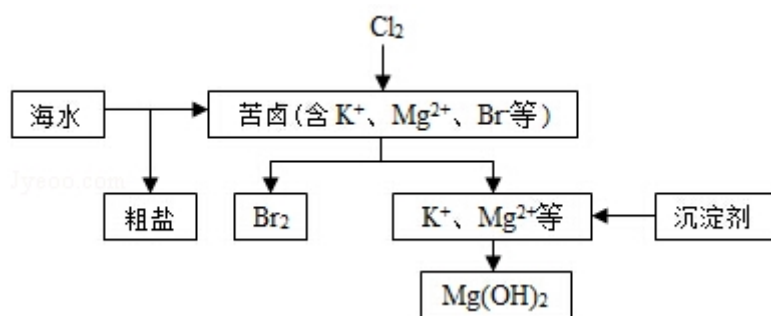


2015 年全国统一高考化学试卷（新课标II）

一、选择题（共 7 小题，每小题 6 分，满分 42 分）

1. （6 分）食品干燥剂应无毒、无味、无腐蚀性及环境友好。下列说法错误的是（ ）
- A. 硅胶可用作食品干燥剂
B. P_2O_5 不可用作食品干燥剂
C. 六水合氯化钙可用作食品干燥剂
D. 加工后具有吸水性的植物纤维可用作食品干燥剂
2. （6 分）某羧酸酯的分子式为 $C_{18}H_{26}O_5$ ，1mol 该酯完全水解可得到 1mol 羧酸和 2mol 乙醇，该羧酸的分子式为（ ）
- A. $C_{14}H_{18}O_5$ B. $C_{14}H_{16}O_4$ C. $C_{16}H_{22}O_5$ D. $C_{16}H_{20}O_5$
3. （6 分）原子序数依次增大的元素 a、b、c、d，它们的最外层电子数分别为 1、6、7、1。a⁺ 的电子层结构与氦相同，b 和 c 的次外层有 8 个电子，c⁺ 和 d⁺ 的电子层结构相同。下列叙述错误的是（ ）
- A. a 和其他 3 种元素均能形成共价化合物
B. 元素的非金属性次序为 c>b>a
C. d 和其他 3 种元素均能形成离子化合物
D. 元素 a、b、c 各自最高和最低化合价的代数和分别为 0、4、6
4. （6 分） N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是（ ）
- A. 60g 丙醇中存在的共价键总数为 $10N_A$
B. 1L 0.1mol·L⁻¹ 的 $NaHCO_3$ 溶液中 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 离子数之和为 $0.1N_A$
C. 钠在空气中燃烧可生成多种氧化物。23g 钠充分燃烧时转移电子数为 $1N_A$
D. 235g 核素 $_{92}^{235}U$ 发生裂变反应： $_{92}^{235}U + {}_0^1n \xrightarrow{\text{裂变}} {}_{38}^{90}Sr + {}_{54}^{136}Xe + 10{}_0^1n$ 净产生的中子（ ${}_0^1n$ ）数为 $10N_A$
5. （6 分）分子式为 $C_5H_{10}O_2$ 且可与碳酸氢钠溶液反应放出气体的有机化合物有（ ）
- A. 3 种 B. 4 种 C. 5 种 D. 6 种
6. （6 分）海水开发利用的部分过程如图所示。下列说法错误的是（ ）



- A. 向苦卤中通入 Cl_2 是为了提取溴
- B. 粗盐可采用除杂和重结晶等过程提纯
- C. 工业生产常选用 NaOH 作为沉淀剂
- D. 富集溴一般先用空气和水蒸气吹出单质溴，再用 SO_2 将其还原吸收

7. (6分) 用图所示装置进行下列实验：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②中的现象 |
|----|-------|---------------|----------|
| A | 稀盐酸 | 碳酸钠与氢氧化钠的混合溶液 | 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 | 草酸溶液 | 高锰酸钾酸性溶液 | 溶液逐渐褪色 |



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

二、解答题

8. (14分) 酸性锌锰干电池是一种一次电池，外壳为金属锌，中间是碳棒，其周围是有碳粉，二氧化锰，氯化锌和氯化铵等组成的填充物，该电池在放电过程产生 MnOOH ，回收处理该废电池可以得到多种化工原料，有关数据下表所示：

溶解度/(g/100g 水)

| 温度/°C 化合物 | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| NH ₄ Cl | 29.3 | 37.2 | 45.8 | 55.3 | 65.6 | 77.3 |
| ZnCl ₂ | 343 | 395 | 452 | 488 | 541 | 614 |

| 化合物 | Zn(OH) ₂ | Fe(OH) ₂ | Fe(OH) ₃ |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| K _{sp} 近似值 | 10 ⁻¹⁷ | 10 ⁻¹⁷ | 10 ⁻³⁹ |

回答下列问题:

- (1) 该电池的正极反应式为_____, 电池反应的离子方程式为: _____。
- (2) 持续电流强度为 0.5A, 电池工作五分钟, 理论消耗锌_____g. (已经 F=96500C/mol)
- (3) 废电池糊状填充物加水处理后, 过滤, 滤液中主要有 ZnCl₂ 和 NH₄Cl, 两者可以通过_____分离回收, 滤渣的主要成分是 MnO₂、_____和_____, 欲从中得到较纯的 MnO₂, 最简便的方法是_____, 其原理是_____。
- (4) 用废电池的锌皮制作 ZnSO₄·7H₂O 的过程中, 需除去铁皮中的少量杂质铁, 其方法是: 加入稀 H₂SO₄ 和 H₂O₂, 溶解, 铁变为_____加碱调节 pH 为_____时, 铁刚好沉淀完全 (离子浓度小于 1×10⁻⁵mol·L⁻¹ 时, 即可认为该离子沉淀完全)。继续加碱调节 pH 为_____时, 锌开始沉淀 (假定 Zn²⁺浓度为 0.1mol·L⁻¹)。若上述过程不加 H₂O₂ 的后果是_____, 原因是_____。

9. (14 分) 甲醇既是重要的化工原料, 又可作为燃料。利用合成气 (主要成分为 CO、CO₂ 和 H₂) 在催化剂的作用下合成甲醇, 发生的主要反应如下:

- ①CO (g) + 2H₂ (g) ⇌ CH₃OH (g) ΔH₁
- ②CO₂ (g) + 3H₂ (g) ⇌ CH₃OH (g) + H₂O (g) ΔH₂
- ③CO₂ (g) + H₂ (g) ⇌ CO (g) + H₂O (g) ΔH₃

回答下列问题:

| 化学键 | H-H | C-O | C≡O | H-O | C-H |
|-------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|
| E/ (kJ·mol ⁻¹) | 436 | 343 | 1076 | 465 | 413 |

(1) 已知反应①中的相关的化学键键能数据如下：

由此计算 $\Delta H_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ kJ·mol⁻¹，已知 $\Delta H_2 = -58$ kJ·mol⁻¹，则 $\Delta H_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ kJ·mol⁻¹

(2) 反应①的化学平衡常数 K 的表达式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；图 1 中能正确反映平衡常数 K 随温度变化关系的曲线为 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填曲线标记字母)，其判断理由是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 合成气的组成 $n(\text{H}_2)/n(\text{CO}+\text{CO}_2) = 2.60$ 时体系中的 CO 平衡转化率 (a) 与温度和压强的关系如图 2 所示。a(CO) 值随温度升高而 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增大”或“减小”)，其原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。图 2 中的压强由大到小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，其判断理由是 $\underline{\hspace{2cm}}$

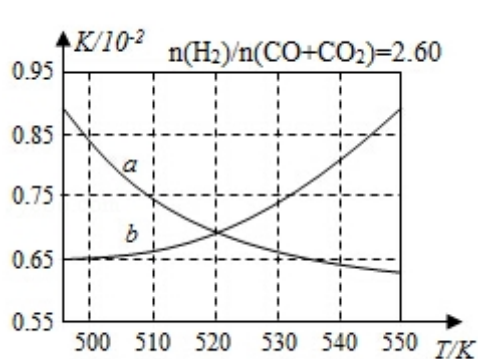


图 1

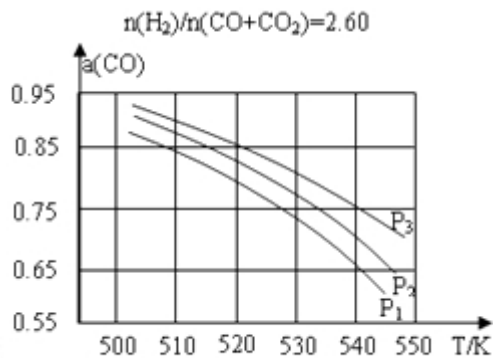
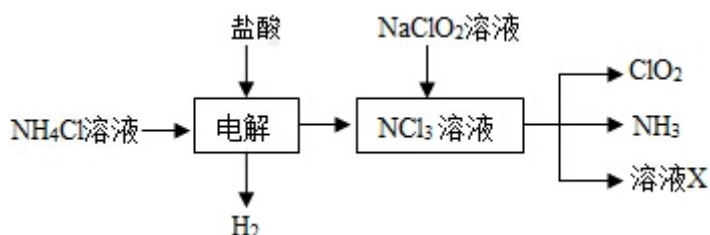


图 2

10. (15 分) 二氧化氯 (ClO_2 ，黄绿色易溶于水的气体) 是高效、低毒的消毒剂，回答下列问题：

(1) 工业上可用 KClO_3 与 Na_2SO_3 在 H_2SO_4 存在下制得 ClO_2 ，该反应氧化剂与还原剂物质的量之比为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 实验室用 NH_4Cl 、盐酸、 NaClO_2 (亚氯酸钠) 为原料，通过以下过程制备 ClO_2 ：



①电解时发生反应的化学方程式为_____。

②溶液 X 中大量存在的阴离子有_____。

③除去 ClO_2 中的 NH_3 可选用的试剂是_____ (填标号) a. 水 b. 碱石灰
c. 浓硫酸 d. 饱和食盐水

(3) 用如图装置可以测定混合气中 ClO_2 的含量:

I. 在锥形瓶中加入足量的碘化钾，用 50mL 水溶解后，再加入 3mL 稀硫酸:

II. 在玻璃液封装置中加入水，使液面没过玻璃液封管的管口;

III. 将一定量的混合气体通入锥形瓶中吸收;

IV. 将玻璃液封装置中的水倒入锥形瓶中:

V. 用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硫代硫酸钠标准溶液滴定锥形瓶中的溶液 ($\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$)，指示剂显示终点时共用去 20.00mL 硫代硫酸钠溶液。在此过程中:

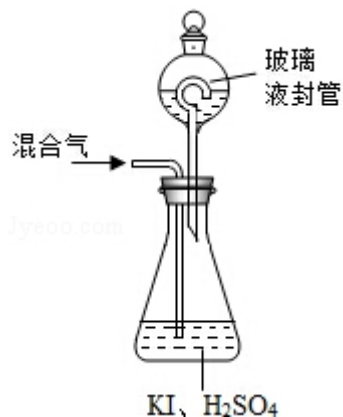
①锥形瓶内 ClO_2 与碘化钾反应的离子方程式为_____

②玻璃液封装置的作用是_____

③V 中加入的指示剂通常为_____，滴定至终点的现象是_____

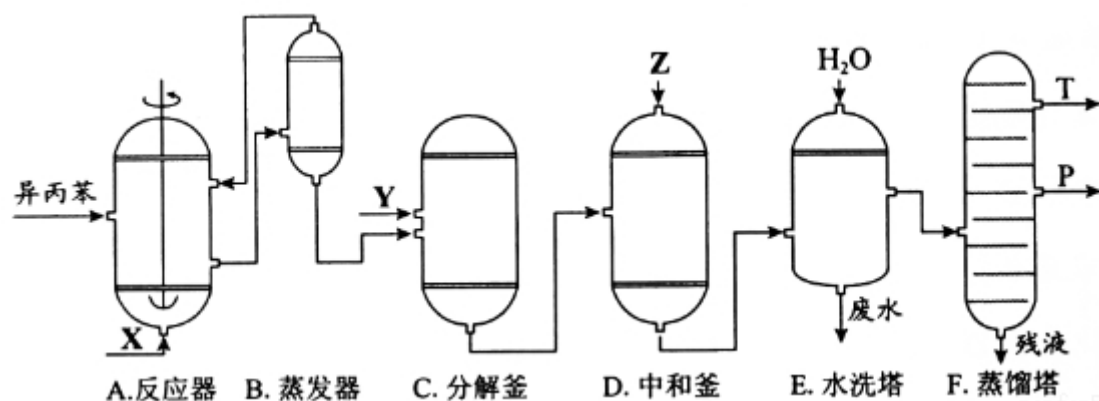
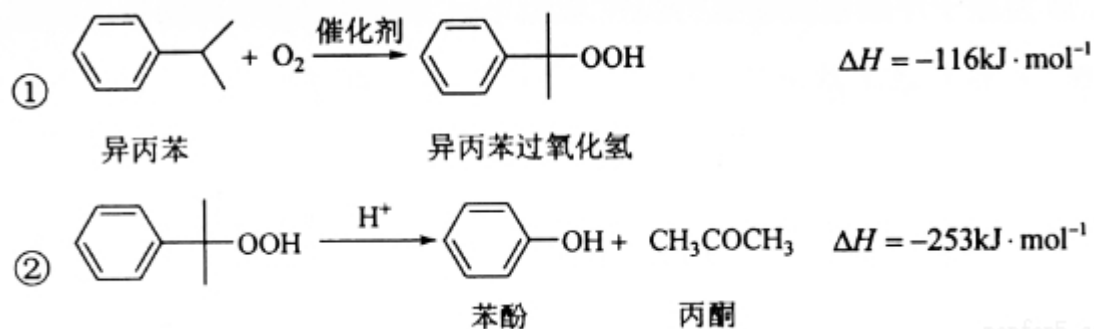
④测得混合气中 ClO_2 的质量为_____ g.

(4) 用 ClO_2 处理过的饮用水会含有一定量的亚氯酸盐。若要除去超标的亚氯酸盐，下列物质最适宜的是_____ (填标号) a. 明矾 b. 碘化钾 c. 盐酸
d. 硫酸亚铁。



三、化学——选修2：化学与技术。（满分15分）

11. （15分）苯酚和丙酮都是重要的化工原料，工业上可用异丙苯氧化法生产苯酚和丙酮，其反应和工艺流程示意图如图：



相关化合物的物理常数

| 物质 | 相对分子质量 | 密度 (g/cm^3) | 沸点/ $^{\circ}\text{C}$ |
|-----|--------|------------------------|------------------------|
| 异丙苯 | 120 | 0.8640 | 153 |
| 丙酮 | 58 | 0.7898 | 56.5 |
| 苯酚 | 94 | 1.0722 | 182 |

回答下列问题：

- 在反应器 A 中通入的 X 是_____。
- 反应①和②分别在装置_____和_____中进行（填装置符号）。
- 在分解釜 C 中加入的 Y 为少量浓硫酸，其作用是_____，优点是用量少，缺点是_____。
- 反应②为_____（填“放热”或“吸热”）反应。反应温度控制在 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，温度过高的安全隐患是_____。

(5) 中和釜 D 中加入的 Z 最适宜的是_____ (填编号。已知苯酚是一种弱酸)。

a. NaOH b. CaCO_3 c. NaHCO_3 d. CaO

(6) 蒸馏塔 F 中的馏出物 T 和 P 分别为_____和_____，判断的依据是_____。

(7) 用该方法合成苯酚和丙酮的优点是_____。

四、化学-选修 3：物质结构与性质。(满分 15 分)

12. (15 分) A、B、C、D 为原子序数依次增大的四种元素， A^{2+} 和 B^+ 具有相同的电子构型；C、D 为同周期元素，C 核外电子总数是最外层电子数的 3 倍；D 元素最外层有一个未成对电子。回答下列问题：

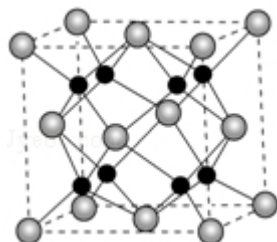
(1) 四种元素中电负性最大的是_____ (填元素符号)，其中 C 原子的核外电子排布式为_____。

(2) 单质 A 有两种同素异形体，其中沸点高的是_____ (填分子式)，原因是_____；A 和 B 的氢化物所属的晶体类型分别为_____和_____。

(3) C 和 D 反应可生成组成比为 1:3 的化合物 E，E 的立体构型为_____，中心原子的杂化轨道类型为_____。

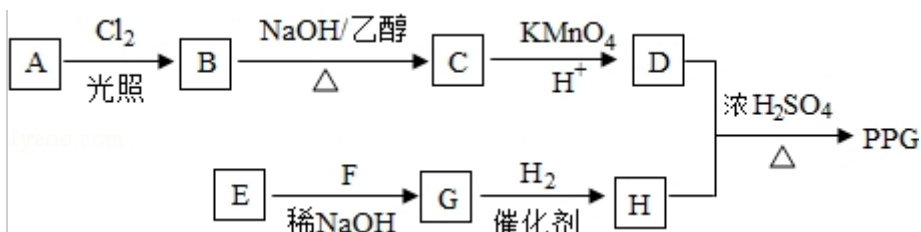
(4) 化合物 D_2A 的立体构型为_____，中心原子的价层电子对数为_____，单质 D 与湿润的 Na_2CO_3 反应可制备 D_2A ，其化学方程式为_____。

(5) A 和 B 能够形成化合物 F，其晶胞结构如图所示，晶胞边长 $a=0.566\text{nm}$ ，F 的化学式为_____；晶胞中 A 原子的配位数为_____；列式计算晶体 F 的密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) _____ (保留小数点后两位数字)。



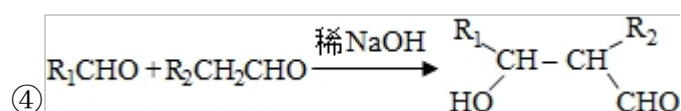
五、化学一选修 5：有机化学基础 (满分 15 分)

13. (15 分) 聚戊二酸丙二醇酯 (PPG) 是一种可降解的聚酯类高分子材料, 在材料的生物相容性方面有很好的应用前景. PPG 的一种合成路线如下:



已知:

- ① 烃 A 的相对分子质量为 70, 核磁共振氢谱显示只有一种化学环境的氢
- ② 化合物 B 为单氯代烃: 化合物 C 的分子式为 C_5H_8
- ③ E、F 为相对分子质量差 14 的同系物, F 是福尔马林的溶质



回答下列问题:

- (1) A 的结构简式为_____.
 - (2) 由 B 生成 C 的化学方程式为_____.
 - (3) 由 E 和 F 生成 G 的反应类型为_____, G 的化学名称为_____.
 - (4) ①由 D 和 H 生成 PPG 的化学方程式为: _____
 - ②若 PPG 平均相对分子质量为 10000, 则其平均聚合度约为_____ (填标号).
- a. 48b. 58c. 76 d. 122
- (5) D 的同分异构体中能同时满足下列条件的共有_____种 (不含立体异构):
 - ①能与饱和 $NaHCO_3$ 溶液反应产生气体②既能发生银镜反应, 又能发生水解反应
- 其中核磁共振氢谱显示为 3 组峰, 且峰面积比为 6: 1: 1 的是_____ (写结构简式)
- D 的所有同分异构体在下列一种表征仪器中显示的信号 (或数据) 完全相同, 该仪器是_____ (填标号).
- a. 质谱仪 b. 红外光谱仪 c. 元素分析仪 d. 核磁共振仪.

2015 年全国统一高考化学试卷（新课标II）

参考答案与试题解析

一、选择题（共 7 小题，每小题 6 分，满分 42 分）

1. （6 分）食品干燥剂应无毒、无味、无腐蚀性及环境友好．下列说法错误的是（ ）

- A. 硅胶可用作食品干燥剂
- B. P_2O_5 不可用作食品干燥剂
- C. 六水合氯化钙可用作食品干燥剂
- D. 加工后具有吸水性的植物纤维可用作食品干燥剂

【考点】KF：常见的食品添加剂的组成、性质和作用．

【分析】A. 硅胶具有吸水性，无毒；

B. P_2O_5 吸水转化为酸；

C. 六水合氯化钙不能吸水；

D. 具有吸水性的植物纤维无毒．

【解答】解：A. 硅胶具有吸水性，无毒，则硅胶可用作食品干燥剂，故 A 正确；

B. P_2O_5 吸水转化为酸，导致食品变质，则 P_2O_5 不可用作食品干燥剂，故 B 正确；

C. 六水合氯化钙不能吸水，则不能作食品干燥剂，故 C 错误；

D. 具有吸水性的植物纤维无毒，则可用作食品干燥剂，故 D 正确；

故选：C。

【点评】本题考查物质的性质及食品干燥剂，为高频考点，把握物质的性质、化学与生活的关系为解答的关键，侧重分析与应用能力的综合考查，题目难度中等．

2. （6 分）某羧酸酯的分子式为 $C_{18}H_{26}O_5$ ，1mol 该酯完全水解可得到 1mol 羧

酸和 2mol 乙醇，该羧酸的分子式为（ ）

- A. $C_{14}H_{18}O_5$ B. $C_{14}H_{16}O_4$ C. $C_{16}H_{22}O_5$ D. $C_{16}H_{20}O_5$

【考点】1B：真题集萃；H3：有机物实验式和分子式的确定；M8：有关有机物分子式确定的计算。

【分析】1mol 该酯完全水解可得到 1mol 羧酸和 2mol 乙醇，则说明酯中含有 2 个酯基，结合酯的水解特点以及质量守恒定律判断。

【解答】解：某羧酸酯的分子式为 $C_{18}H_{26}O_5$ ，1mol 该酯完全水解可得到 1mol 羧酸和 2mol 乙醇，说明酯中含有 2 个酯基，设羧酸为 M，

则反应的方程式为 $C_{18}H_{26}O_5 + 2H_2O \rightarrow M + 2C_2H_6O$ ，

由质量守恒可知 M 的分子式为 $C_{14}H_{18}O_5$ ，

故选：A。

【点评】本题为 2015 年高考题，考查有机物的推断，为高频考点，把握酯化反应中碳原子个数变化、官能团的变化为推断的关系，侧重酯的性质的考查，题目难度不大。

3. （6 分）原子序数依次增大的元素 a、b、c、d，它们的最外层电子数分别为 1、6、7、1。a⁻的电子层结构与氦相同，b 和 c 的次外层有 8 个电子，c⁻和 d⁺的电子层结构相同。下列叙述错误的是（ ）
- A. a 和其他 3 种元素均能形成共价化合物
- B. 元素的非金属性次序为 c>b>a
- C. d 和其他 3 种元素均能形成离子化合物
- D. 元素 a、b、c 各自最高和最低化合价的代数和分别为 0、4、6

【考点】8F：原子结构与元素周期律的关系。

【分析】原子序数依次增大的元素 a、b、c、d，它们的最外层电子数分别为 1、6、7、1，a⁻的电子层结构与氦相同，则 a 为 H 元素；b 和 c 的次外层有 8 个电子，原子只能有 3 个电子层，则 b 为 S 元素，c 为 Cl，c⁻和 d⁺的电子层结构相同，则 d 为 K 元素。

- A. H 元素与 K 元素形成的化合物为 KH，属于离子化合物；
- B. 同周期自左而右非金属性增强，氢化物中 H 元素为正价，其非金属性最弱；
- C. K 元素与其它元素可以形成 KH、K₂S、KCl；
- D. H 元素最高正化合价为+1、最低负化合价为-1，S 元素最高正化合价为+6、最低负化合价为-2，Cl 元素最高正化合价为+7、最低负化合价为-1。

【解答】解：原子序数依次增大的元素 a、b、c、d，它们的最外层电子数分别为 1、6、7、1，a⁺的电子层结构与氦相同，则 a 为 H 元素；b 和 c 的次外层有 8 个电子，原子只能有 3 个电子层，则 b 为 S 元素，c 为 Cl，c⁻和 d⁺的电子层结构相同，则 d 为 K 元素。

- A. H 元素与 S 元素、Cl 元素放出形成 H₂S、HCl，二者属于共价化合物，但与 K 元素形成的化合物为 KH，属于离子化合物，故 A 错误；
- B. 同周期自左而右非金属性增强，氢化物中 H 元素为正价，其非金属性最弱，故非金属性 Cl>S>H，故 B 正确；
- C. K 元素与其它元素可以形成 KH、K₂S、KCl，均属于离子化合物，故 C 正确；
- D. H 元素最高正化合价为+1、最低负化合价为-1，S 元素最高正化合价为+6、最低负化合价为-2，Cl 元素最高正化合价为+7、最低负化合价为-1，最高和最低化合价的代数和分别为 0、4、6，故 D 正确，

故选：A。

【点评】本题考查结构性质位置关系应用，推断元素是解题关键，侧重对元素周期律的考查，题目涉及金属氢化物是中学知识的盲点，难度不大。

4. (6 分) N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是 ()

- A. 60g 丙醇中存在的共价键总数为 10N_A
- B. 1L 0.1mol·L⁻¹ 的 NaHCO₃ 溶液中 HCO₃⁻和 CO₃²⁻离子数之和为 0.1N_A
- C. 钠在空气中燃烧可生成多种氧化物。23g 钠充分燃烧时转移电子数为 1N_A
- D. 235g 核素 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 发生裂变反应： ${}_{92}^{235}\text{U}+{}_0^1\text{n}\xrightarrow{\text{裂变}}{}_{38}^{90}\text{Sr}+{}_{54}^{136}\text{Xe}+10{}_0^1\text{n}$ 净产生

的中子 (${}_0^1\text{n}$) 数为 $10N_A$

【考点】1B: 真题集萃; 4F: 阿伏加德罗常数.

【专题】518: 阿伏加德罗常数和阿伏加德罗定律.

【分析】A. 丙醇中含 7 个 C—H 键、2 个 C—C 键、1 个 C—O 键和 1 个 O—H 键;

B. HCO_3^- 水解生成碳酸, 结合原子守恒分析;

C. 钠发生氧化反应后, Na 元素的化合价由 0 升高为 +1 价;

D. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \xrightarrow{\text{裂变}} {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{136}\text{Xe} + 10{}_0^1\text{n}$ 净产生的中子为 $10 - 1 = 9$ 个.

【解答】解: A. 60g 丙醇为 1mol, 丙醇中含 7 个 C—H 键、2 个 C—C 键、1 个 C—O 键和 1 个 O—H 键, 存在的共价键总数为 $11N_A$, 故 A 错误;

B. 1L $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液中 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 离子数之和小于 $0.1N_A$, 碳酸分子中含 C 原子, 故 B 错误;

C. 23g 钠充分燃烧时转移电子数为 $\frac{23\text{g}}{23\text{g/mol}} \times (1 - 0) \times N_A = 1N_A$, 故 C 正确;

D. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \xrightarrow{\text{裂变}} {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{136}\text{Xe} + 10{}_0^1\text{n}$ 净产生的中子为 $10 - 1 = 9$ 个, 则 235g 核素 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 发生裂变反应净产生的中子 (${}_0^1\text{n}$) 数为 $9N_A$, 故 D 错误;

故选: C.

【点评】本题考查阿伏伽德罗常数及计算, 为高频考点, 把握物质中的化学键、物料守恒、盐类水解、氧化还原反应中转移电子计算等为解答的关键, 侧重分析与应用能力的综合考查, 综合性较强, 题目难度中等.

5. (6 分) 分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ 且可与碳酸氢钠溶液反应放出气体的有机化合物有 ()

A. 3 种

B. 4 种

C. 5 种

D. 6 种

【考点】H6: 有机化合物的异构现象.

【专题】532: 同分异构体的类型及其判定.

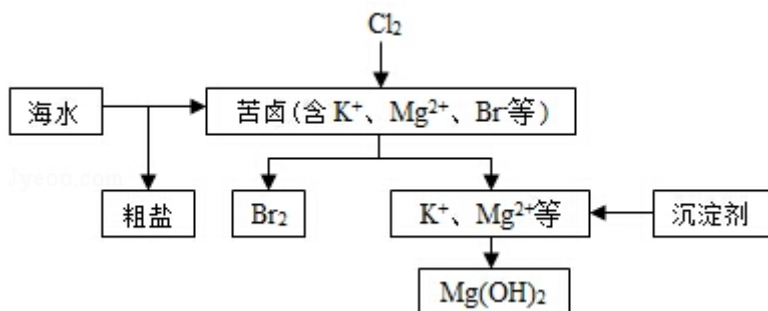
【分析】分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ 且可与碳酸氢钠溶液反应放出气体, 则该有机物中

含有 $\square\text{COOH}$ ，所以为戊酸，戊酸的种类等于丁基的种类，写出丁基的种类即可。

【解答】解：分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ 且可与碳酸氢钠溶液反应放出气体，则该有机物中含有 $\square\text{COOH}$ ，所以为戊酸，戊酸的种类等于丁基的种类，丁基（ $\square\text{C}_4\text{H}_9$ ）的异构体有： $\square\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ， $\square\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ ， $\square\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ ， $\square\text{C}(\text{CH}_3)_3$ ，故戊酸的有机物的异构体数目为4，故选B。

【点评】本题主要考查同分异构体书写、官能团的性质与确定等，难度中等，注意利用丁基异构判断。

6. （6分）海水开发利用的部分过程如图所示。下列说法错误的是（ ）



- A. 向苦卤中通入 Cl_2 是为了提取溴
- B. 粗盐可采用除杂和重结晶等过程提纯
- C. 工业生产常选用 NaOH 作为沉淀剂
- D. 富集溴一般先用空气和水蒸气吹出单质溴，再用 SO_2 将其还原吸收

【考点】1B：真题集萃；E7：海水资源及其综合利用。

【分析】A. 向苦卤中通入 Cl_2 置换出溴单质，分离得到溴；

B. 粗盐中含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质，精制时应加入试剂进行除杂，过滤后向滤液中加入盐酸至溶液呈中性，再进行重结晶进行提纯；

C. 工业常选用生石灰或石灰水作沉淀剂；

D. 先用空气和水蒸气吹出单质溴，再用 SO_2 将其还原吸收转化为 HBr ，达到富集的目的。

【解答】解：A. 向苦卤中通入 Cl_2 置换出溴单质，分离得到溴，通入 Cl_2 是为

了提取溴，故 A 正确；

B. 粗盐中含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质，精制时通常在溶液中依次中加入过量的 BaCl_2 溶液、过量的 NaOH 溶液和过量的 Na_2CO_3 溶液，过滤后向滤液中加入盐酸至溶液呈中性，再进行重结晶进行提纯，故 B 正确；

C. 工业常选用生石灰或石灰水作沉淀剂，故 C 错误；

D. 海水提取溴一般用氯气置换溴离子转化为溴单质，用空气和水蒸气吹出单质溴，再用 SO_2 将其还原吸收转化为 HBr ，达到富集的目的，故 D 正确，

故选：C。

【点评】 本题考查海水资源的综合利用，注意掌握中学常见的化学工业，侧重对化学与技术的考查，难度不大。

7. （6 分）用图所示装置进行下列实验：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②中的现象 |
|----|-------|---------------|----------|
| A | 稀盐酸 | 碳酸钠与氢氧化钠的混合溶液 | 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 | 草酸溶液 | 高锰酸钾酸性溶液 | 溶液逐渐褪色 |



A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】 U5：化学实验方案的评价。

【分析】 A. 先发生盐酸与 NaOH 的反应；

B. 常温下，Al 遇浓硝酸发生钝化；

C. NaOH 过量，开始不生成沉淀；

D. 发生氧化还原反应.

【解答】解：A. 先发生盐酸与 NaOH 的反应，然后盐酸与碳酸钠反应生成碳酸氢钠，最后盐酸与碳酸氢钠反应生成气体，则现象不合理，故 A 错误；

B. 常温下，Al 遇浓硝酸发生钝化，则不能观察到红棕色气体，现象不合理，故 B 错误；

C. NaOH 过量，开始不生成沉淀，反应生成偏铝酸钠和氯化钠，开始无现象，故 C 错误；

D. 草酸与高锰酸钾发生氧化还原反应，溶液褪色，现象合理，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查物质的性质及实验装置的综合应用，为高频考点，为 2015 年高考真题，把握物质的性质、发生的反应、反应与现象的关系为解答的关键，侧重分析与实验能力的综合考查，综合性较强，题目难度中等。

二、解答题

8. （14 分）酸性锌锰干电池是一种一次电池，外壳为金属锌，中间是碳棒，其周围是有碳粉，二氧化锰，氯化锌和氯化铵等组成的填充物，该电池在放电过程产生 MnOOH ，回收处理该废电池可以得到多种化工原料，有关数据下表所示：

溶解度/（g/100g 水）

| 温度/°C 化合物 | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| NH_4Cl | 29.3 | 37.2 | 45.8 | 55.3 | 65.6 | 77.3 |
| ZnCl_2 | 343 | 395 | 452 | 488 | 541 | 614 |

| 化合物 | $\text{Zn}(\text{OH})_2$ | $\text{Fe}(\text{OH})_2$ | $\text{Fe}(\text{OH})_3$ |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| K_{sp} 近似值 | 10^{-17} | 10^{-17} | 10^{-39} |

回答下列问题：

（1）该电池的正极反应式为 $\text{MnO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- = \text{MnOOH}$ ，电池反应的离子方程

式为： $2\text{MnO}_2 + \text{Zn} + 2\text{H}^+ = 2\text{MnOOH} + \text{Zn}^{2+}$ 。

- (2) 持续电流强度为 0.5A，电池工作五分钟，理论消耗锌 0.05 g。（已经 $F=96500\text{C/mol}$ ）
- (3) 废电池糊状填充物加水处理后，过滤，滤液中主要有 ZnCl_2 和 NH_4Cl ，两者可以通过 加热浓缩 冷却结晶 分离回收，滤渣的主要成分是 MnO_2 、碳粉 和 MnOOH ，欲从中得到较纯的 MnO_2 ，最简便的方法是 空气中加热，其原理是 碳粉转变为二氧化碳， MnOOH 氧化为二氧化锰。
- (4) 用废电池的锌皮制作 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的过程中，需除去铁皮中的少量杂质铁，其方法是：加入稀 H_2SO_4 和 H_2O_2 ，溶解，铁变为 Fe^{3+} 加碱调节 pH 为 2.7 时，铁刚好沉淀完全（离子浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，即可认为该离子沉淀完全）。继续加碱调节 pH 为 6 时，锌开始沉淀（假定 Zn^{2+} 浓度为 $0.1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ）。若上述过程不加 H_2O_2 的后果是 Zn^{2+} 和 Fe^{2+} 分离不开，原因是 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 相近。

【考点】 1B：真题集萃；BH：原电池和电解池的工作原理；P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用。

【分析】 (1) 该电池的正极发生还原反应， MnO_2 被还原生成 MnOOH ；负极锌被氧化生成 Zn^{2+} ，以此书写电池总反应式；

(2) 持续电流强度为 0.5A，电池工作五分钟，则电量为 $0.5\text{A} \times 300\text{s} = 150\text{C}$ ，转移电子的物质的量为 $\frac{150\text{C}}{96500\text{C/mol}}$ ，以此计算消耗锌的质量、物质的量；

(3) 填充物含有碳粉、二氧化锰，且生成 MnOOH 等，在空气中加热时，碳粉、 MnOOH 可被氧化；

(4) 铁加入稀 H_2SO_4 和 H_2O_2 ，可被氧化生成 Fe^{3+} ，铁刚好沉淀完全时离子浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，结合 $K_{\text{sp}} = 10^{-39}$ 计算 pH，并根据 K_{sp} 计算锌开始沉淀的 pH。

【解答】 解：(1) 该电池的正极发生还原反应， MnO_2 被还原生成 MnOOH ，电极方程式为 $\text{MnO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- = \text{MnOOH}$ ，负极锌被氧化生成 Zn^{2+} ，电池总反应式为 $2\text{MnO}_2 + \text{Zn} + 2\text{H}^+ = 2\text{MnOOH} + \text{Zn}^{2+}$ ，

故答案为： $\text{MnO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- = \text{MnOOH}$ ； $2\text{MnO}_2 + \text{Zn} + 2\text{H}^+ = 2\text{MnOOH} + \text{Zn}^{2+}$ ；

(2) 持续电流强度为 0.5A，电池工作五分钟，则电量为 $0.5\text{A} \times 300\text{s} = 150\text{C}$ ，转

移电子的物质的量为 $\frac{150\text{C}}{96500\text{C/mol}}$ ，则消耗 Zn 的质量为 $\frac{150\text{C}}{96500\text{C/mol}} \times \frac{1}{2} \times$

$65\text{g/mol} = 0.05\text{g}$ ，

故答案为：0.05；

(3) 滤液中主要有 ZnCl_2 和 NH_4Cl ，可通过加热浓缩、冷却结晶得到晶体，填

充物含有碳粉、二氧化锰，且生成 MnOOH 等，在空气中加热时，碳粉、

MnOOH 可被氧化，分别生成二氧化碳和二氧化锰，故答案为：加热浓缩；

冷却结晶；碳粉； MnOOH ；空气中加热；碳粉转变为二氧化碳， MnOOH

氧化为二氧化锰；

(4) 铁加入稀 H_2SO_4 和 H_2O_2 ，可被氧化生成 Fe^{3+} ，铁刚好沉淀完全时离子浓

度小于 $1 \times 10^{-5} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，因 $K_{\text{sp}} = 10^{-39}$ ，

则 $c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{10^{-39}}{1 \times 10^{-5}}} \text{mol/L} \approx 0.5 \times 10^{-11} \text{mol/L}$ ，此时 $\text{pH} = 2.7$ ，

如锌开始沉淀，则 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{10^{-17}}{0.1}} \text{mol/L} = 10^{-8} \text{mol/L}$ ，此时 $\text{pH} = 6$ ，

由表中数据可知 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 相近，如不加 H_2O_2 ，则 Zn^{2+}

和 Fe^{2+} 分离不开，

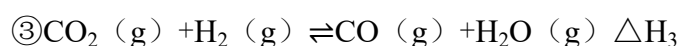
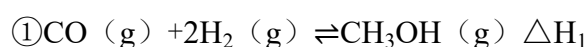
故答案为： Fe^{3+} ；2.7；6； Zn^{2+} 和 Fe^{2+} 分离不开； $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的

K_{sp} 相近。

【点评】 本题为 2015 年新课标卷考题，考查原电池知识以及物质的分离、提纯，侧重于原电池的工作原理以及实验基本操作和注意问题，题目难度中等，有利于培养学生良好的科学素养。

9. (14 分) 甲醇既是重要的化工原料，又可作为燃料。利用合成气（主要成

分为 CO 、 CO_2 和 H_2 ）在催化剂的作用下合成甲醇，发生的主要反应如下：



回答下列问题：

| 化学键 | H-H | C-O | C≡O | H-O | C-H |
|-------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|
| E/ (kJ·mol ⁻¹) | 436 | 343 | 1076 | 465 | 413 |

(1) 已知反应①中的相关的化学键键能数据如下：

由此计算 $\Delta H_1 = \underline{-99} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，已知 $\Delta H_2 = -58 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则 $\Delta H_3 = \underline{+41} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) 反应①的化学平衡常数 K 的表达式为 $\frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \times c^2(\text{H}_2)}$ ；图 1 中能正

确反映平衡常数 K 随温度变化关系的曲线为 a（填曲线标记字母），其判断理由是 反应①正反应为放热反应，平衡常数随温度升高而减小。

(3) 合成气的组成 $n(\text{H}_2)/n(\text{CO}+\text{CO}_2)=2.60$ 时体系中的 CO 平衡转化率 (a) 与温度和压强的关系如图 2 所示。a(CO) 值随温度升高而 减小（填“增大”或“减小”），其原因是 反应①正反应为放热反应，升高温度，平衡向逆反应方向移动，平衡体系中 CO 的量增大，反应③为吸热反应，升高温度，平衡向正反应方向移动，又使平衡体系中 CO 的增大，总结果，随温度升高，CO 的转化率减小。图 2 中的压强由大到小为 $P_3 > P_2 > P_1$ ，其判断理由是 相同温度下，反应③前后气体分子数不变，压强改变不影响其平衡移动，反应①正反应为气体分子数减小的反应，增大压强，有利于平衡向正反应方向移动，CO 的转化率增大，故增大压强有利于 CO 的转化率升高。

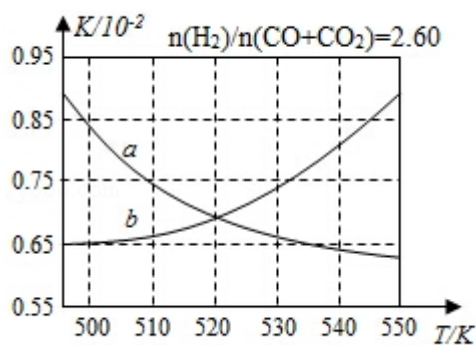


图1

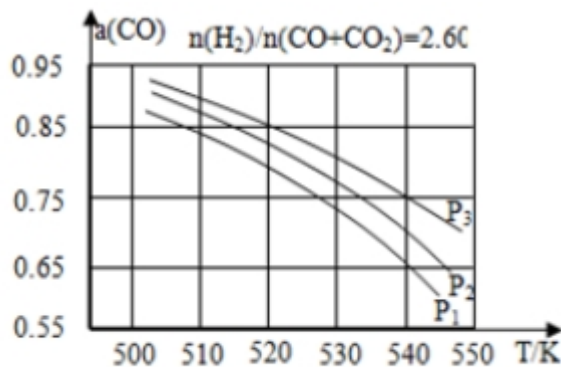


图 2

【考点】 BB: 反应热和焓变; CB: 化学平衡的影响因素.

【分析】 (1) 反应热=反应物总键能-生成物总键能; 根据盖斯定律: 反应②-反应①=反应③, 反应热也进行相应的计算;

(2) 化学平衡常数指可逆反应得到平衡时, 各生成物浓度的化学计量数次幂的乘积除以各反应物浓度的化学计量数次幂的乘积所得的比值;

化学平衡常数只受温度影响, 根据温度对平衡移动的影响, 进而判断温度对平衡常数影响;

(3) 由图可知, 压强一定时, 随温度的升高, CO 的转化率降低, 根据升高温度对反应①、③的影响, 进行分析 CO 转化率变化原因;

相同温度下, 反应③前后气体分子数不变, 压强改变不影响其平衡移动, 反应①正反应为气体分子数减小的反应, 增大压强, 有利于平衡向正反应方向移动, CO 的转化率增大。

【解答】 解: (1) 反应热=反应物总键能-生成物总键能, 故 $\Delta H_1 = 1076 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (3 \times 413 + 343 + 465) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -99 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

根据盖斯定律: 反应②-反应①=反应③, 故 $\Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1 = -58 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-99 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,

故答案为: -99; +41;

(2) 反应① $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的平衡常数表达式 $K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \times c^2(\text{H}_2)}$;

反应①正反应为放热反应，升高温度，平衡向逆反应方向移动，平衡常数减小，曲线 a 正确反映平衡常数 K 随温度变化关系，

故答案为： $\frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \times c^2(\text{H}_2)}$ ；a：反应①正反应为放热反应，平衡常数随温度

升高而减小；

(3) 由图可知，压强一定时，随温度的升高，CO 的转化率减小，反应①正反应为放热反应，升高温度，平衡向逆反应方向移动，平衡体系中 CO 的量增大，反应③为吸热反应，升高温度，平衡向正反应方向移动，又使平衡体系中 CO 的增大，总结果，随温度升高，CO 的转化率减小；

相同温度下，反应③前后气体分子数不变，压强改变不影响其平衡移动，反应①正反应为气体分子数减小的反应，增大压强，有利于平衡向正反应方向移动，CO 的转化率增大，故增大压强有利于 CO 的转化率升高，故压强： $P_3 > P_2 > P_1$ ，

故答案为：减小；反应①正反应为放热反应，升高温度，平衡向逆反应方向移动，平衡体系中 CO 的量增大，反应③为吸热反应，升高温度，平衡向正反应方向移动，又使平衡体系中 CO 的增大，总结果，随温度升高，CO 的转化率减小；

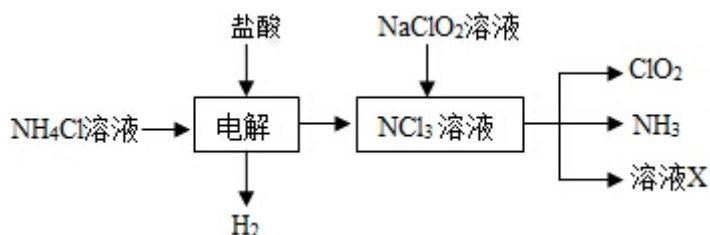
$P_3 > P_2 > P_1$ ；相同温度下，反应③前后气体分子数不变，压强改变不影响其平衡移动，反应①正反应为气体分子数减小的反应，增大压强，有利于平衡向正反应方向移动，CO 的转化率增大，故增大压强有利于 CO 的转化率升高。

【点评】 本题考查反应热有关计算、平衡常数及其影响因素、化学平衡的影响因素、化学平衡图象综合应用等，侧重考查学生分析计算能力，需要学生具备扎实的基础，难度中等。

10. (15 分) 二氧化氯 (ClO_2 ，黄绿色易溶于水的气体) 是高效、低毒的消毒剂，回答下列问题：

(1) 工业上可用 KClO_3 与 Na_2SO_3 在 H_2SO_4 存在下制得 ClO_2 ，该反应氧化剂与还原剂物质的量之比为 2: 1。

(2) 实验室用 NH_4Cl 、盐酸、 NaClO_2 (亚氯酸钠) 为原料, 通过以下过程制备 ClO_2 :



① 电解时发生反应的化学方程式为 $\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{HCl} \xrightarrow{\text{电解}} \text{NCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$.

② 溶液 X 中大量存在的阴离子有 Cl^- 、 OH^- .

③ 除去 ClO_2 中的 NH_3 可选用的试剂是 c (填标号) a. 水 b. 碱石灰 c. 浓硫酸 d. 饱和食盐水

(3) 用如图装置可以测定混合气中 ClO_2 的含量:

I. 在锥形瓶中加入足量的碘化钾, 用 50mL 水溶解后, 再加入 3mL 稀硫酸:

II. 在玻璃液封装置中加入水, 使液面没过玻璃液封管的管口;

III. 将一定量的混合气体通入锥形瓶中吸收;

IV. 将玻璃液封装置中的水倒入锥形瓶中:

V. 用 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫代硫酸钠标准溶液滴定锥形瓶中的溶液 ($\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$), 指示剂显示终点时共用去 20.00mL 硫代硫酸钠溶液. 在此过程中:

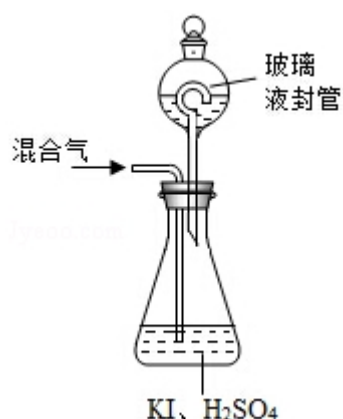
① 锥形瓶内 ClO_2 与碘化钾反应的离子方程式为 $2\text{ClO}_2 + 10\text{I}^- + 8\text{H}^+ = 2\text{Cl}^- + 5\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

② 玻璃液封装置的作用是 吸收残留的 ClO_2 气体 (避免碘的逸出)

③ V 中加入的指示剂通常为 淀粉溶液, 滴定至终点的现象是 溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不变色

④ 测得混合气中 ClO_2 的质量为 0.02700 g.

(4) 用 ClO_2 处理过的饮用水会含有一定量的亚氯酸盐. 若要除去超标的亚氯酸盐, 下列物质最适宜的是 d (填标号) a. 明矾 b. 碘化钾 c. 盐酸 d. 硫酸亚铁.



【考点】RD：探究物质的组成或测量物质的含量；U3：制备实验方案的设计。

【专题】18：实验分析题。

【分析】（1） KClO_3 在 H_2SO_4 存在下与 Na_2SO_3 反应， SO_3^{2-} 被氧化成 SO_4^{2-} ，由电子、电荷守恒可知该离子反应为 $2\text{ClO}_3^- + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{ClO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ；

（2）由生产流程可知氯化铵在盐酸溶液中进行电解，阴极生成氢气，阳极生成 NCl_3 ，电解方程式为 $\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{HCl} \xrightarrow{\text{电解}} \text{NCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ ，在 NCl_3 溶液中加入 NaClO_2 ，可生成 ClO_2 、 NH_3 和 X，X 中含 Cl^- 、 OH^- ；由信息可知， ClO_2 易溶于水，所以不能利用水溶液吸收，氨气为碱性气体，利用性质差异分离提纯；

（3）①由题目信息可知， ClO_2 通入锥形瓶与酸性碘化钾溶液反应，氧化 I^- 为 I_2 ，自身被还原为 Cl^- ，同时生成水；

②玻璃液封装置可防止有害气体逸出；

③淀粉遇碘单质变蓝；

④根据关系式 $2\text{ClO}_2 \sim 5\text{I}_2 \sim 10\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 计算 $n(\text{ClO}_2)$ ，再根据 $m=nM$ 计算 $m(\text{ClO}_2)$ ；

（4）亚氯酸盐具有氧化性， Fe^{2+} 将 ClO_2^- 还原成 Cl^- ， Fe^{2+} 被氧化为铁离子。

【解答】解：（1） KClO_3 在 H_2SO_4 存在下与 Na_2SO_3 反应制得 ClO_2 ，可知 SO_3^{2-} 被氧化成 SO_4^{2-} ，由电子、电荷守恒可知该离子反应为 $2\text{ClO}_3^- + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{ClO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，氧化剂为 KClO_3 ，还原剂为

Na_2SO_3 ，由离子反应可知该反应氧化剂与还原剂物质的量之比为 2: 1，故答案为: 2: 1;

(2) ①由生产流程可知氯化铵在盐酸溶液中电解，阴极生成氢气，阳极生成 NCl_3 ，电解方程式为 $\text{NH}_4\text{Cl}+2\text{HCl}\xrightarrow{\text{电解}}\text{NCl}_3+3\text{H}_2\uparrow$ ，

故答案为: $\text{NH}_4\text{Cl}+2\text{HCl}\xrightarrow{\text{电解}}\text{NCl}_3+3\text{H}_2\uparrow$;

②在 NCl_3 溶液中加入 NaClO_2 ，可生成 ClO_2 、 NH_3 和 X，发生 $\text{NCl}_3+\text{NaClO}_2+\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{ClO}_2+\text{NH}_3+\text{NaOH}+\text{NaCl}$ ，溶液 X 中大量存在的阴离子有 Cl^- 、 OH^- ，

故答案为: Cl^- 、 OH^- ;

③a. ClO_2 易溶于水，不能利用饱和食盐水吸收氨气，故错误;

b. 碱石灰不能吸收氨气，故错误;

c. 浓硫酸可以吸收氨气，且不影响 ClO_2 ，故正确;

d. ClO_2 易溶于水，不能利用水吸收氨，故错误;

故答案为: c;

(3) ①由题目信息可知， ClO_2 通入锥形瓶与酸性碘化钾溶液反应，氧化 I^- 为 I_2 ，自身被还原为 Cl^- ，同时生成水，反应离子方程式为 $2\text{ClO}_2+10\text{I}^-+8\text{H}^+=2\text{Cl}^-+5\text{I}_2+4\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为: $2\text{ClO}_2+10\text{I}^-+8\text{H}^+=2\text{Cl}^-+5\text{I}_2+4\text{H}_2\text{O}$;

②玻璃液封装置的作用是吸收残留的 ClO_2 气体（避免碘的逸出），故答案为: 吸收残留的 ClO_2 气体（避免碘的逸出）;

③V 中加入的指示剂通常为淀粉溶液，滴定至终点的现象是溶液由蓝色变为无色，且半分钟内不变色，故答案为: 淀粉溶液; 溶液由蓝色变为无色，且半分钟内不变色;

④含有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 物质的量为 $0.02\text{ L}\times 0.1\text{ mol/L}=0.002\text{ mol}$ ，则:

根据关系式: $2\text{ClO}_2\sim 5\text{I}_2\sim 10\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，

$$\begin{array}{ccc} 2 & & 10 \\ n(\text{ClO}_2) & & 0.002\text{ mol} \end{array}$$

所以 $n(\text{ClO}_2)=0.0004\text{ mol}$ ，所以 $m(\text{ClO}_2)=0.0004\text{ mol}\times 67.5\text{ g/mol}=0.02700\text{ g}$ ，

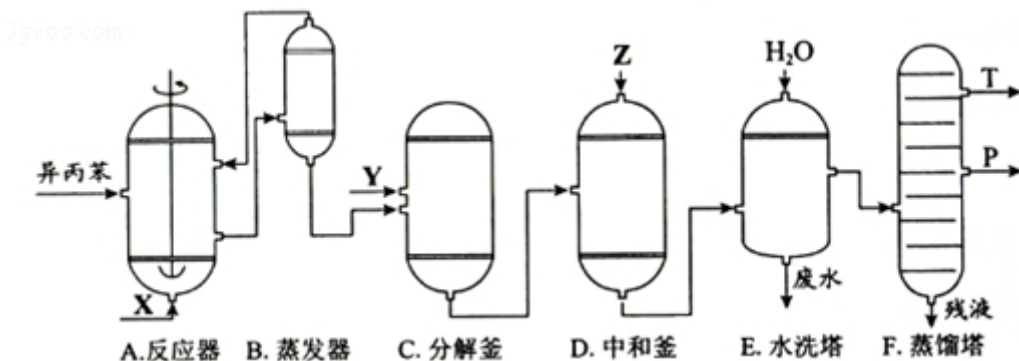
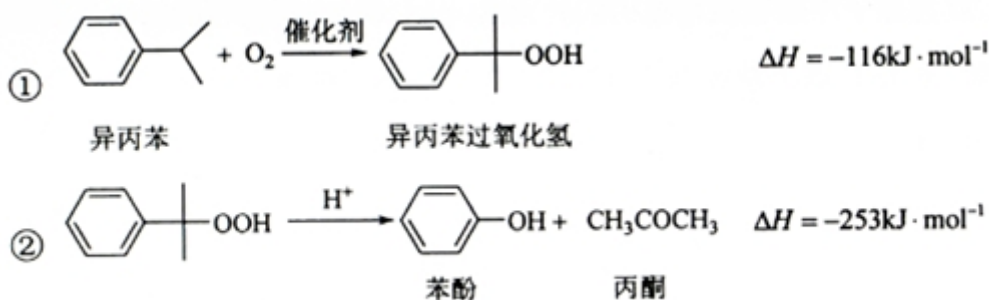
故答案为：0.02700；

(4) 若要除去超标的亚氯酸盐，ac 均不能还原亚氯酸盐，b 中 KI 具有还原性但氧化产物不适合饮用水使用，只有 d 中 Fe^{2+} 将 ClO_2^- 还原成 Cl^- ， Fe^{2+} 被氧化为铁离子，且铁离子水解生成胶体可净化饮用水，则最适宜的是 d，故答案为：d。

【点评】本题考查物质含量的测定，为高频考点，为 2015 年高考真题，把握物质的性质、制备流程、发生的反应为解答的关键，侧重分析与实验、计算能力的综合考查，综合性较强，题目难度中等。

三、化学——选修 2：化学与技术。（满分 15 分）

11. （15 分）苯酚和丙酮都是重要的化工原料，工业上可用异丙苯氧化法生产苯酚和丙酮，其反应和工艺流程示意图如图：



相关化合物的物理常数

| 物质 | 相对分子质量 | 密度 (g/cm^3) | 沸点/ $^{\circ}\text{C}$ |
|-----|--------|------------------------|------------------------|
| 异丙苯 | 120 | 0.8640 | 153 |
| 丙酮 | 58 | 0.7898 | 56.5 |
| 苯酚 | 94 | 1.0722 | 182 |

回答下列问题：

- (1) 在反应器 A 中通入的 X 是 氧气或空气。
- (2) 反应①和②分别在装置 A 和 C 中进行（填装置符号）。
- (3) 在分解釜 C 中加入的 Y 为少量浓硫酸，其作用是 催化剂，优点是用量少，缺点是 腐蚀设备。
- (4) 反应②为 放热（填“放热”或“吸热”）反应。反应温度控制在 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ ，温度过高的安全隐患是 可能会导致（过氧化物）爆炸。
- (5) 中和釜 D 中加入的 Z 最适宜的是 c（填编号。已知苯酚是一种弱酸）。

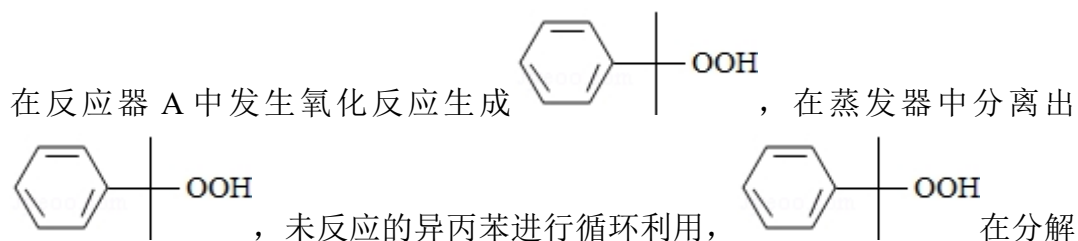
a. NaOH b. CaCO_3 c. NaHCO_3 d. CaO

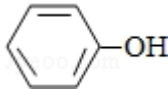
- (6) 蒸馏塔 F 中的馏出物 T 和 P 分别为 丙酮 和 苯酚，判断的依据是 丙酮的沸点低于苯酚。
- (7) 用该方法合成苯酚和丙酮的优点是 原子利用率高。

【考点】U3：制备实验方案的设计。

【专题】18：实验分析题；25：实验评价题；43：演绎推理法；547：有机实验综合。

【分析】用异丙苯氧化法生产苯酚和丙酮，由给予的反应信息，异丙苯与氧气



釜中在浓硫酸作催化剂条件下分解得到 、 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ，在中和釜中加入 Z，目的是中和硫酸，且不能与苯酚反应，可以是碳酸氢钠，然后用水洗涤，再经过蒸馏，由于丙酮的沸点低于苯酚，则 T 为丙酮、P 为苯酚。

- (1) 在反应器 A 发生信息中的反应①，应通入氧气或空气；
- (2) 由上述分析可知，反应①在 A 中发生，反应②在 C 中发生；
- (3) 浓硫酸起催化剂作用，浓硫酸腐蚀性强，会腐蚀设备；
- (4) 反应②的 $\Delta H < 0$ ，为放热反应，含有过氧化物，温度过高，容易发生爆

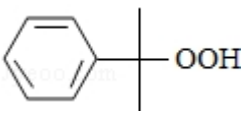
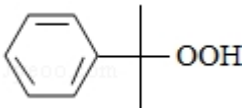
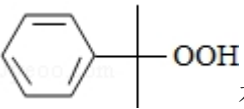
炸，

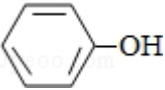
(5) 加入的 Z 中和硫酸，且不能与苯酚反应；

(6) 沸点越低越先蒸出，处于蒸馏塔的上部；

(7) 由异丙苯最终得到苯酚和丙酮，原子利用率高。

【解答】解：用异丙苯氧化法生产苯酚和丙酮，由给予的反应信息，异丙苯与

氧气在反应器 A 中发生氧化反应生成 ，在蒸发器中分离出 ，未反应的异丙苯进行循环利用，在分解

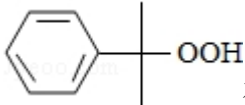
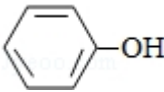
釜中在浓硫酸作催化剂条件下分解得到 、 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ，在中和釜中加入 Z，目的是中和硫酸，且不能与苯酚反应，可以是碳酸氢钠，然后用水洗涤，再经过蒸馏，由于丙酮的沸点低于苯酚，则 T 为丙酮、P 为苯酚。

(1) 在反应器 A 发生信息中的反应①，故需要氧气或空气，所以 X 为氧气或空气，

故答案为：氧气或空气；

(2) 由上述分析可知，反应①在反应器中发生，即 A 装置，反应②在分解釜中进行，即 C 装置，

故答案为：A；C；

(3) 在浓硫酸作条件下分解得到 、 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ，浓硫酸作催化剂，浓硫酸腐蚀性强，容易腐蚀设备，

故答案为：催化剂；腐蚀设备；

(4) 反应②的 $\Delta H < 0$ ，为放热反应，有过氧化物存在，温度过高会导致爆炸，反应温度控制在 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ ，

故答案为：放热；温度过高会导致爆炸；

(5) 加入 Z 的目的是中和硫酸，且不能与苯酚反应，

a. NaOH 能与硫酸、苯酚反应，故不选；

b. CaCO_3 为固体，且与硫酸反应生成的硫酸钙微溶，会阻止碳酸钙与硫酸的反

应，故 b 不选；

c. NaHCO_3 能与硫酸反应，不与苯酚反应，故 c 选；

d. CaO 能与苯酚反应，且与硫酸反应生成的硫酸钙微溶，会阻止氧化钙与硫酸的反应，故 d 不选；

故选：c；

(6) 由于丙酮的沸点低于苯酚，沸点越低越先蒸出，处于蒸馏塔的上部，则 T 为丙酮、P 为苯酚，

故答案为：丙酮；苯酚；丙酮的沸点低于苯酚；

(7) 由异丙苯最终得到苯酚和丙酮，整个过程原子利用率高，

故答案为：原子利用率高。

【点评】 本题考查有机物的制备实验方案，涉及对化学工艺流程、装置及试剂的分析评价等，关键是根据实验目的与给予的反应信息理解工艺流程原理，是对学生综合能力的考查，难度中等。

四、化学-选修 3：物质结构与性质。（满分 15 分）

12. （15 分）A、B、C、D 为原子序数依次增大的四种元素， A^{2+} 和 B^+ 具有相同的电子构型；C、D 为同周期元素，C 核外电子总数是最外层电子数的 3 倍；D 元素最外层有一个未成对电子。回答下列问题：

(1) 四种元素中电负性最大的是 O（填元素符号），其中 C 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 。

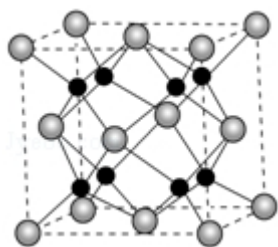
(2) 单质 A 有两种同素异形体，其中沸点高的是 O_3 （填分子式），原因是 O_3 相对分子质量较大，范德华力较大；A 和 B 的氢化物所属的晶体类型分别为 分子晶体 和 离子晶体。

(3) C 和 D 反应可生成组成比为 1: 3 的化合物 E，E 的立体构型为 三角锥形，中心原子的杂化轨道类型为 sp^3 。

(4) 化合物 D_2A 的立体构型为 V 形，中心原子的价层电子对数为 4，单质 D 与湿润的 Na_2CO_3 反应可制备 D_2A ，其化学方程式为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}_2\text{O} + 2\text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl}$ 。

(5) A 和 B 能够形成化合物 F，其晶胞结构如图所示，晶胞边长 $a=0.566\text{nm}$ ，

F 的化学式为 Na_2O ；晶胞中 A 原子的配位数为 8；列式计算晶体 F 的密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) $2.27\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (保留小数点后两位数字)。



【考点】9I：晶胞的计算。

【专题】51B：原子组成与结构专题；51D：化学键与晶体结构。

【分析】A、B、C、D 为原子序数依次增大的四种元素，C、D 为同周期元素，C 核外电子总数是最外层电子数的 3 倍，则 C 为 P 元素；D 元素最外层有一个未成对电子，D 为 Cl 元素；

A^{2-} 和 B^+ 具有相同的电子构型，则 A 为 O 元素、B 为 Na 元素；

- (1) 四种元素电负性最大的为 O 元素，C 为 P 元素；
- (2) A 为 O 元素，有 O_2 、 O_3 两种同素异形体， O_3 相对分子质量较大，沸点较高，B 的氢化物为 NaH ，为离子晶体；
- (3) C 和 D 反应可生成化合物为 PCl_3 ，为 sp^3 杂化；
- (4) 化合物 D_2A 为 Cl_2O ，立体构型为 V 形，氯气与湿润的 Na_2CO_3 反应的方程式为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}_2\text{O} + 2\text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl}$ ；
- (5) A 和 B 能够形成化合物 F 为离子化合物，阴离子位于晶胞的定点和面心，阳离子位于晶胞的体心，则 Na 的个数为 8，O 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，

$\text{N}(\text{Na}) : \text{N}(\text{O}) = 2 : 1$ ，则形成的化合物为 Na_2O ，计算质量和体积，可计算密度。

【解答】解：A、B、C、D 为原子序数依次增大的四种元素，C、D 为同周期元素，C 核外电子总数是最外层电子数的 3 倍，则 C 为 P 元素；D 元素最外层有一个未成对电子，D 为 Cl 元素；

A^{2-} 和 B^+ 具有相同的电子构型，则 A 为 O 元素、B 为 Na 元素；

- (1) 四种元素分别为 O、Na、O、Cl，电负性最大的为 O 元素，C 为 P 元素，

核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$,

故答案为: O; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$;

(2) A 为 O 元素, 有 O_2 、 O_3 两种同素异形体, 二者对应的晶体都为分子晶体, 因 O_3 相对分子质量较大, 则范德华力较大, 沸点较高, A 的氢化物为水, 为分子晶体, B 的氢化物为 NaH, 为离子晶体,

故答案为: O_3 ; O_3 相对分子质量较大, 范德华力较大; 分子晶体; 离子晶体;

(3) C 和 D 反应可生成组成比为 1: 3 的化合物为 PCl_3 , P 形成 3 个 δ 键, 孤电子对数为 $\frac{5-3 \times 1}{2}=1$, 则为 sp^3 杂化, 立体构型为三角锥形,

故答案为: 三角锥形; sp^3 ;

(4) 化合物 D_2A 为 Cl_2O , O 为中心原子, 形成 2 个 δ 键, 孤电子对数为 $\frac{6-2 \times 1}{2}=2$, 则中心原子的价层电子对数为 4, 立体构型为 V 形,

氯气与湿润的 Na_2CO_3 反应可制备 Cl_2O , 反应的方程式为 $2Cl_2+2Na_2CO_3+H_2O=Cl_2O+2NaHCO_3+2NaCl$,

故答案为: V 形; 4; $2Cl_2+2Na_2CO_3+H_2O=Cl_2O+2NaHCO_3+2NaCl$;

(5) A 和 B 能够形成化合物 F 为离子化合物, 阴离子位于晶胞的顶点和面心, 阳离子位于晶胞的体心, 则 Na 的个数为 8, O 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2}=4$,

$N(Na): N(O)=2: 1$, 则形成的化合物为 Na_2O ,

晶胞中 O 位于顶点, Na 位于体心, 每个晶胞中有 1 个 Na 与 O 的距离最近, 每个定点为 8 个晶胞共有, 则晶胞中 O 原子的配位数为 8,

晶胞的质量为 $\frac{4 \times 62}{6.02 \times 10^{23}} g$,

晶胞的体积为 $(0.566 \times 10^{-7})^3 cm^3$,

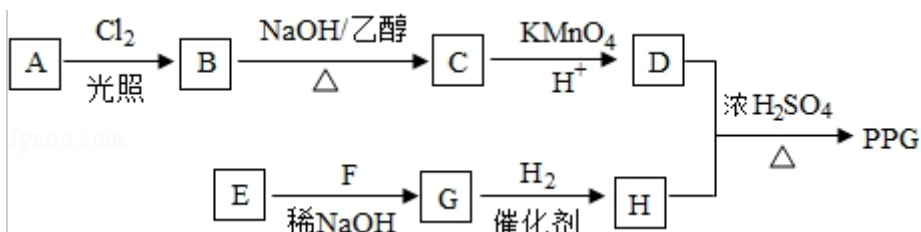
则晶体 F 的密度为 $\frac{4 \times 62}{(0.566 \times 10^{-7})^3 \times 6.02 \times 10^{23}} g \cdot cm^{-3} = 2.27 g \cdot cm^{-3}$,

故答案为: Na_2O ; 8; $2.27 g \cdot cm^{-3}$.

【点评】 本题考查物质结构和性质, 为高频考点, 侧重考查学生空间想象能力、知识运用能力, 涉及晶胞计算、原子结构等知识点, 采用均摊法、价层电子对互斥理论等理论分析解答, 难点是晶胞计算, 题目难度中等.

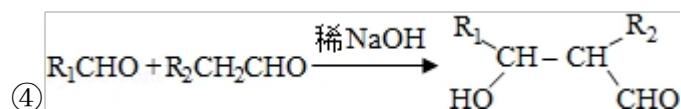
五、化学一选修 5：有机化学基础（满分 15 分）

13. （15 分）聚戊二酸丙二醇酯（PPG）是一种可降解的聚酯类高分子材料，在材料的生物相容性方面有很好的应用前景。 PPG 的一种合成路线如下：

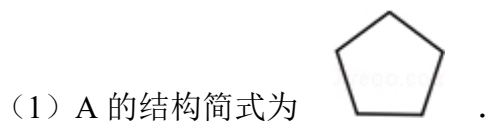


已知：

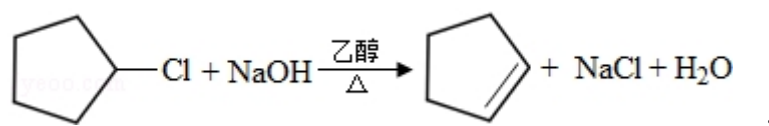
- ① 烃 A 的相对分子质量为 70，核磁共振氢谱显示只有一种化学环境的氢
- ② 化合物 B 为单氯代烃；化合物 C 的分子式为 C_5H_8
- ③ E、F 为相对分子质量差 14 的同系物，F 是福尔马林的溶质



回答下列问题：

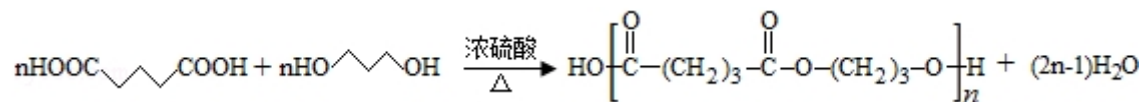


(2) 由 B 生成 C 的化学方程式为



(3) 由 E 和 F 生成 G 的反应类型为 加成反应，G 的化学名称为 3-羟基丙醛。

(4) ① 由 D 和 H 生成 PPG 的化学方程式为：

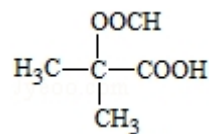


② 若 PPG 平均相对分子质量为 10000，则其平均聚合度约为 b（填标号）。

a. 48 b. 58 c. 76 d. 122

(5) D 的同分异构体中能同时满足下列条件的共有 5 种（不含立体异构）：

①能与饱和 NaHCO_3 溶液反应产生气体②既能发生银镜反应，又能发生水解反应




其中核磁共振氢谱显示为 3 组峰，且峰面积比为 6: 1: 1 的是_____ (写结构简式)

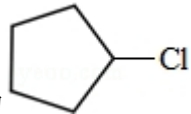

D 的所有同分异构体在下列一种表征仪器中显示的信号 (或数据) 完全相同，该仪器是 c (填标号)。

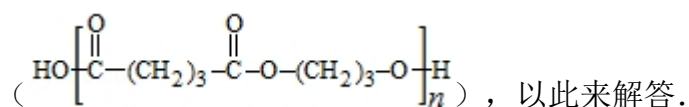
a. 质谱仪 b. 红外光谱仪 c. 元素分析仪 d. 核磁共振仪。

【考点】HC: 有机物的合成。


【分析】烃 A 的相对分子质量为 70，核磁共振氢谱显示只有一种化学环境的

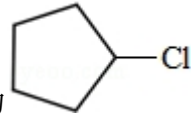

氢， $\frac{70}{12}=5\dots 10$ ，则 A 为 C_5H_{10} ，结构为 ；A 发生光照下取代反应生

成 B 为 ，B 发生消去反应生成 C 为 ，化合物 C 的分子式为 C_5H_8 ；C 发生氧化反应生成 D 为 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ ，E、F 为相对分子质量差 14 的同系物，F 是福尔马林的溶质，则 F 为 HCHO ，可知 E 为 CH_3CHO ，由信息④可知 E 与 F 反应生成 G 为 $\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ ，G 与氢气发生加成反应生成 H 为 $\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ，D 与 H 发生缩聚反应生成 PPG

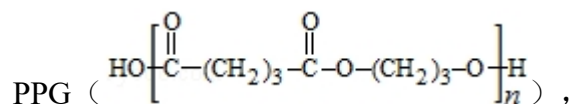


【解答】解：烃 A 的相对分子质量为 70，核磁共振氢谱显示只有一种化学环境

的氢， $\frac{70}{12}=5\dots 10$ ，则 A 为 C_5H_{10} ，结构为 ；A 发生光照下取代反应

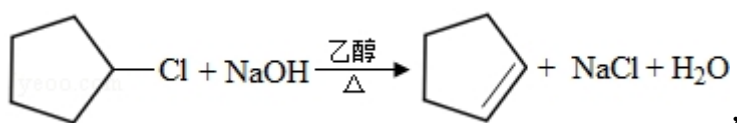
生成 B 为 ，B 发生消去反应生成 C 为 ，化合物 C 的分子式为 C_5H_8 ；C 发生氧化反应生成 D 为 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ ，E、F 为相

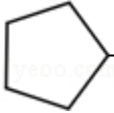

对分子质量差 14 的同系物，F 是福尔马林的溶质，则 F 为 HCHO，可知 E 为 CH₃CHO，由信息④可知 E 与 F 反应生成 G 为 OHCH₂CH₂CHO，G 与氢气发生加成反应生成 H 为 OHCH₂CH₂CH₂OH，D 与 H 发生缩聚反应生成



(1) A 的结构简式为  , 故答案为:  ;

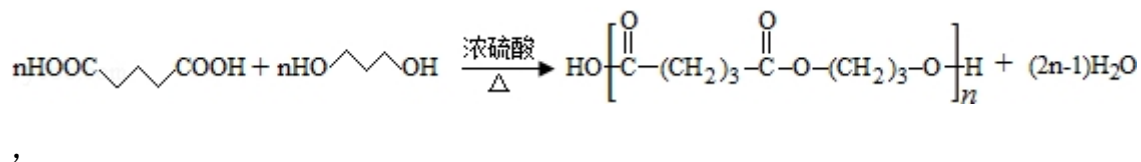
(2) 由 B 生 成 C 的 化 学 方 程 式 为



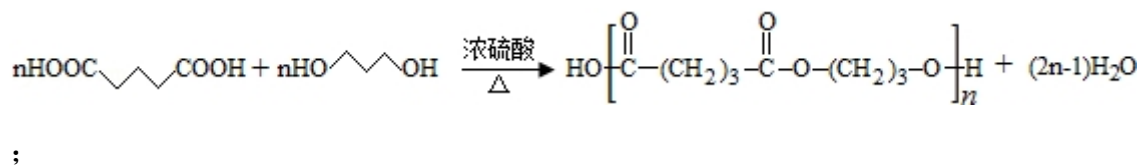
故答案为:  -Cl + NaOH $\xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}}$  + NaCl + H₂O ;

(3) 由 E 和 F 生成 G 的反应类型为加成反应，G 的化学名称为 3-羟基丙醛，
故答案为：加成反应；3-羟基丙醛；

(4) ① 由 D 和 H 生 成 PPG 的 化 学 方 程 式 为



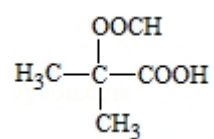
故 答 案 为 :



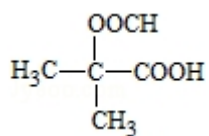
② 若 PPG 平均 相对 分子 质量 为 10000，则 其 平均 聚合 度 约 为 $\frac{10000}{12 \times 8 + 16 \times 4 + 1 \times 12} \approx 58$ ，故 答案 为：b；

(5) D 的同分异构体中能同时满足①能与饱和 NaHCO₃ 溶液反应产生气体，含 -COOH，②既能发生银镜反应，又能发生水解反应 -COOCH₃，D 中共 5 个 C，则含 3 个 C=C 上的 2 个 H 被 -COOH、-COOCH₃ 取代，共为 3+2=5

种，含其中核磁共振氢谱显示为 3 组峰，且峰面积比为 6：1：1 的是



，D 及同分异构体中组成相同，由元素分析仪显示的信号（或



数据）完全相同，故答案为：5；；c.

【点评】 本题考查有机物的推断，为高频考点，为 2015 年高考真题，把握合成中碳链变化、官能团变化及反应条件推断物质为解答的关键，侧重分析与推断能力的综合考查，题目难度中等.