性减弱，故金属性 Na、Mg、Al 依次减弱，D 错误；

答案为 B。

9. 下列各组原子中，彼此化学性质一定相似的是( )

A. 最外层都只有一个电子的 X、Y 原子

B. 原子核外 L 层上有 8 个电子的 X 原子与 M 层上有 8 个电子的 Y 原子

C. 2p 轨道上有 3 个未成对电子的 X 原子与 3p 轨道上有 3 个未成对电子的 Y 原子

D. 原子核外电子排布式为  $1s^2$  的 X 原子与原子核外电子排布式为  $1s^2 2s^2$  的 Y 原子

【答案】C

【解析】

【详解】A. 最外层只有一个电子可能是H原子、碱金属元素原子或者IB族元素原子，H原子、碱金属元素原子性质有相似的地方，都具有还原性，但与IB族元素原子性质不同，故A错误；

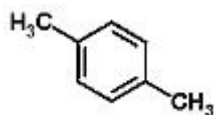
B. 原子核外L层上有8个电子的X原子，没有指明有没有M层，M层上有8个电子的Y原子，没有指明有没有N层，无法判断它们是什么原子，无法判断它们的化学性质是否相似，故B错误；

C. 2p轨道上有3个未成对电子的X原子为N原子，3p轨道上有3个未成对电子的Y原子为P原子，N和P位于同一主族，最外层电子数相同，性质相似，故C正确；

D. 原子核外电子排布式为 $1s^2$ 的X原子为He原子，原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2$ 的Y原子为Be，二者性质不同，故D错误；

故答案为C。

10. 对二甲苯(简称PX，结构如图)用于生产涤纶纤维、聚酯容器、涂料、染料等。有关说法错误的是( )



A. PX的分子式为 $C_8H_{10}$

B. PX的二氯代物有5种

C. PX可以发生取代、加成、氧化反应

D. PX分子中碳原子处于同一平面

【答案】B

【解析】

【详解】A. 由结构简式可知分子式为 $C_8H_{10}$ ，A正确；

B. 有机物2种H，两个氯原子可在相同或不同的碳原子上，如有1个Cl原子在甲基上，另一个Cl原子有4种位置，如一个Cl原子在苯环上，另一个Cl原子有在苯环上有3种位



置，对应的同分异构体共 7 种，B 错误；

C. 含有甲基，具有甲苯的性质特点，可发生取代、氧化反应，且苯环可发生加成反应，C 正确；

D. 苯环为平面形结构，与苯环直接相连的原子在同一个平面上，则 PX 分子中碳原子处于同一平面，D 正确；

故答案为：B。

11. 下列有关反应  $M(g)+2N(g) \rightleftharpoons 3G(g)+H(s)$  的说法正确的是( )

A. 在体积可变的密闭容器中，该反应达到平衡后，若加压，则平衡不移动、混合气体平均相对分子质量变大、混合气体密度变大

B. 若  $T^{\circ}\text{C}$  时该反应的平衡常数  $K=1.0$ ，则在  $T^{\circ}\text{C}$  时使用催化剂后该反应的  $K$  值将大于 1.0

C. 某温度下，若向已达平衡的该反应体系中加入  $1\text{mol}M(g)$  和  $2\text{mol}N(g)$ ，则平衡不移动

D. 如果该反应在容积不变的密闭容器中进行，当反应达到平衡时  $v_{\text{正}}(N):v_{\text{逆}}(G)=2:3$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 由反应  $M(g)+2N(g) \rightleftharpoons 3G(g)+H(s)$  可知，该反应前后气体的体积不变，故在体积可变的密闭容器中，该反应达到平衡后，若加压，则平衡不移动、混合气体平均相对分子质量不变、混合气体密度变大，A 错误；

B. 平衡常数仅随温度改变而改变，催化剂不能使平衡发生移动，固若  $T^{\circ}\text{C}$  时该反应的平衡常数  $K=1.0$ ，则在  $T^{\circ}\text{C}$  时使用催化剂后该反应的  $K$  值将等于 1.0，B 错误；

C. 某温度下，若向已达平衡的该反应体系中加入  $1\text{mol}M(g)$  和  $2\text{mol}N(g)$ ，由于反应 M、N 的浓度都增大，正反应速率增大，而此时逆反应速率不变，故正反应速率大于逆反应速率，平衡正向移动，C 错误；

D. 如果该反应在容积不变的密闭容器中进行，反应中有不同物质表示的反应速率之比等于化学计量系数比，即  $v_{\text{正}}(N):v_{\text{正}}(G)=2:3$ ，故当反应达到平衡时  $v_{\text{正}}(N):v_{\text{逆}}(G)=2:3$  时，

有  $v_{\text{正}}(G) = v_{\text{逆}}(G)$ ，即反应达到化学平衡状态，D 正确；

故答案为：D。

12. 下列化学用语对事实的表述正确的是( )

A. 电解  $\text{CuCl}_2$  溶液： $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

B. Mg 和 Cl 形成离子键的过程： $\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:} + \times \text{Mg} \times + \text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:} \longrightarrow \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]_2^-$

C.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液与足量 NaOH 溶液混合： $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

D. 乙酸与乙醇发生酯化反应： $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 惰性电极电解  $\text{CuCl}_2$  溶液的化学方程式为： $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$ ，A 错误；

B. Mg 和 Cl 形成离子键的过程： $\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:} + \times \text{Mg} \times + \text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:} \longrightarrow [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$ ，B 错误；

C.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液与足量 NaOH 溶液混合： $\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，

C 错误；

D. 酯化反应的机理是酸脱羟基醇脱氢，故乙酸与乙醇发生酯化反应：

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH} \xrightleftharpoons[\text{浓硫酸}]{\Delta} \text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ，D 正确；

故答案为：D。

13. 下列事实，不能用勒夏特列原理解释的是( )

A. 氨水中加酸， $\text{NH}_4^+$  的浓度增大

B. 合成氨工业中不断从反应混合物中液化分离出氨气

C. 氯气在水中溶解度大于饱和食盐水中的溶解度

D. 由  $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$  蒸气、 $\text{HI}$  气体组成的平衡体系减压后颜色变浅

【答案】D

【解析】

【详解】A. 氨水中存在平衡： $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ，故加酸导致  $\text{OH}^-$  浓度减小，平衡正向移动， $\text{NH}_4^+$  的浓度增大，能用勒夏特列原理解释，A 不合题意；

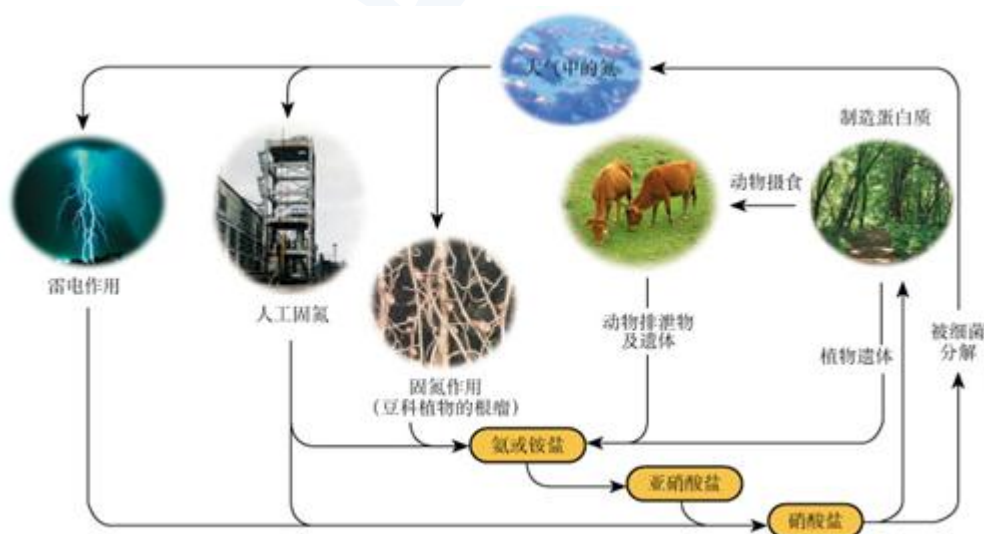
B. 合成氨的反应为： $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ ，工业中不断从反应混合物中液化分离出氨气，促进平衡正向移动，有利于氨气的生成，能用勒夏特列原理解释，B 不合题意；

C. 氯气溶于水中存在平衡： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，饱和食盐水增大  $\text{Cl}^-$  的浓度，平衡逆向移动，故氯气在水中溶解度大于饱和食盐水中的溶解度能用勒夏特列原理解释，C 不合题意；

D. 由  $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$  蒸气、 $\text{HI}$  气体组成的平衡体系  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ ，该反应前后气体的体积不变，改变压强平衡不移动，故减压后颜色变浅是由于体积增大， $\text{I}_2$  蒸气浓度减小的缘故，不能用勒夏特列原理解释，D 符合题意；

故答案为：D。

14. 下列关于自然界中氮循环（如图）的说法不正确的是：



A. 氮元素均被氧化

- B. 工业合成氨属于人工固氮
- C. 含氮无机物和含氮有机物可相互转化
- D. 碳、氢、氧三种元素也参与了氮循环

【答案】A

【解析】

【详解】A. 硝酸盐中氮元素的化合价为+5价，被细菌分解变成大气中氮单质，氮元素由+5→0，属于被还原，故A错误；

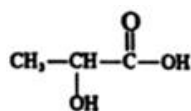
B. 工业合成氨是将 $N_2$ 与 $H_2$ 在一定条件下反应生成 $NH_3$ ，属于人工固氮，故B正确；

C. 氮循环中铵盐和蛋白质可相互转化，铵盐属于无机物，蛋白质属于有机物，含氮无机物和含氮有机物可相互转化，故C正确；

D. 碳、氢、氧三种元素也参加了氮循环，如蛋白质的制造需要碳元素，又如 $N_2$ 在放电条件下与 $O_2$ 直接化合生成无色且不溶于水的一氧化氮气体， $N_2+O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ ，氧元素参与，二氧化氮易与水反应生成硝酸（ $HNO_3$ ）和一氧化氮， $3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$ ，氢元素参加，故D正确；

故选A。

15. 人剧烈运动后肌肉发酸是因为当体内氧气缺少时葡萄糖发生反应产生了乳酸，其结构简式如图。下列关于乳酸的说法正确的是( )



- A. 1mol 乳酸与碳酸钠完全反应，生成 1mol  $CO_2$
- B. 1mol 乳酸与金属钠完全反应，生成 2g  $H_2$
- C. 乳酸既可发生取代反应、消去反应又可发生加成反应

D. 乳酸发生聚合反应的方程式为  $n \text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COOH} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{H}-\left[\text{O}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\right]_n\text{OH} + n\text{H}_2\text{O}$

【答案】B

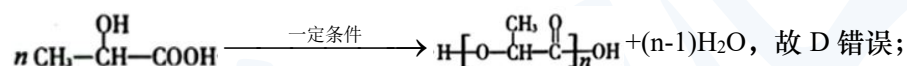
【解析】

【详解】A. 1mol 乳酸含有 1mol 羧基，与碳酸钠完全反应生成  $\text{NaHCO}_3$ ，不能生成  $\text{CO}_2$ ，故 A 错误；

B. 羟基和羧基都能与钠反应，且 1mol 羟基或羧基与钠反应生成 0.5mol 氢气，故 1mol 乳酸可以与 2mol 的钠反应生成 1mol 氢气，质量为 2g，故 B 正确；

C. 乳酸中没有碳碳双键，不能发生加成反应，故 C 错误；

D. 乳酸中含有羟基和羧基，可以发生聚合反应，方程式为：



故选 B。

16. 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.  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-)=1 \times 10^{-14}$  的溶液： $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$

B.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KOH}$  溶液： $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

C. 能使 pH 试纸显深红色的溶液： $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{SCN}^-$

D.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaClO}$  溶液： $\text{HS}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$

【答案】B

【解析】

【详解】A.  $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}=1 \times 10^{-14}$  的溶液中  $c(\text{H}^+)=10^{-14} \text{ mol/L}$ ， $c(\text{OH}^-)=1 \text{ mol/L}$ ，该溶液显碱性，

$\text{HCO}_3^-$  不能在碱性溶液中存在，故 A 错误；

B.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  KOH 溶液： $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  四种离子之间不发生反应，可以大量共存，故 B 正确；

C. 能使 pH 试纸显深红色的溶液呈酸性， $\text{SCN}^-$  和  $\text{Fe}^{3+}$  形成络合物，不能大量共存，故 C 错误；

D.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaClO 溶液中， $\text{ClO}^-$  会和  $\text{HS}^-$  发生氧化还原反应不能大量共存，故 D 错误；

故选 B。

17. 将①中溶液滴入②中，预测的现象与实际相符的是( )

| 选项 | ①中物质  | ②中物质         | 预测中的现象   |
|----|-------|--------------|----------|
| A  | 稀盐酸   | 碳酸钠、氢氧化钠混合溶液 | 立即产生气泡   |
| B  | 浓硝酸   | 用砂纸打磨过的铝条    | 产生红棕色气体  |
| C  | 氯化铝溶液 | 浓氢氧化钠溶液      | 产生大量白色沉淀 |
| D  | 亚硫酸溶液 | 高锰酸钾酸性溶液     | 溶液逐渐褪色   |

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A. 先发生 NaOH 与盐酸的反应，则开始时无现象，A 错误；

B. 常温下 Al 遇浓硝酸发生钝化，不能观察到产生红棕色气体，B 错误；

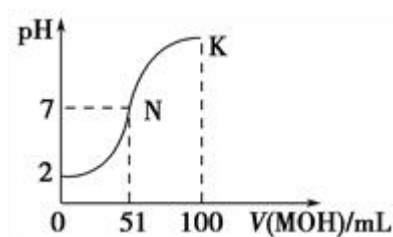
C. 氢氧化铝溶于氢氧化钠溶液，氯化铝与过量的氢氧化钠溶液生成偏铝酸钠，C 错误；

D. 亚硫酸能被高锰酸钾酸性溶液氧化，则溶液逐渐褪色，D 正确；

故答案为：D。



18. 常温下，向 100 mL  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HA 溶液中逐滴加入  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  MOH 溶液，图中所示曲线表示混合溶液的 pH 变化情况(溶液体积变化忽略不计)。下列说法中，不正确的是



- A. HA 为一元强酸
- B. MOH 为一元弱碱
- C. N 点水的电离程度小于 K 点水的电离程度
- D. 若 K 点对应溶液的  $\text{pH} = 10$ ，则有  $c(\text{MOH}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由图象分析知加入碱的体积为 51mL 时溶液呈中性，说明二者不都是强电解质，若碱为强碱则加入碱 50mL 时恰好完全反应，此时为强碱弱酸盐，溶液应呈碱性，与图像不符，所以酸应为强酸，碱为弱碱，A 正确；

B. 由 A 项分析可知，MOH 为一元弱碱，B 正确；

C. N 点时，溶液呈中性，氢离子浓度等于氢氧根离子浓度  $= 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ，而 K 点时碱过量，抑制水的电离，所以 N 点水的电离程度大于 K 点水的电离程度，C 错误；

D. 在 K 点时加入碱的体积为 100mL，此时溶液是 MOH 与 MA 等浓度的混合液且浓度都为  $0.005 \text{ mol/L}$ ，根据物料守恒得  $c(\text{MOH}) + c(\text{M}^+) = 0.01 \text{ mol/L}$ ，根据电荷守恒得

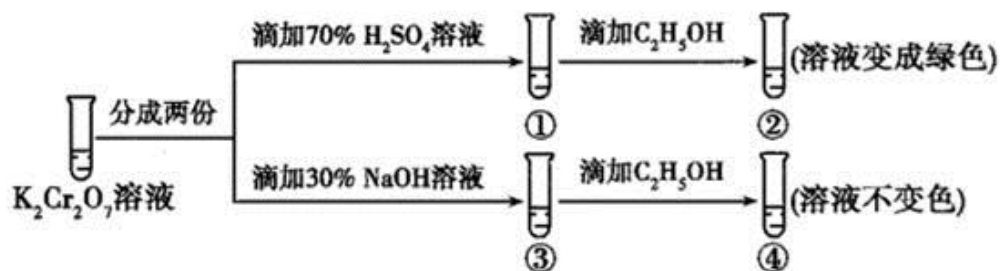
$c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，二式结合得

$c(\text{MOH}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 0.01 - c(\text{A}^-) = 0.01 - 0.005 = 0.005 \text{ mol/L}$ ，D 正确；

答案选 C。

19.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中存在平衡： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色)  $+ \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色)  $+ 2\text{H}^+$ 。用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液进行

下列实验：



结合实验，下列说法不正确的是（ ）

- A. ①中溶液橙色加深，③中溶液变黄
- B. ②中  $Cr_2O_7^{2-}$  被  $C_2H_5OH$  还原
- C. 对比②和④可知  $K_2Cr_2O_7$  酸性溶液氧化性强
- D. 若向④中加入 70%  $H_2SO_4$  溶液至过量，溶液变为橙色

【答案】D

【解析】

【详解】A. 在平衡体系中加入酸，平衡逆向移动，重铬酸根离子浓度增大，橙色加深，加入碱，平衡正向移动，溶液变黄，选项 A 正确；

B. ②中重铬酸钾氧化乙醇，重铬酸钾被还原，选项 B 正确；

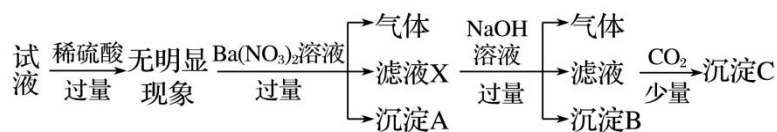
C. ②是酸性条件，④是碱性条件，酸性条件下氧化乙醇，而碱性条件不能，说明酸性条件下氧化性强，选项 B 正确；

D. 若向④溶液中加入 70% 的硫酸到过量，溶液为酸性，可以氧化乙醇，溶液变绿色，选项 D 错误。

答案选 D。

【点睛】本题考查化学平衡的影响因素，注意影响化学平衡移动的因素，解答时注意从勒沙特列原理的角度分析，易错点为选项 C，②是酸性条件，④是碱性条件，酸性条件下氧化乙醇，而碱性条件不能，说明酸性条件下氧化性强。

20. 某试液中只可能含有  $K^+$ 、 $NH_4^+$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $AlO_2^-$  中的若干种离子，离子浓度均为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，某同学进行了如下实验，下列说法正确的是( )



- A. 无法确定原试液中是否含有  $Al^{3+}$ 、 $Cl^-$
- B. 原溶液中存在  $NH_4^+$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$
- C. 无法确定沉淀 C 的成分
- D. 滤液 X 中大量存在的阳离子有  $NH_4^+$ 、 $Fe^{2+}$  和  $Ba^{2+}$

【答案】B

【解析】

【分析】

试液中加入过量稀硫酸，无明显现象，说明无  $CO_3^{2-}$ ，加入硝酸钡溶液，有气体生成，说明发生了氧化还原反应，则含有  $Fe^{2+}$ ，则不含  $AlO_2^-$ ，有沉淀 A，说明沉淀 A 为硫酸钡沉淀，但不能说明含有  $SO_4^{2-}$ ，前面加入了硫酸，滤液 X 加过量 NaOH 溶液，生成气体，则气体为氨气，则含有  $NH_4^+$ ，有沉淀 B，说明氢氧化铁沉淀，滤液通入少量二氧化碳，有沉淀 C，说明沉淀一定为碳酸钡，可能含氢氧化铝沉淀，则可能含有  $Al^{3+}$ ，但由于溶液中离子浓度均为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，结合电荷守恒，因此不可能含有  $Al^{3+}$ ，一定含有  $SO_4^{2-}$ 、 $Cl^-$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $NH_4^+$ 。

【详解】A. 根据分析原试液中一定不含有  $Al^{3+}$ ，一定含  $Cl^-$ ，故 A 错误；

B. 根据分析原溶液中存在  $SO_4^{2-}$ 、 $Cl^-$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $NH_4^+$ ，故 B 正确；

C. 根据分析溶液中不含有  $Al^{3+}$ ，因此沉淀 C 为碳酸钡沉淀，故 C 错误；

D. 滤液 X 中大量存在的阳离子有  $NH_4^+$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $H^+$  和  $Ba^{2+}$ ，故 D 错误；

综上所述，答案为 B。

## 二、综合题

21.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  可以从铝土矿中获得，铝土矿的主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  等杂质。经过“酸溶法”或“碱溶法”等都可以去掉杂质得到  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。19 世纪后期，美国的霍尔和法国的埃鲁先后独立发明了电解  $\text{Al}_2\text{O}_3$  法生产铝。 $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow[\text{通电}]{\text{冰晶石}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2\uparrow$  [冰晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )作助熔剂，降低氧化铝熔点]

(1) 上述涉及到 Al、Na、O、F、Si、Fe 六种元素中，不是主族元素的是\_\_\_\_\_， $\text{Al}^{3+}$  电子排布式\_\_\_\_\_，O 原子的未成对电子数\_\_\_\_\_。

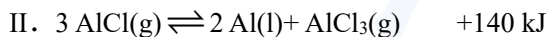
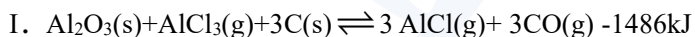
(2) 制造“中国芯”芯片的核心元素 Si 位于元素周期表第\_\_\_\_\_周期第\_\_\_\_\_族。冰晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )晶体中阴、阳离子各一种，阴离子符号\_\_\_\_\_。

(3) 用“>”或“<”填空：

| 原子半径        | 非金属性      | 熔点             |
|-------------|-----------|----------------|
| Al _____ Si | O _____ F | 二氧化硅 _____ 晶体硅 |

(4) 用离子晶体的知识解释  $\text{Al}_2\text{O}_3$  比  $\text{Na}_2\text{O}$  熔点高的原因\_\_\_\_\_。

(5) 其实电解法生产铝有很多弊端，科技工作者不断创新。下面一种新型直接从铝土矿中提取铝的方法



① 反应 I 中的还原产物是\_\_\_\_\_；若有 0.6g C 反应，电子转移数目为\_\_\_\_\_。

② 结合反应 I、II 分析，请说出这种提炼方法 2 条优点\_\_\_\_\_。

【答案】 (1). Fe (2).  $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6$  (3). 2 (4). 三 (5). IVA (6).  $\text{AlF}_6^{3-}$

(7). > (8). < (9). > (10). 晶体中  $\text{Al}^{3+}$  半径小于  $\text{Na}^+$ ，且  $\text{Al}^{3+}$  带电荷比  $\text{Na}^+$  多，故  $\text{Al}_2\text{O}_3$  内的离子键强于  $\text{Na}_2\text{O}$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3$  比  $\text{Na}_2\text{O}$  熔点高 (11).  $\text{AlCl}$  (12).  $0.1N_A$  (13). 步骤少更加简单(直接用铝土矿作原料制取铝) (14). 原料利用率高( $\text{AlCl}_3$  循环使用)或污

染少(尾气排放可控)

【解析】

【详解】(1)上述涉及到 Al、Na、O、F、Si、Fe 六种元素中，Fe 是第 VIII 族元，不是主族元素，Al 是 13 号元素，故  $\text{Al}^{3+}$  电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6$ ，O 原子的未成对电子数的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^4$ ，故 2p 上有 2 个未成对电子，故答案为：Fe； $1s^2 2s^2 2p^6$ ；2；

(2)制造“中国芯”芯片的核心元素 Si 是 14 号元素，其电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ ，故位于元素周期表第三周期第 IVA 族，冰晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )晶体中阴、阳离子各一种，阴离子符号为  $\text{AlF}_6^{3-}$ ，故答案为：三；IVA； $\text{AlF}_6^{3-}$ ；

(3)Al、Si 是同一周期元素，且 Si 在 Al 的右边，故原子半径  $\text{Al} > \text{Si}$ ，O、F 是同一周期元素，且 F 在 O 的右边，故非金属性  $\text{O} < \text{F}$ ，二氧化硅和晶体硅均为原子晶体，但二氧化硅中硅氧键键长比晶体硅中硅硅键键长更短，故熔点二氧化硅  $>$  晶体硅，故答案为： $>$ ； $<$ ； $>$ ；

(4) $\text{Al}_2\text{O}_3$  比  $\text{Na}_2\text{O}$  熔点高的原因是晶体中  $\text{Al}^{3+}$  半径小于  $\text{Na}^+$ ，且  $\text{Al}^{3+}$  带电荷比  $\text{Na}^+$  多，故  $\text{Al}_2\text{O}_3$  内的离子键强于  $\text{Na}_2\text{O}$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3$  比  $\text{Na}_2\text{O}$  熔点高，故答案为：晶体中  $\text{Al}^{3+}$  半径小于  $\text{Na}^+$ ，且  $\text{Al}^{3+}$  带电荷比  $\text{Na}^+$  多，故  $\text{Al}_2\text{O}_3$  内的离子键强于  $\text{Na}_2\text{O}$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3$  比  $\text{Na}_2\text{O}$  熔点高；

(5)①还原产物是指反应中元素化合价降低被还原而生成的产物，故反应 I 中的还原产物是  $\text{AlCl}$ ；根据反应  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{AlCl}_3(\text{g}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{AlCl}(\text{g}) + 3\text{CO}(\text{g})$ ，3molC 共转移 6mol 电子，故若有 0.6gC 反应，电子转移数目为  $\frac{0.6\text{ g}}{12\text{ g/mol}} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.1N_A$ ，故答案为： $\text{AlCl}$ ； $0.1N_A$ ；

②结合反应 I、II 分析，可知该方法的优点有：直接用铝土矿作原料制取铝，步骤少更加简单，原料利用率高( $\text{AlCl}_3$  循环使用)或污染少(尾气排放可控)，故答案为：步骤少更加简单(直接用铝土矿作原料制取铝)；原料利用率高( $\text{AlCl}_3$  循环使用)或污染少(尾气排放可控)。

22. 煤炭是我国最主要能源。煤化工是以煤为原料，经过化学加工使煤转化为气体、液体、固体燃料以及各种化工产品的工业过程。

(1)已知该产业链中，有炭参与的某反应平衡常数表达式为： $K = \frac{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO})}{c(\text{H}_2\text{O})}$ ，写出它所

对应反应的化学方程式：\_\_\_\_\_，若该反应只有在持续高温下才能自发进行 则该反应

为\_\_\_\_\_ (“吸热”或“放热”) 反应。

(2) 将不同量的  $\text{CO(g)}$  和  $\text{H}_2\text{O(g)}$  分别通入体积为 2 L 的恒容密闭容器中，进行反应

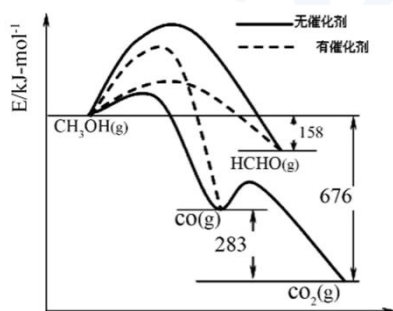
$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ ，得到如下 2 组数据：

| 实验组 | 温度/ $^{\circ}\text{C}$ | 起始量/mol              |             | 平衡量/mol      |               | 达到平衡所需时间/min |
|-----|------------------------|----------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
|     |                        | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{CO}$ | $\text{H}_2$ | $\text{CO}_2$ |              |
| 1   | 650                    | 1                    | 2           | 0.8          | 1.2           | 5            |
| 2   | 900                    | 0.5                  | 1           | 0.2          | 0.8           | 3            |

①实验 1 中以  $v(\text{CO}_2)$  表示的反应速率为\_\_\_\_\_。

②900  $^{\circ}\text{C}$  时，反应  $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$  的平衡常数\_\_\_\_\_。向实验 2 的平衡混合物中再加入 0.4 mol  $\text{H}_2\text{O(g)}$  和 0.4 mol  $\text{CO}_2$ ，平衡\_\_\_\_\_ (选填“正反应方向”、“逆反应方向”或“不”) 移动。

(3) 将煤液化得到的甲醇是重要的化工原料。下图所示为一定条件下 1 mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  与  $\text{O}_2$  发生反应时，生成  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$  或  $\text{HCHO}$  的能量变化图[反应物  $\text{O}_2\text{(g)}$  和生成物  $\text{H}_2\text{O(g)}$  略去]。



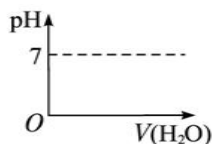
①在有催化剂作用下， $\text{CH}_3\text{OH}$  与  $\text{O}_2$  反应主要生成\_\_\_\_\_ (填“ $\text{CO}$ ”、“ $\text{CO}_2$ ”或  $\text{HCHO}$ )。

请补全热化学方程式  $\text{HCHO(g)} + 1/2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ \_\_\_\_\_。

② $\text{HCHO}$  可进一步被氧化为重要工业原料  $\text{HCOOH}$  (其酸性比  $\text{H}_2\text{SO}_3$  弱，比  $\text{CH}_3\text{COOH}$  强)。

在下图中画出常温下向甲酸钠溶液中加水时溶液的 pH 的变化\_\_\_\_\_。





【答案】 (1).  $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$  (2). 吸热 (3).  $0.08 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$  (4).

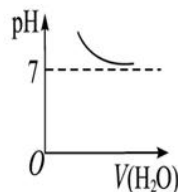
$\frac{1}{6}$

(5). 逆反应方向

(6).  $\text{HCHO}$

(7).  $+235 \text{ kJ}$

(8).



【解析】

【详解】(1)由反应平衡常数表达式  $K = \frac{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO})}{c(\text{H}_2\text{O})}$ ，且有炭参与可知反应物为 C 和  $\text{H}_2\text{O}$ ，

生成物为  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$ ，反应的化学方程式为  $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ ；若该反应只有在持续高温下才能自发进行，则该反应为吸热反应，故答案为  $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ ；吸热。

(2)①实验 1 中，由表中数据，起始时： $n(\text{CO})=2 \text{ mol}$ ， $n(\text{H}_2\text{O})=1 \text{ mol}$ ，平衡时  $n(\text{CO})=1.2 \text{ mol}$ ， $n(\text{H}_2)=0.8 \text{ mol}$ ，可知平衡时  $n(\text{CO}_2)=0.8 \text{ mol}$ ，则  $v(\text{CO}_2) = \frac{0.08 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 5 \text{ min}} = 0.08 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$ 。

② $900^\circ\text{C}$ 时，由表中数据，起始时： $n(\text{CO})=1 \text{ mol}$ ， $n(\text{H}_2\text{O})=0.5 \text{ mol}$ ，平衡时  $n(\text{CO})=0.8 \text{ mol}$ ， $n(\text{H}_2)=0.2 \text{ mol}$ ，可知平衡时  $n(\text{CO}_2)=0.2 \text{ mol}$ ， $n(\text{H}_2\text{O})=0.3 \text{ mol}$ ，反应

$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$  的平衡常数  $K = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0.2 \times 0.2}{0.8 \times 0.3} = \frac{1}{6}$ ；向实验 2

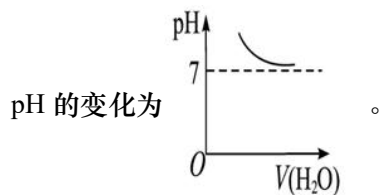
的平衡混合物中再加入  $0.4 \text{ mol H}_2\text{O(g)}$  和  $0.4 \text{ mol CO}_2$ ， $Q_c = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})} =$

$\frac{0.6 \times 0.2}{0.8 \times 0.7} = \frac{3}{14} > K = \frac{1}{6}$ ，故平衡逆向移动，故答案为  $\frac{1}{6}$ ；逆反应方向。

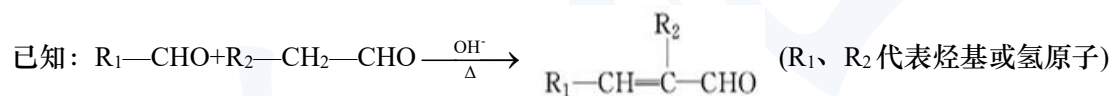
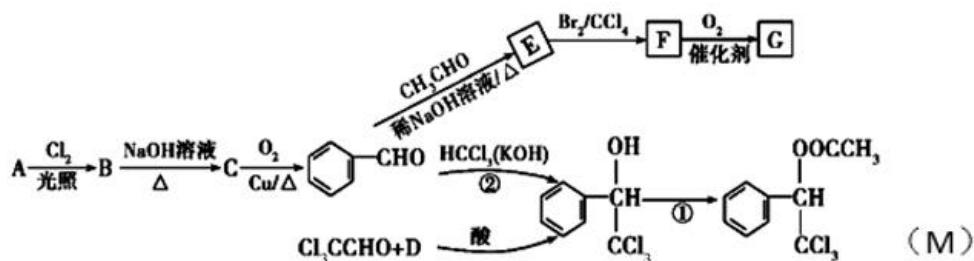
(3)①由题图可知，有催化剂时生成  $\text{HCHO}$  的活化能最低，所以主要产物为  $\text{HCHO}$ ；由题图可知， $\text{HCHO}$  的能量高， $\text{CO}$  的能量低，所以反应为放热反应， $\Delta H = +(676 - 158 - 238) = +235 \text{ kJ}$ ，故答案为  $\text{HCHO}$ ； $+235 \text{ kJ}$ 。

②由题给信息可知甲酸属于弱酸，甲酸根离子水解使甲酸钠显碱性，常温下向甲酸钠溶液中

加水时水解程度变大，OH<sup>-</sup>的物质的量增大，但是体积增大的多，所以 OH<sup>-</sup>的浓度减小，H<sup>+</sup>浓度增大，pH 减小，但是甲酸钠 pH 永远大于 7，所以常温下向甲酸钠溶液中加水时溶液的



23. 香料 M 和 G 都在生活中有很多用途，其合成路线如下：



②D 与 A 互为同系物；在相同条件下，D 蒸气相对于氢气的密度为 39。

(1)A 的名称是\_\_\_\_\_，G 中含氧官能团的名称是\_\_\_\_\_。

(2)②的反应类型是\_\_\_\_\_。

(3)B 和 F 的结构简式分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

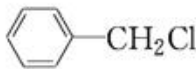
(4)写出一种能鉴别 A 和 D 的试剂\_\_\_\_\_，C 有多种同分异构体，其中属于芳香族化合物且不含羟基的同分异构体结构简式\_\_\_\_\_。

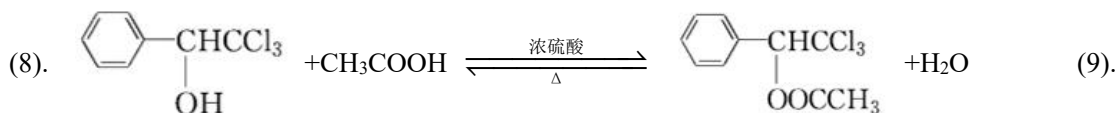
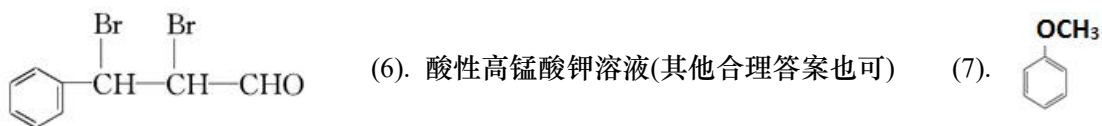
(5)写出反应①制取香料 M 的化学方程式：\_\_\_\_\_。

(6)G 的同分异构体 是一种重要的药物中间体，其合成路线与 G 相似，请以

为原料设计它的合成路线(其他所需原料自选)\_\_\_\_\_。(合成路线常用的

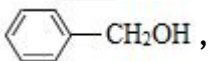
表示方式为：A  $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$  B.....  $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$  目标产物)

【答案】 (1). 甲苯 (2). 羧基 (3). 加成反应 (4).  (5).




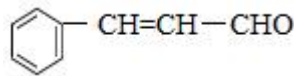
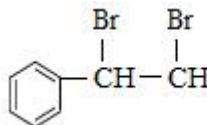
【解析】

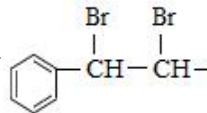
【分析】

由流程图可知，C 催化氧化生成苯甲醛，可知 C 为 ，结合条件可知 A 为

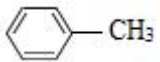
、B 为 ，D 的蒸气相对于氢气的密度为 39，故 D 的相对分子

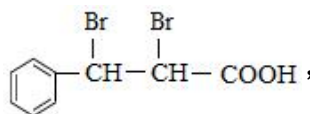
质量为 78，且 D 与 A 互为同系物，可推知 D 为 ，结合信息①可推知 E 为

，E 与溴发生加成反应生成 F 为 ，F 氧化


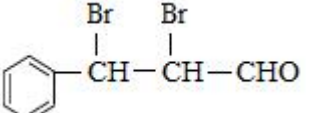
生成 G 为 ，(6)苯甲醛先与 HCHO 反应，产物再与溴加成，最后发

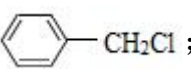
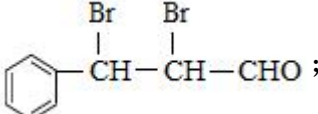
生-CHO 的氧化为-COOH 得到目标物，据此分析解题。

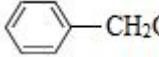
【详解】(1)由分析可知，A 的结构简式为 ，则 A 的名称是：甲苯，G 为



，含氧官能团的名称是：羧基，故答案为：甲苯；羧基；

(2)反应②是醛基中碳氧双键其中一个键断裂，碳、氧原子分别连接-CCl<sub>3</sub>、氢原子得到产物，属于加成反应，故答案为：加成反应；

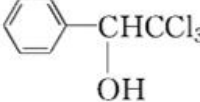
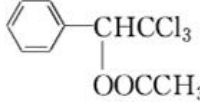
(3)由分析可知，B 的结构简式为 ，F 的结构简式为：，

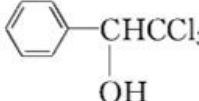
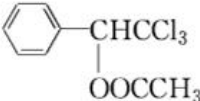
故答案为：；；

(4)由分析可知，A 是甲苯、D 是苯，可以用酸性高锰酸钾溶液检验，甲苯使之褪色，而苯不能。C()属于芳香族化合物的同分异构体，其中不含羟基的同分异构体只

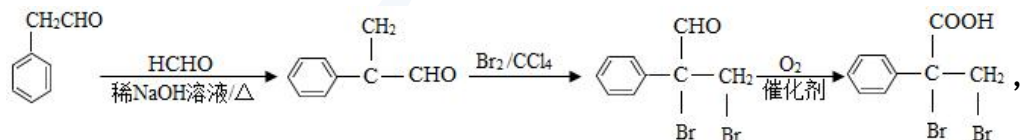
能是侧链是-OCH<sub>3</sub>，故结构简式为：，故答案为：酸性高锰酸钾溶液；；

(5)对比物质的结构，可知反应①发生酯化反应，与乙酸在浓硫酸加热条件下进行，反应的

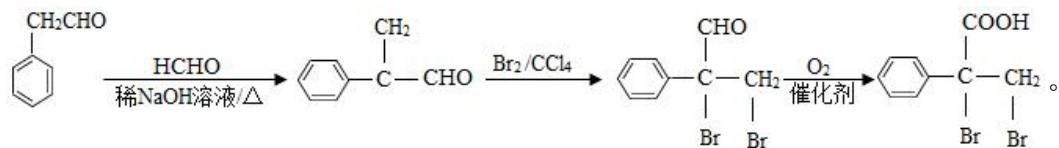
化学方程式： + CH<sub>3</sub>COOH  $\xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$   + H<sub>2</sub>O，

故答案为： + CH<sub>3</sub>COOH  $\xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$   + H<sub>2</sub>O；

(6)苯甲醛先与 HCHO 反应，产物再与溴加成，最后发生-CHO 的氧化为-COOH 得到目标物，合成路线流程图为：



故答案为：

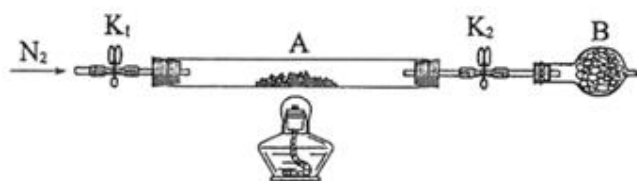


24. 绿矾是含有一定量结晶水的硫酸亚铁，在工农业生产中具有重要的用途。某化学兴趣小

组对绿矾的一些性质进行探究。回答下列问题：

(1)在试管中加入少量绿矾样品，加水溶解，滴加 KSCN 溶液，溶液颜色无明显变化。再向试管中通入空气，溶液逐渐变红。由实验现象可推知：\_\_\_\_\_。

(2)为测定绿矾中结晶水含量，将石英玻璃管(带两端开关  $K_1$  和  $K_2$ )(设为装置 A)称重，记为  $m_1$  g。将样品装入石英玻璃管中，再次将装置 A 称重，记为  $m_2$  g。按下图连接好装置进行实验。



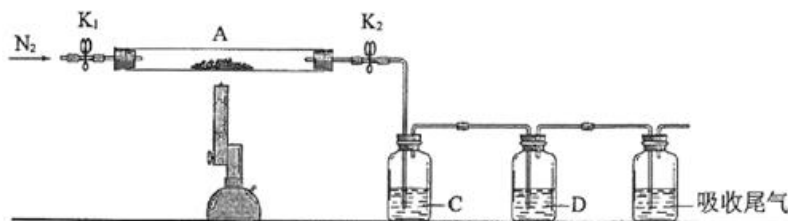
①将补全下列实验操作步骤正确排序 da\_\_\_\_\_e(填标号)；重复上述操作步骤，直至 A 恒重，记为  $m_3$  g。

a. 点燃酒精灯，加热      b. 熄灭酒精灯      c. 关闭  $K_1$  和  $K_2$       d. 打开  $K_1$  和  $K_2$ ，缓缓通入  $N_2$       e. 称量 A      f. 冷却至室温

②缓缓通入  $N_2$  的目的是\_\_\_\_\_。

③根据实验记录，计算绿矾化学式中结晶水数目  $x$ =\_\_\_\_\_ (列式表示)。

(3)为探究硫酸亚铁的分解产物，将(2)中已恒重的装置 A(取出  $a$  g 后)接入下图所示的装置中，打开  $K_1$  和  $K_2$ ，缓缓通入  $N_2$ ，加热。实验后反应管中残留固体为红色粉末。



①C、D 中的溶液依次为  $BaCl_2$ 、品红。C、D 中可观察到的现象分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

②写出硫酸亚铁高温分解反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(4)为了测定 A 中样品的纯度，将取出  $a$  g 样品溶于水，配制成 500 mL 溶液，用浓度为  $c$  mol·L<sup>-1</sup>

的酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定。每次所取待测液体积均为 25.00 mL，实验结果记录如下：

| 实验次数          | 第一次   | 第二次   | 第三次   |
|---------------|-------|-------|-------|
| 消耗高锰酸钾溶液体积/mL | 25.52 | 25.02 | 24.98 |

上表中第一次实验中记录数据明显大于后两次，其原因可能是\_\_\_\_\_ (填字母)。

- A. 实验结束时俯视刻度线读取滴定终点时酸性高锰酸钾溶液的体积
- B. 滴定前滴定管尖嘴有气泡，滴定结束无气泡
- C. 第一次滴定用的锥形瓶用待装液润洗过，后两次未润洗
- D. 该酸性高锰酸钾标准液保存时间过长，有部分变质，浓度降低

【答案】 (1). 样品中没有+3 价 Fe; +2 价 Fe 易被空气氧化为+3 价 Fe (2). bcf (3).

赶尽装置(系统)内的空气 (4).  $\frac{76(m_2-m_1)}{9(m_3-m_1)}\%$  (5). 产生白色沉淀、有气泡冒出 (6).

褪色 (7).  $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2\uparrow + \text{SO}_3\uparrow$  (8). BC

【解析】

【详解】(1)少量绿矾样品，加水溶解，滴加 KSCN 溶液，溶液颜色无明显变化，溶液中含有亚铁离子，再向试管中通入空气，溶液中亚铁离子被空气中氧气氧化为铁离子，溶液逐渐变红，故答案为样品中没有+3 价 Fe; +2 价 Fe 易被空气氧化为+3 价 Fe。

(2)①实验时为避免亚铁离子被氧化，应先通入氮气，冷却时注意关闭开关，防止氧气进入，冷却至室温再称量固体质量的变化，正确顺序为 dabcf。

②缓缓通入  $\text{N}_2$  的目的是赶尽装置(系统)内的空气，防止亚铁离子被氧化为铁离子。

③根据实验记录， $m(\text{FeSO}_4)=(m_3-m_1)\text{ g}$ ， $m(\text{H}_2\text{O})=(m_2-m_3)\text{ g}$ ， $n(\text{FeSO}_4)=\frac{(m_3-m_1)\text{ g}}{152\text{ g/mol}}$ ，

$n(\text{H}_2\text{O})=\frac{(m_2-m_3)\text{ g}}{18\text{ g/mol}}$ ，绿矾化学式中结晶水数目  $x=\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{FeSO}_4)}=\frac{76(m_2-m_3)}{9(m_3-m_1)}$ 。



(3)①实验后反应管中残留固体为红色粉末，说明生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，反应中 Fe 元素化合价升高，则 S 元素化合价降低，一定生成  $\text{SO}_2$ ，由此可知硫酸亚铁高温分解生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SO}_2$  和  $\text{SO}_3$ ，C 中氯化钡用于检验  $\text{SO}_3$ ，可观察到白色沉淀，且可看到气泡，D 中品红用于检验  $\text{SO}_2$ ，品红褪色。故答案为产生白色沉淀、有气泡冒出；褪色。

②由①分析可知硫酸亚铁高温分解的化学方程式为  $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2\uparrow + \text{SO}_3\uparrow$ 。

(4) A. 实验结束时俯视刻度线读数，读数偏小，使测得的酸性高锰酸钾溶液的体积偏小，故 A 不符合题意；

B. 滴定前滴定管尖嘴有气泡，滴定结束无气泡，导致测得的酸性高锰酸钾溶液的体积偏大，故 B 符合题意；

C. 第一次滴定用的锥形瓶用待装液润洗过，导致消耗的酸性高锰酸钾溶液的体积偏大，故 C 符合题意；

D. 如果酸性高锰酸钾标准液保存时间过长，有部分变质，浓度降低，三次测得的体积都应该偏大，故 D 不符合题意；

故答案为 BC。