

2016 年高考化学模拟试卷（4）

一、选择题（每小题 6 分）

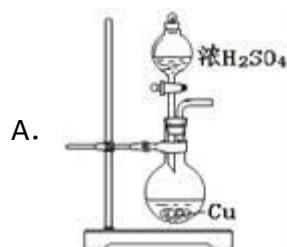
1. 化学是一门实用性强的自然科学，在社会、生产、生活中起着重要的作用，下列说法不正确的是（ ）

- A. 油条的制作口诀是“一碱、二矾、三钱盐”，其中的“碱”是烧碱
- B. 黑火药的最优化配方是“一硫二硝三木炭”，其中的“硝”是硝酸钾
- C. 过滤操作要领是“一贴二低三靠”，其中“贴”是指滤纸紧贴漏斗的内壁
- D. “固体需匙或纸槽，一送二竖三弹弹；块固还是镊子好，一横二放三慢竖”。前一个固体一般指粉末状固体

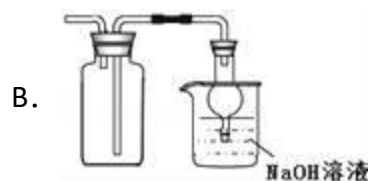
2. 在溶液中能共存，加 OH^- 有沉淀析出，加 H^+ 能放出气体的是（ ）

- A. Na^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- B. Ba^{2+} 、 K^+ 、 OH^- 、 NO_3^-
- C. H^+ 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 CO_3^{2-}
- D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^-

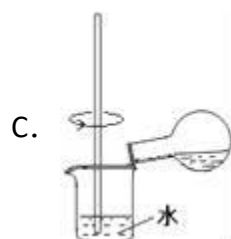
3. 探究浓硫酸和铜的反应，下列装置或操作正确的是（ ）



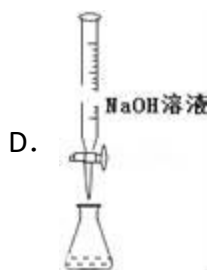
用装置进行铜和浓硫酸的反应



用装置收集二氧化硫并吸收尾气

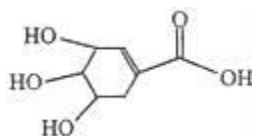


用装置稀释反应后的混合液



用装置测定余酸的浓度

4. 莽草酸结构简式如图. 下列说法错误的是 ()



- A. 该物质分子式为 $C_7H_{10}O_5$
- B. 该物质与乙酸互为同系物
- C. 该物质能与乙醇发生酯化反应
- D. 1mol 该物质与 Na 反应时, 最多消耗 Na 4mol

5. 有关煤的综合利用如图所示. 下列说法正确的是 ()



- A. 煤和水煤气均是二次能源
- B. 煤中含有苯、甲苯、二甲苯等有机物
- C. ①是将煤在空气中加强热使其分解的过程
- D. B 为甲醇或乙酸时, 原子利用率均达到 100%

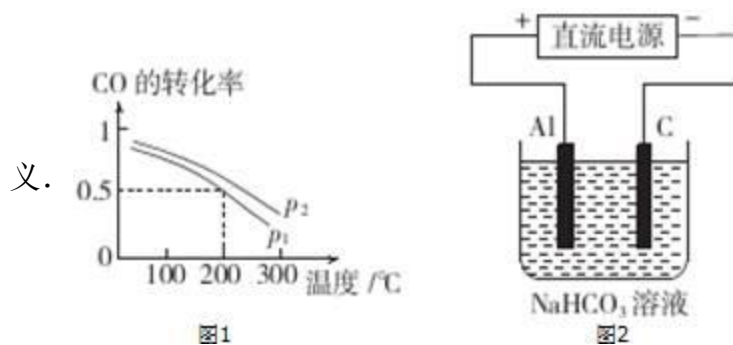
6. 下列说法正确的是 ()

- A. 二元弱酸酸式盐 NaHA 溶液中: $c(H^+) + c(Na^+) = c(OH^-) + c(HA^-) + c(A^{2-})$
- B. 一定量的 $(NH_4)_2SO_4$ 与 $NH_3 \cdot H_2O$ 混合的酸性溶液中: $c(NH_4^+) > 2c(SO_4^{2-})$
- C. 物质的量浓度均为 0.01mol/L 的 CH_3COOH 和 CH_3COONa 的溶液等体积混合后溶液中 $c(CH_3COOH) + c(CH_3COO^-) = 0.02 \text{ mol/L}$
- D. 物质的量浓度相等的① NH_4HSO_4 溶液、② NH_4HCO_3 溶液、③ NH_4Cl 溶液中 c

(NH₄⁺): ①>③>②

二、解答题 (共 3 小题, 满分 43 分)

7. CO₂ 和 CH₄ 均为温室气体, 若得以综合利用, 对于温室气体的整治具有重大意义.



(1) 已知: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247.3 \text{ kJ/mol}$

$\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +75 \text{ kJ/mol}$

反应 $2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 在一定条件下能自发进行的原因是_____

(2) 合成甲醇的主要反应是 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$. 压强为 P_1 时, 向体积为 2L 的密闭容器中充入 $b \text{ mol CO}$ 和 $2b \text{ mol H}_2$, 平衡时 CO 的转化率与温度、压强的关系如图 1 所示. 请回答:

①该反应属于_____ (填“吸”或“放”) 热反应;

P_1 _____ P_2 (填“>”、“<”或“=”). 200°C 时, 该反应的平衡常数 $K =$ _____ (用含 b 的代数式表示).

②若 200°C 时, 上述反应经过 $t \text{ min}$ 达到平衡, 则该时间段内氢气的平均反应速率为_____.

(3) 以渗透于多孔基质的惰性导电物质材料为电极, 用 35%~50%KOH 为电解液, 甲烷和空气为原料, 构成碱性燃料电池, 该电池负极的电极反应式为_____

(4) 以甲烷燃料电池做电源, 用如图 2 所示装置, 在实验室中模拟铝制品表面“钝化”处理的过程中, 发现溶液逐渐变浑浊, 用离子方程式表示沉淀产生的原因是_____.

(5) 已知 25°C 时, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的 $K_{\text{sp}} = 8.0 \times 10^{-33}$. 若使某铝盐溶液中的 Al^{3+} 降至 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 则需调节溶液的 pH 至_____ (已知 $\lg 5 = 0.7$).

8. 草酸是一种重要的化工原料, 广泛用于药物生产、高分子合成等工业. 某学

习小组的同学拟以甘蔗渣为原料用水解 - 氧化 - 水解循环进行制取草酸. 查阅资料得知:

- (1) 易溶于乙醇和水, 微溶于乙醚 (易挥发), 难溶于苯和四氯化碳.
- (2) 草酸具有很强的还原性

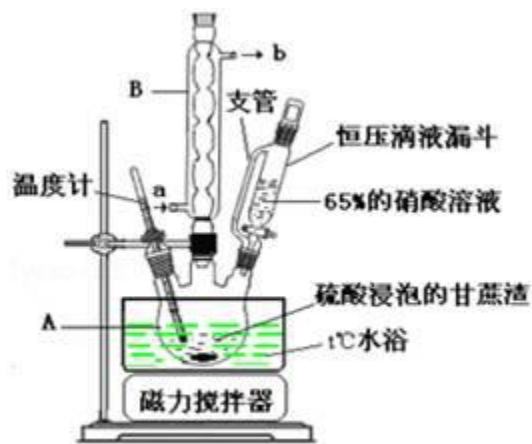


图 1

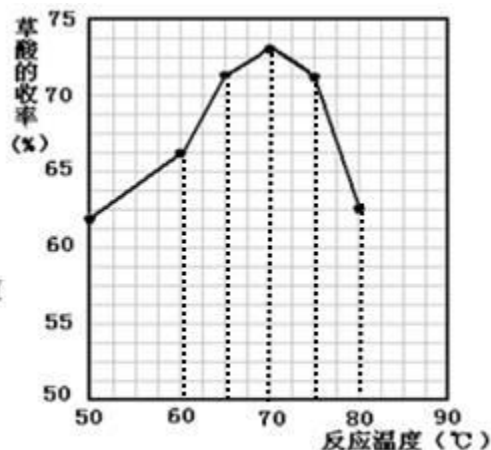


图 2

请根据以上信息回答下列问题:

- (1) 氧化 - 水解过程是在上图 1 的装置中进行的, 指出装置 A 的名称_____.
- (2) 氧化 - 水解过程中, 在硝酸用量、反应的时间等条件均相同的情况下, 改变反应温度以考察反应温度对草酸产率的影响, 结果如上图 2 所示, 请选择最佳的反应温度为____, 实验中若混酸滴加过快或温度过高, 将导致草酸产率下降, 其原因是_____.
- (3) 得到粗产品后, 洗涤时选择_____ 作洗涤剂, 理由是_____.
- (4) 为了确定产品中 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M=126\text{g/mol}$) 的纯度, 称取 10.0g 草酸样品, 配成 250mL 溶液, 每次实验时准确量取 25.00mL 草酸溶液, 加入适量的稀硫酸, 用 0.1mol/LKMnO_4 标准溶液滴定. 平行滴定三次, 重复滴定三次, 每次消耗 KMnO_4 标准溶液的体积如下表所示

	第一次	第二次	第三次
体积 (mL)	16.10mL	16.60mL	15.90mL

- ①写出滴定过程中的离子方程式_____.
 - ②在草酸纯度测定的实验过程中, 下列说法正确的是: _____.
- A. 配制标准液时, 若 KMnO_4 不纯 (杂质不与待测液反应), 会使实验误差偏低
- B. 润洗滴定管时, 应从滴定管上口加满所需的酸或碱液, 使滴定管内壁充分润

洗

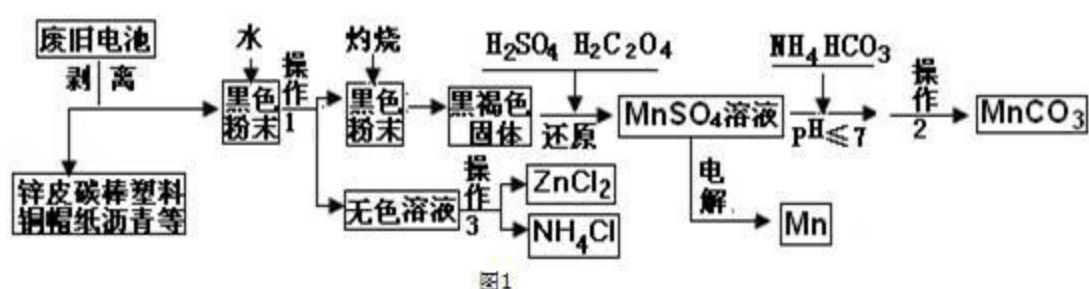
C. 滴定时，眼睛注视锥形瓶，观察溶液颜色变化

D. 滴定终点读取滴定管刻度时，仰视标准液液面，会使实验误差偏高

③判断滴定已经达到终点的方法是：_____。

④草酸晶体的纯度为_____。

9. 废旧电池的回收利用，既能减少废旧电池对环境的污染，又能实现废旧电池的资源化利用。图 1 是某科技小组，以废旧锌锰干电池为原料，回收及制备多种用途的碳酸锰和相关物质的主要流程：



(1) 灼烧黑色粉末变成黑褐色是因为有少量 MnO_2 发生了反应生成了少量的 MnO ，其可能的反应方程式为：_____。

(2) 还原过程是先加入稀硫酸再加入草酸，写出反应化学方程式：_____；在该过程中小组成员甲发现加入硫酸部分固体溶解剩余黑色固体，接着他没有加入草酸而是加入一定量的双氧水，发现固体也完全溶解了，成员乙在加硫酸后也没有加草酸，他又加入了一定量氨水，无明显变化，测得这时溶液的 PH 值为 9，他接着又加入双氧水，发现黑色固体不减反增，写出导致固体增加的离子方程式：_____；比较甲、乙两位组员实验你得出的结论是：_____。

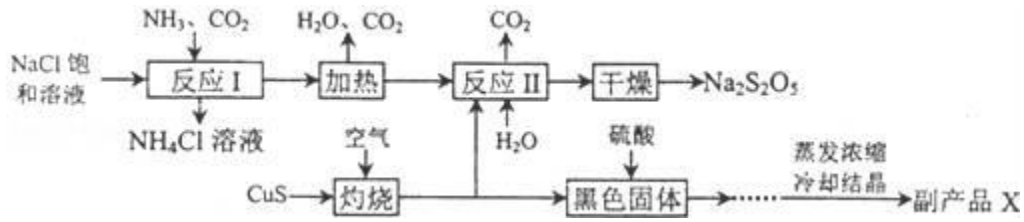
(3) 操作 1 和操作 2 使用到相同的装置，操作 3 的名称是_____。

(4) 硫酸锰转化为碳酸锰的操作是，在 60 摄氏度下调节 PH 值后加入碳酸氢铵溶液，直到不再有气泡产生后再加热反应 1 小时，写出反应的化学方程式：_____。

(5) 已知锌锰干电池的总反应为 $\text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{MnO}_2 = \text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + 2\text{MnOOH}$ ，写出电池正极的电极_____；电解 MnSO_4 溶液回收锰的阳极的电极反应式：_____。

【化学--选修 2：化学与技术】

10. 焦亚硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 常用作食品漂白剂. 其制备工艺流程如图:



已知: 反应 II 包含 $2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 等多步反应.

(1) 反应 I 的总化学方程式为____, 反应 I 进行时应先通入的气体是____, 反应 I 产生的 NH_4Cl 可用作____.

(2) 灼烧时发生反应的化学方程式为____, 若灼烧时生成 $\text{SO}_2 1.12 \times 10^6 \text{ L}$ (标准状况下), 则转移电子____mol.

(3) 已知 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 与稀硫酸反应放出 SO_2 , 其离子方程式为____.

(4) 副产品 X 的化学式是____, 在上述流程中可循环使用的物质是____.

(5) 为了减少产品 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 中杂质含量, 需控制反应 II 中气体与固体的物质的量之比约为____, 检验产品中含有碳酸钠杂质所需试剂____. (填编号).

- ①澄清石灰水 ②饱和碳酸氢钠溶液 ③氢氧化钠 ④酸性高锰酸钾
⑤稀硫酸.

【化学一选修 3: 物质结构与性质】

11. A、B、C、D、E、F、G 为前四周期元素. A、B 最外层电子排布可表示为 as^a 、 bs^b (a≠b); C 元素对应单质是空气中含量最多的物质; D 的最外层电子数是内层电子数的 3 倍; E 与 D 同主族, 且位于 D 的下一周期; F 与 E 同周期, 且是本周期中电负性最大的元素; 基态 G 原子核外电子填充在 7 个能级中, 且价层电子均为单电子.

(1) 元素 B、C、D 的第一电离能由大到小的顺序为____ (用元素符号表示).

(2) ED_3 分子的空间构型为____, 中心原子的杂化方式为____.

(3) 四种分子① BA_4 ② ED_3 ③ A_2D ④ CA_3 键角由大到小排列的顺序是____(填序号).

(4) CA_3 分子可以与 A^+ 离子结合成 CA_4^+ 离子, 这个过程中发生改变的是____(填序号).

a. 微粒的空间构型 b. C 原子的杂化类型

c. A - C - A 的键角 d. 微粒的电子数

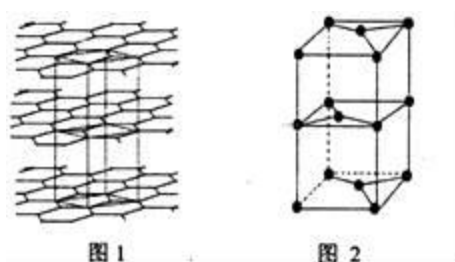
(5) EBC^- 的等电子体中属于分子的有____ (填化学式), EBC^- 的电子式为_____.

(6) G 的价层电子排布式为____, 化合物 $[G(CA_3)_6]F_3$ 的中心离子的配位数为_____.

(7) B 的某种单质的片层与层状结构如图 1 所示, 其中层间距离为 hcm. 图 2 为从层状结构中取出的晶胞. 试回答:

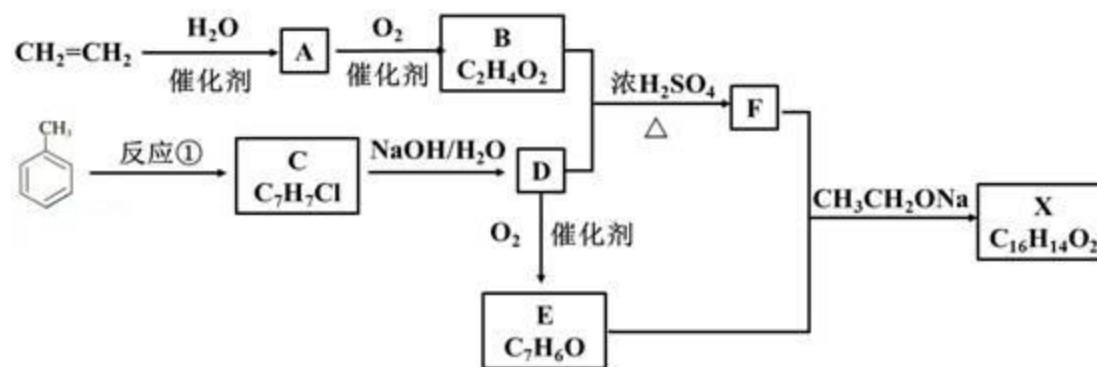
①在 B 的该种单质的片层结构中, B 原子数、B - B 键数、六元环数之比为_____.

②若 B 的该种单质中 B - B 键长为 a cm, 则 B 的该种单质的密度为_____ $g \cdot cm^{-3}$.



[化学--选修 5: 有机化学基础]

12. 化合物 X 是一种香料, 可采用乙烯与甲苯为主要原料, 按下列路线合成:



已知: $RCHO + CH_3COOR' \xrightarrow{CH_3CH_2ONa} RCH=CHCOOR'$

请回答:

(1) $CH_2=CH_2$ 中有____个原子共平面; 甲苯苯环比苯更容易发生取代反应而且常得到多元取代产物, 其原因是_____.

(2) 反应①的反应条件是____, C 到 D 的反应类型是_____.

(3) $B+D \rightarrow F$ 的化学方程式_____.

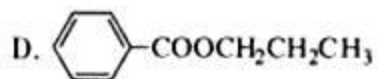
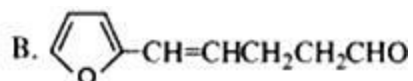
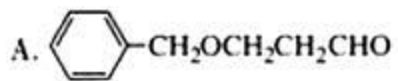
(4) E 中官能团的名称是____, D 到 E 的化学方程式是_____.

(5) X 的结构简式_____.

(6) 对于化合物 X, 下列说法正确的是_____.

- A. 能发生水解反应 B. 不与浓硝酸发生取代反应
C. 能使 Br_2/CCl_4 溶液褪色 D. 能发生银镜反应

(7) 下列化合物中属于 F 的同分异构体的是_____.



2016 年高考化学模拟试卷（4）

参考答案与试题解析

一、选择题（每小题 6 分）

1. 化学是一门实用性强的自然科学，在社会、生产、生活中起着重要的作用，下列说法不正确的是（ ）

- A. 油条的制作口诀是“一碱、二矾、三钱盐”，其中的“碱”是烧碱
- B. 黑火药的最优化配方是“一硫二硝三木炭”，其中的“硝”是硝酸钾
- C. 过滤操作要领是“一贴二低三靠”，其中“贴”是指滤纸紧贴漏斗的内壁
- D. “固体需匙或纸槽，一送二竖三弹弹；块固还是镊子好，一横二放三慢竖”。前一个固体一般指粉末状固体

【考点】酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系；过滤。

【分析】A、油条的制作口诀是“一碱、二矾、三钱盐”，“碱”指 Na_2CO_3 “矾”指明矾 $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ “盐”指 NaCl ；

B、黑火药的最优化配方是硫磺、硝石、碳；

C、一贴：用少量水润湿的滤纸要紧贴漏斗壁，二低：滤纸边缘低于漏斗边缘、滤液低于滤纸边缘，三靠：烧杯紧靠玻璃棒、玻璃棒靠在三层滤纸上、漏斗下端口紧靠烧杯内壁；

D、固体粉末药品放入试管中，采用药匙或纸槽，但是固体块状、大颗粒状需要用镊子。

【解答】解：A、油条的制作口诀是“一碱、二矾、三钱盐”，“碱”指 Na_2CO_3 ，不是 NaOH ，故 A 错误；

B、黑火药的最优化配方是硫磺、硝石、碳，即“一硫二硝三木炭”，其中的“硝”是硝酸钾，故 B 正确；

C、过滤操作要领是“一贴二低三靠”，一贴：用少量水润湿的滤纸要紧贴漏斗壁，二低：滤纸边缘低于漏斗边缘、滤液低于滤纸边缘，三靠：烧杯紧靠玻璃棒、玻璃棒靠在三层滤纸上、漏斗下端口紧靠烧杯内壁，故 C 正确；

D、固体粉末药品放入试管中，采用药匙或纸槽，但是固体块状、大颗粒状需要用镊子，即前一个固体一般指粉末状固体，故 D 正确。

故选 A.

2. 在溶液中能共存，加 OH^- 有沉淀析出，加 H^+ 能放出气体的是 ()

- A. Na^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} B. Ba^{2+} 、 K^+ 、 OH^- 、 NO_3^-
C. H^+ 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 CO_3^{2-} D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^-

【考点】离子共存问题.

【分析】根据离子之间不能结合生成气体、沉淀、水，不能相互促进水解，则离子能大量共存，并结合加 OH^- 有沉淀析出，加 H^+ 能放出气体来解答.

【解答】解：A. 该组离子之间不反应，能共存，但加 OH^- 有氢氧化铜沉淀析出，加 H^+ 不反应，没有气体，故 A 不选；

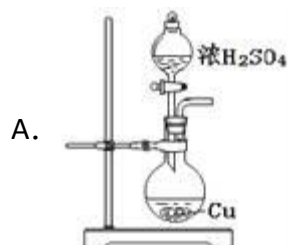
B. 该组离子之间不反应，能共存，但加 OH^- 没有沉淀析出，加 H^+ 不反应，没有气体，故 B 不选；

C. H^+ 、 CO_3^{2-} 结合生成气体和水， Al^{3+} 、 CO_3^{2-} 相互促进水解，不能共存，故 C 不选；

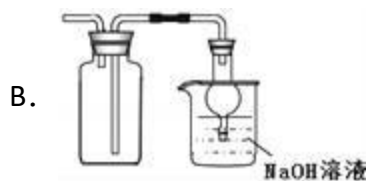
D. 该组离子之间不反应，能共存，加 OH^- 有碳酸钙沉淀析出，加 H^+ 能放出二氧化碳气体，故 D 选；

故选 D.

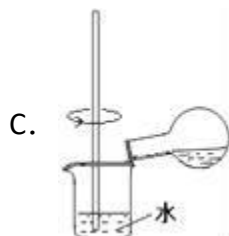
3. 探究浓硫酸和铜的反应，下列装置或操作正确的是 ()



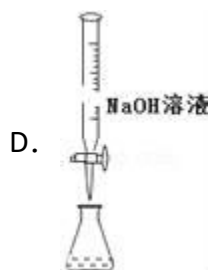
用装置进行铜和浓硫酸的反应



用装置收集二氧化硫并吸收尾气



用装置稀释反应后的混合液



用装置测定余酸的浓度

【考点】实验装置综合.

【分析】A、铜与浓硫酸常温下不反应，此反应需要加热设备；

B、二氧化碳的密度大于空气，适用与向上排空气法收集；

C、浓溶液的稀释，需在烧杯中进行，且需要玻璃棒搅拌；

D、氢氧化钠溶液显碱性，应盛放在碱式滴定管中。

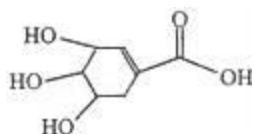
【解答】解：A、铜与浓硫酸常温下不反应，此反应需要加热设备，图中无加热装置，故 A 错误；

B、二氧化碳的密度大于空气，适用与向上排空气法收集，即应长进短出，此图方向相反，故 B 错误；

C、浓溶液的稀释，需在烧杯中进行，且需要玻璃棒搅拌，故 C 正确；

D、氢氧化钠溶液显碱性，应盛放在碱式滴定管中，图中滴定管为酸式滴定管，故 D 错误，故选 C.

4. 莽草酸结构简式如图。下列说法错误的是（ ）



- A. 该物质分子式为 $C_7H_{10}O_5$
- B. 该物质与乙酸互为同系物
- C. 该物质能与乙醇发生酯化反应
- D. 1mol 该物质与 Na 反应时，最多消耗 Na 4mol

【考点】有机物的结构和性质.

【分析】有机物中含有羧基，具有酸性，可发生中和、酯化反应，含有羟基，可发生取代、氧化和消去反应，含有碳碳双键，可发生加成、加聚和氧化反应，以此解答该题.

【解答】解：A. 由结构简式可知该有机物的分子式为 $C_7H_{10}O_5$ ，故 A 正确；

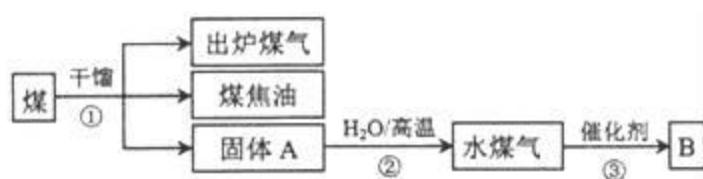
B. 有机物含有碳碳双键和多个羟基，与乙酸结构不同，不是同系物，故 B 错误；

C. 含有羧基，可与乙醇发生酯化反应，故 C 正确；

D. 含有 3 个羟基、1 个羧基，都可与钠反应生成氢气，则 1mol 该物质与 Na 反应时，最多消耗 Na 4mol，故 D 正确.

故选 B.

5. 有关煤的综合利用如图所示. 下列说法正确的是 ()



- A. 煤和水煤气均是二次能源
- B. 煤中含有苯、甲苯、二甲苯等有机物
- C. ①是将煤在空气中加强热使其分解的过程
- D. B 为甲醇或乙酸时，原子利用率均达到 100%

【考点】煤的干馏和综合利用.

【分析】A. 一级能源是指可以从自然界直接获取的能源，如：水能、风能、太阳能、地热能、核能、化石燃料；由一级能源经过加工转换以后得到的能源，称

为二级能源，例如：电能、蒸汽、煤气、汽油、柴油、水煤气、干馏煤气等；

B. 煤是有无机物和有机物组成的复杂的混合物；

C. 煤在隔绝空气的情况下加热的过程称为煤的干馏；

D. 水煤气为 CO 和 H₂，CO 和 H₂ 在一定条件下按照不同的比例反应，可假定反应时的化学计量数之比为 m：n，则只要各选项中的化学式能化为形式 (CO)^m (H₂)ⁿ，都是正确的。

【解答】解：A. 煤是一次能源，故 A 错误；

B. 煤是有无机物和有机物组成的复杂的混合物，通过干馏和得到苯、甲苯、二甲苯等有机物，故 B 错误；

C. ①是煤的干馏，煤在隔绝空气的情况下加热的过程称为煤的干馏，故 C 错误；

D. 甲醇 (CH₄O) 可变为 (CO)₁ (H₂)₂，乙酸 (C₂H₄O₂) 可变为 (CO)₂ (H₂)₂，故 D 正确。

故选 D.

6. 下列说法正确的是 ()

A. 二元弱酸酸式盐 NaHA 溶液中： $c(H^+) + c(Na^+) = c(OH^-) + c(HA^-) + c(A^{2-})$

B. 一定量的 (NH₄)₂SO₄ 与 NH₃•H₂O 混合的酸性溶液中： $c(NH_4^+) > 2c(SO_4^{2-})$

C. 物质的量浓度均为 0.01mol/L 的 CH₃COOH 和 CH₃COONa 的溶液等体积混合后溶液中 $c(CH_3COOH) + c(CH_3COO^-) = 0.02 \text{ mol/L}$

D. 物质的量浓度相等的①NH₄HSO₄ 溶液、②NH₄HCO₃ 溶液、③NH₄Cl 溶液中 $c(NH_4^+)$ ：①>③>②

【考点】离子浓度大小的比较.

【分析】A. 根据 NaHA 溶液中的电荷守恒判断；

B. 溶液呈酸性，则 $c(H^+) > c(OH^-)$ ，根据电荷守恒可得 $c(NH_4^+) < 2c(SO_4^{2-})$ ；

C. 根据混合液中的物料守恒判断；

D. 硫酸氢铵中氢离子抑制了铵根离子的水解，碳酸氢铵中碳酸氢根离子水解促进了铵根离子的水解，据此判断铵根离子浓度大小.

【解答】解：A. 二元弱酸酸式盐 NaHA 溶液中，根据电荷守恒可得： $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$ ，故 A 错误；

B. 一定量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 混合的酸性溶液中， $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，根据电荷守恒可得： $c(\text{NH}_4^+) < 2c(\text{SO}_4^{2-})$ ，故 B 错误；

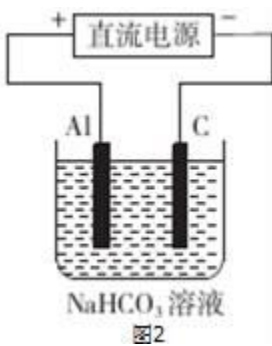
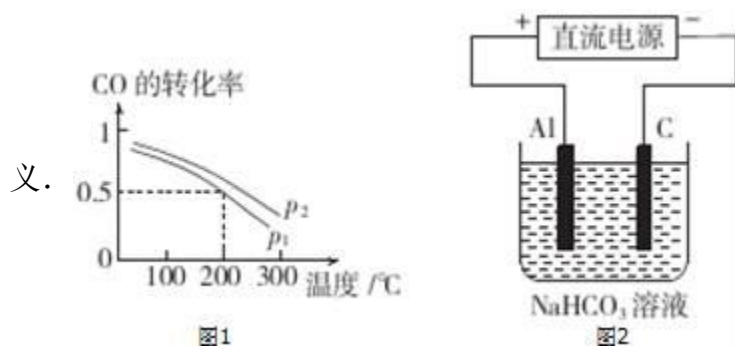
C. 物质的量浓度均为 0.01mol/L 的 CH_3COOH 和 CH_3COONa 的溶液等体积混合后溶液中，根据物料守恒可得： $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.01\text{mol/L}$ ，故 C 错误；

D. 物质的量浓度相等的① NH_4HSO_4 溶液、② NH_4HCO_3 溶液、③ NH_4Cl 溶液中，①中氢离子抑制了铵根离子的水解，其溶液中铵根离子浓度最大，②溶液中碳酸氢根离子水解，促进了铵根离子的水解，其溶液中的铵根离子浓度最小，所以浓度相等的三种溶液中 $c(\text{NH}_4^+)$ 大小为：①>③>②，故 D 正确；

故选 D.

二、解答题（共 3 小题，满分 43 分）

7. CO_2 和 CH_4 均为温室气体，若得以综合利用，对于温室气体的整治具有重大意



(1) 已知： $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247.3\text{kJ/mol}$

$\text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +75\text{kJ/mol}$

反应 $2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 在一定条件下能自发进行的原因是 该反应中 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$, 在温度较低的情况下可以自发进行

(2) 合成甲醇的主要反应是 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$. 压强为 P_1 时，向体积为 2L 的密闭容器中充入 $b \text{ mol CO}$ 和 $2b \text{ mol H}_2$ ，平衡时 CO 的转化率与温度、压强的关系如图 1 所示. 请回答：

①该反应属于 放 (填“吸”或“放”) 热反应；

$P_1 < P_2$ (填“>”、“<”或“=”). 200°C时, 该反应的平衡常数 $K = \frac{4}{b^2}$ (用含 b 的代数式表示).

②若 200°C时, 上述反应经过 tmin 达到平衡, 则该时间段内氢气的平均反应速率为 $\frac{b}{2t} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$.

(3) 以渗透于多孔基质的惰性导电物质材料为电极, 用 35%~50%KOH 为电解液, 甲烷和空气为原料, 构成碱性燃料电池, 该电池负极的电极反应式为 $\text{CH}_4 - 8e^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$.

(4) 以甲烷燃料电池做电源, 用如图 2 所示装置, 在实验室中模拟铝制品表面“钝化”处理的过程中, 发现溶液逐渐变浑浊, 用离子方程式表示沉淀产生的原因是 $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$.

(5) 已知 25°C时, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的 $K_{sp} = 8.0 \times 10^{-33}$. 若使某铝盐溶液中的 Al^{3+} 降至 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 则需调节溶液的 pH 至 5.3 (已知 $\lg 5 = 0.7$).

【考点】 化学平衡的计算; 原电池和电解池的工作原理; 难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质.

【分析】 (1) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247.3 \text{ kJ/mol}$ ①
 $\text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +75 \text{ kJ/mol}$ ②

将方程式② - ①得 $2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = (+75 \text{ kJ/mol}) - (+247.3 \text{ kJ/mol}) = -172.3 \text{ kJ/mol}$,

该反应的 $\Delta H < 0$ 、 $\Delta S < 0$, 如果 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 就能自发进行;

(2) ①相同压强下, 升高温度 CO 转化率降低, 平衡逆向移动;

该反应前后气体计量数之和减小, 增大压强 CO 转化率增大;

200°C时, CO 的转化率为 0.5, 所以平衡时 CO、 H_2 、 CH_3OH 的浓度分别为 0.25bmol/L、0.5bmol/L、0.25bmol/L, 根据平衡常数的定义计算平衡常数;

②若 200°C时, 上述反应经过 tmin 达到平衡, 氢气转化的溶液为 6mol/L, 根据 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 计算;

(3) 甲烷和空气为原料, 构成碱性燃料电池, 负极上甲烷失电子生成碳酸根离子, 据此书写电极反应式;

(4) 根据装置图, 阳极上铝失电子生成铝离子, 铝离子和碳酸氢根离子发生双

水解反应；

(5) 根据 $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3] = c(\text{Al}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-)$ 可计算出氢氧根离子的浓度，进而确定溶液的 pH 值。

【解答】解：(1) 已知：① $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +75 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，根据盖斯定律，将② - ①得反应 $2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -172.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta H < 0$ ，而该反应 $\Delta S < 0$ ，所以该反应在温度较低的情况下可以自发进行，

故答案为：该反应中 $\Delta H < 0$ ， $\Delta S < 0$ ，在温度较低的情况下可以自发进行；

(2) ①根据图可知，温度越高，CO 的转化率越小，所以该反应的正反应为放热反应，根据图相同温度时 P_2 的 CO 的转化率大于 P_1 ，而该反应为气体体积减小的反应，压强越大，CO 的转化率越高，所以 $P_1 < P_2$ ， 200°C 时，CO 的转化率为 0.5，所以平衡时 CO、 H_2 、 CH_3OH 的浓度分别为 $0.25b \text{ mol/L}$ 、 $0.5b \text{ mol/L}$ 、 $0.25b \text{ mol/L}$ ，

所以平衡常数 $K = \frac{0.25b}{0.25b \times (0.5b)^2} = \frac{4}{b^2}$ ，

故答案为：放； $<$ ； $\frac{4}{b^2}$ ；

②若 200°C 时，上述反应经过 $t \text{ min}$ 达到平衡，氢气转化的浓度为 $0.5b \text{ mol/L}$ ，所以该时间段内氢气的平均反应速率为 $\frac{0.5b}{t} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min}) = \frac{b}{2t} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，

故答案为： $\frac{b}{2t} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ；

(3) 甲烷和空气为原料，构成碱性燃料电池，负极上甲烷失电子生成碳酸根离子，负极的电极反应式为： $\text{CH}_4 - 8e^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{CH}_4 - 8e^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ ；

(4) 铝作阳极，阳极上电极反应式为 $\text{Al} = \text{Al}^{3+} + 3e^-$ ；阳极上生成的铝离子和碳酸氢根离子发生双水解反应生成氢氧化铝沉淀和二氧化碳气体，所以溶液变浑浊 $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ，

故答案为： $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ；

(5) 根据 $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3] = c(\text{Al}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-)$ 可知， $c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{8.0 \times 10^{-33}}{1.0 \times 10^{-6}}} = 2$

$\times 10^{-9}$, 所以 $c(\text{H}^+) = 5 \times 10^{-6}$, pH 值为 $6 - \lg 5 = 5.3$,

故答案为: 5.3.

8. 草酸是一种重要的化工原料, 广泛用于药物生产、高分子合成等工业. 某学习小组的同学拟以甘蔗渣为原料用水解 - 氧化 - 水解循环进行制取草酸. 查阅资料得知:

(1) 易溶于乙醇和水, 微溶于乙醚 (易挥发), 难溶于苯和四氯化碳.

(2) 草酸具有很强的还原性

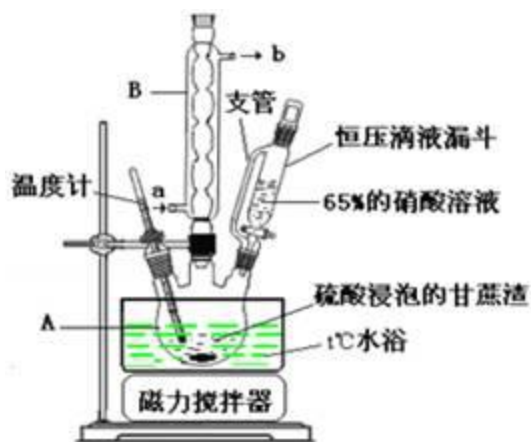


图 1

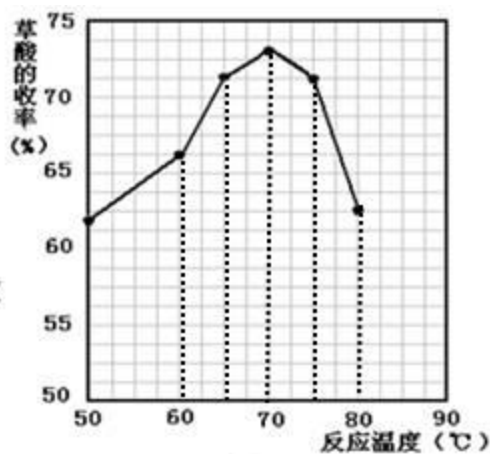


图 2

请根据以上信息回答下列问题:

(1) 氧化 - 水解过程是在上图 1 的装置中进行的, 指出装置 A 的名称 三颈烧瓶.

(2) 氧化 - 水解过程中, 在硝酸用量、反应的时间等条件均相同的情况下, 改变反应温度以考察反应温度对草酸产率的影响, 结果如上图 2 所示, 请选择最佳的反应温度为 70°C, 实验中若混酸滴加过快或温度过高, 将导致草酸产率下降, 其原因是 草酸易被浓硫酸或硝酸氧化.

(3) 得到粗产品后, 洗涤时选择 乙醚 作洗涤剂, 理由是 易挥发, 无残留.

(4) 为了确定产品中 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M=126\text{g/mol}$) 的纯度, 称取 10.0g 草酸样品, 配成 250mL 溶液, 每次实验时准确量取 25.00mL 草酸溶液, 加入适量的稀硫酸, 用 0.1mol/LKMnO_4 标准溶液滴定. 平行滴定三次, 重复滴定三次, 每次消耗 KMnO_4 标准溶液的体积如下表所示

	第一次	第二次	第三次
体积 (mL)	16.10mL	16.60mL	15.90mL

① 写出滴定过程中的离子方程式 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$.

②在草酸纯度测定的实验过程中，下列说法正确的是：CD .

- A. 配制标准液时，若 KMnO_4 不纯（杂质不与待测液反应），会使实验误差偏低
- B. 润洗滴定管时，应从滴定管上口加满所需的酸或碱液，使滴定管内壁充分润洗
- C. 滴定时，眼睛注视锥形瓶，观察溶液颜色变化
- D. 滴定终点读取滴定管刻度时，仰视标准液液面，会使实验误差偏高

③判断滴定已经达到终点的方法是：向锥形瓶中滴入最后一滴高锰酸钾标准液，锥形瓶中溶液变成浅红色且半分钟后不变色 .

④草酸晶体的纯度为50.4% .

【考点】 制备实验方案的设计.

【分析】 (1) 由仪器结构特征，可知仪器 A 为三颈烧瓶；

(2) 根据草酸的回收率最高时判断最佳反应温度；浓硫酸、硝酸具有强氧化性，可以氧化草酸；

(3) 草酸易溶于乙醇和水，微溶于乙醚，且乙醚易挥发，用乙醚洗涤；

(4) ①酸性条件下高锰酸钾将草酸氧化为二氧化碳，自身被还原为锰离子；

②A. 配制标准液时，若 KMnO_4 不纯（杂质不与待测液反应），消耗高锰酸钾溶液体积偏大；

B. 润洗滴定管时，不需要加满所需的酸或碱液，导致药品的浪费；

C. 滴定时，眼睛注视锥形瓶，观察溶液颜色变化，判断反应终点；

D. 滴定终点读取滴定管刻度时，仰视标准液液面，会使消耗高锰酸钾溶液的体积读数偏大；

③由于酸性高锰酸钾溶液显紫红色，草酸反应完毕，滴入最后一滴高锰酸钾标准液，锥形瓶中溶液变成浅红，反应到达终点；

④第 2 次数据与其它两次相差较大，应舍弃，其它两次平均值为消耗酸性高锰酸钾溶液体积，根据 $n=cV$ 计算反应中消耗高锰酸钾的物质的量，根据方程式

$5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 计算 25mL 草酸的物质的量，再计算原样品中草酸的物质的量，进而计算草酸晶体的纯度。

【解答】解：（1）由仪器结构特征，可知仪器 A 为三颈烧瓶，

故答案为：三颈烧瓶；

（2）根据图 3 可知，在温度为 70℃ 时，草酸的收率最高，所以选择的最佳反应温度是 70℃，

浓硫酸、硝酸具有强氧化性，可以氧化草酸，混酸滴加过快或温度过高，将导致草酸产率下降，

故答案为：70℃；草酸易被浓硫酸或硝酸氧化；

（3）草酸易溶于乙醇和水，微溶于乙醚，且乙醚易挥发，用乙醚洗涤，

故答案为：乙醚；易挥发，无残留；

（4）①酸性条件下高锰酸钾将草酸氧化为二氧化碳，自身被还原为锰离子，反应离子方程式为： $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ；

根据草酸溶液的酸碱性及量取溶液的精确度选用相应的仪器；

②A. 配制标准液时，若 KMnO_4 不纯（杂质不与待测液反应），消耗高锰酸钾溶液体积偏大，使实验误差偏高，故 A 错误；

B. 润洗滴定管时，不需要加满所需的酸或碱液，导致药品的浪费，故 B 错误；

C. 滴定时，眼睛注视锥形瓶，观察溶液颜色变化，判断反应终点，故 C 正确；

D. 滴定终点读取滴定管刻度时，仰视标准液液面，会使消耗高锰酸钾溶液的体积读数偏大，会使实验误差偏高，故 D 正确。

故选：CD；

③由于酸性高锰酸钾溶液显紫红色，所以滴定终点的判断依据是：向锥形瓶中滴入最后一滴高锰酸钾标准液，锥形瓶中溶液变成浅红色且半分钟后不变色，

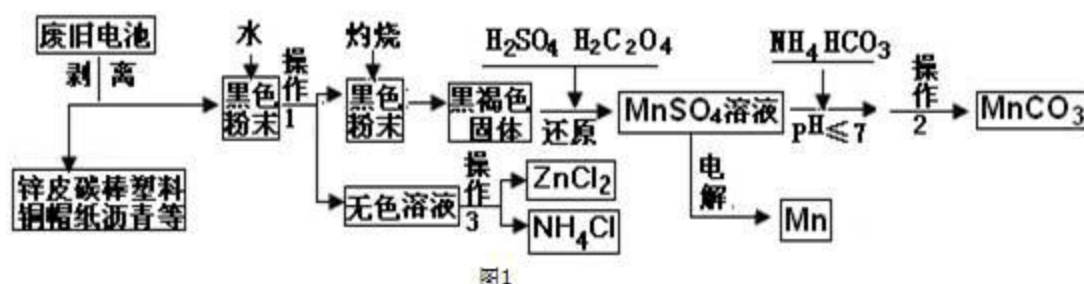
故答案为：向锥形瓶中滴入最后一滴高锰酸钾标准液，锥形瓶中溶液变成浅红色且半分钟后不变色；

④第 2 次数据与其它两次相差较大，应舍弃，消耗酸性高锰酸钾溶液体积为 $\frac{(16.10+15.90)\text{ml}}{2} = 16.00\text{mL}$ ，反应中消耗高锰酸钾的物质的量是 $0.016\text{L} \times$

0.1mol/L=0.0016mol，根据方程式： $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4+2\text{MnO}_4^-+6\text{H}^+=2\text{Mn}^{2+}+10\text{CO}_2\uparrow+8\text{H}_2\text{O}$ ，可知 25mL 溶液中草酸的物质的量是 $0.0016\text{mol}\times\frac{5}{2}=0.004\text{mol}$ ，因此原样品中草酸的物质的量是 $0.004\text{mol}\times\frac{250\text{ml}}{25\text{ml}}=0.04\text{mol}$ ，则质量= $0.04\text{mol}\times 126\text{g/mol}=5.04\text{g}$ ，所以草酸的纯度是 $\frac{5.04\text{g}}{10.0\text{g}}\times 100\%=50.4\%$ 。

故答案为：50.4%。

9. 废旧电池的回收利用，既能减少废旧电池对环境的污染，又能实现废旧电池的资源化利用。图 1 是某科技小组，以废旧锌锰干电池为原料，回收及制备多种用途的碳酸锰和相关物质的主要流程：



(1) 灼烧黑色粉末变成黑褐色是因为有少量 MnO_2 发生了反应生成了少量的 MnO ，其可能的反应方程式为： $2\text{MnO}_2+\text{C}=2\text{MnO}+\text{CO}_2\uparrow$ 或 $\text{MnO}_2+\text{C}=\text{MnO}+\text{CO}\uparrow$ 。

(2) 还原过程是先加入稀硫酸再加入草酸，写出反应化学方程式： $\text{MnO}_2+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{MnSO}_4+2\text{CO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ ；在该过程中小组成员甲发现加入硫酸部分固体溶解剩余黑色固体，接着他没有加入草酸而是加入一定量的双氧水，发现固体也完全溶解了，成员乙在加硫酸后也没有加草酸，他又加入了一定量氨水，无明显变化，测得这时溶液的 PH 值为 9，他接着又加入双氧水，发现黑色固体不减反增，写出导致固体增加的离子方程式： $\text{Mn}^{2+}+\text{H}_2\text{O}_2+2\text{OH}^-=\text{MnO}_2\downarrow+2\text{H}_2\text{O}$ ；比较甲、乙两位组员实验你得出的结论是：酸性条件下氧化性 $\text{MnO}_2>\text{H}_2\text{O}_2$ ，碱性条件下氧化性 $\text{MnO}_2<\text{H}_2\text{O}_2$ 。

(3) 操作 1 和操作 2 使用到相同的装置，操作 3 的名称是重结晶。

(4) 硫酸锰转化为碳酸锰的操作是，在 60 摄氏度下调节 PH 值后加入碳酸氢铵

溶液，直到不再有气泡产生后再加热反应 1 小时，写出反应的化学方程式：



(5) 已知锌锰干电池的总反应为 $\text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{MnO}_2 = \text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl} + 2\text{MnOOH}$ ，写出电池正极的电极 $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{e}^- = \text{MnO}(\text{OH}) + \text{NH}_3$ ；电解 MnSO_4 溶液回收锰的阳极的电极反应式： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ (或 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$)。

【考点】物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用。

【分析】(1) 废旧锌锰干电池剥离出的黑色粉末中含有碳粉和二氧化锰，碳有还原性，在加热时可将二氧化锰还原成氧化锰；

(2) 还原过程中草酸将二氧化锰还原成硫酸锰；根据题中现象描述可知，在酸性条件下双氧水能溶解二氧化锰，说明二氧化锰能氧化双氧水，在碱性条件下，加入双氧水，发现黑色固体不减反增，说明溶液中的锰离子变成了二氧化锰，即双氧水将锰离子氧化成了二氧化锰，据此分析；

(3) 操作 1 和操作 2 都是分离固体和液体，都使用过滤的装置，操作 3 是分离氯化锌和氯化铵，用重结晶的方法；

(4) 硫酸锰中加入碳酸氢铵溶液生成碳酸锰，同时有气泡产生应为二氧化碳，根据元素守恒可书写化学方程式；

(5) 在锌锰干电池中，二氧化锰是氧化剂，在正极发生还原反应生成 MnOOH ，电解 MnSO_4 溶液时，阳极上是水电离出的氢氧根离子放电生成氧气，阴极上是锰离子得电子生成锰，据此答题。

【解答】解：(1) 废旧锌锰干电池剥离出的黑色粉末中含有碳粉和二氧化锰，碳有还原性，在加热时可将二氧化锰还原成氧化锰，反应的化学方程式为 $2\text{MnO}_2 + \text{C} = 2\text{MnO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 或 $\text{MnO}_2 + \text{C} = \text{MnO} + \text{CO} \uparrow$ ，

故答案为： $2\text{MnO}_2 + \text{C} = 2\text{MnO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 或 $\text{MnO}_2 + \text{C} = \text{MnO} + \text{CO} \uparrow$ ；

(2) 还原过程中草酸将二氧化锰还原成硫酸锰，反应方程式为 $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，根据题中现象描述可知，在酸性条件下双氧水能溶解二氧化锰，说明二氧化锰能氧化双氧水，在碱性条件下，加入双氧水，发现黑色固体不减反增，说明溶液中的锰离子变成了二氧化锰，即双氧水将锰离子氧化成了二氧化锰，反应方程式为 $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，比较甲、乙两位组员实验可得出的结论是酸性条件下氧化性 $\text{MnO}_2 > \text{H}_2\text{O}_2$ ，碱性条

件下氧化性 $\text{MnO}_2 < \text{H}_2\text{O}_2$,

故 答 案 为 : $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 酸性条件下氧化性 $\text{MnO}_2 > \text{H}_2\text{O}_2$, 碱性条件下氧化性 $\text{MnO}_2 < \text{H}_2\text{O}_2$;

(3) 操作 1 和操作 2 都是分离固体和液体, 都使用过滤的装置, 操作 3 是分离氯化锌和氯化铵, 用重结晶的方法,

故答案为: 重结晶;

(4) 硫酸锰中加入碳酸氢铵溶液生成碳酸锰, 同时有气泡产生应为二氧化碳, 反应的化学方程式为 $\text{MnSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{MnCO}_3\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$,

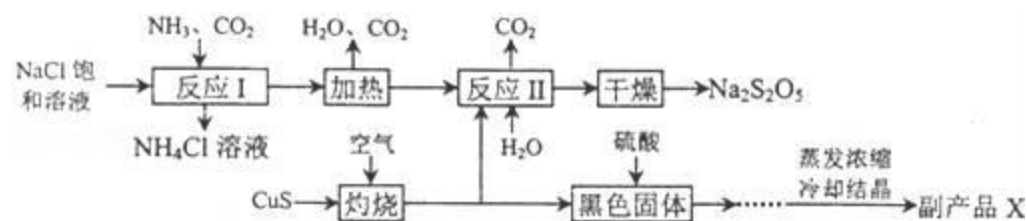
故答案为: $\text{MnSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{MnCO}_3\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

(5) 在锌锰干电池中, 二氧化锰是氧化剂, 在正极发生还原反应生成 MnOOH , 电极反应式为 $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{e}^- = \text{MnO}(\text{OH}) + \text{NH}_3$, 电解 MnSO_4 溶液时, 阳极上是水电离出的氢氧根离子放电生成氧气, 阴极上是锰离子得电子生成锰, 阳极的电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ (或 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$),

故答案为: $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{e}^- = \text{MnO}(\text{OH}) + \text{NH}_3$; $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ (或 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$).

【化学--选修 2: 化学与技术】

10. 焦亚硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 常用作食品漂白剂. 其制备工艺流程如图:



已知: 反应 II 包含 $2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 等多步反应.

(1) 反应 I 的总化学方程式为 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, 反应 I 进行时应先通入的气体是 NH_3 , 反应 I 产生的 NH_4Cl 可用作 氮肥.

(2) 灼烧时发生反应的化学方程式为 $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$, 若灼烧时生成 $\text{SO}_2 1.12 \times 10^6 \text{ L}$ (标准状况下), 则转移电子 3×10^5 mol.

(3) 已知 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 与稀硫酸反应放出 SO_2 ，其离子方程式为 $\underline{\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}}$ 。

(4) 副产品 X 的化学式是 $\underline{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$ ，在上述流程中可循环使用的物质是 $\underline{\text{CO}_2}$ 。

(5) 为了减少产品 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 中杂质含量，需控制反应 II 中气体与固体的物质的量之比约为 $\underline{2:1}$ ，检验产品中含有碳酸钠杂质所需试剂 $\underline{\text{①④⑤}}$ 。(填编号)。

①澄清石灰水 ②饱和碳酸氢钠溶液 ③氢氧化钠 ④酸性高锰酸钾
⑤稀硫酸。

【考点】 制备实验方案的设计。

【分析】 反应 I 为生成 NaHCO_3 ，加热生成 Na_2CO_3 ，在反应 II 中二氧化硫与碳酸钠反应生成 NaHSO_3 与二氧化碳，加热 NaHSO_3 生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，

(1) 根据流程确定反应物为 NaCl 、 NH_3 、 CO_2 ，产物为 NH_4Cl 和碳酸氢钠；反应 I 进行时应先通入氨气，增大 HCO_3^- 的浓度，便于 NaHCO_3 析出；氯化铵常用作氮肥；

(2) CuS 与氧气反应生成黑色氧化铜和二氧化硫气体，根据化学方程式可计算出转移电子的物质的量；

(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 中硫元素的化合价为+4 价，生成二氧化硫化合价没变；

(4) 氧化铜与硫酸反应生成硫酸铜，结晶得出硫酸铜晶体；根据流程图可知，可循环使用的物质是二氧化碳；

(5) 反应 II 中反应应是二氧化硫与碳酸钠反应生成 NaHSO_3 ， NaHSO_3 再生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，反应方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$ ，为了控制杂质，二氧化硫与碳酸氢钠应按反应方程式中比例关系反应；检验产品中含有碳酸钠杂质，需加酸反应检验二氧化碳生成，即用的澄清石灰水，但加酸会生成二氧化硫，二氧化硫也能使澄清石灰水变浑浊，故应先除去，用酸性高锰酸钾溶液根据颜色不褪色确定二氧化硫除净，据此答题。

【解答】 解：(1) 流程确定反应物为 NaCl 、 NH_3 、 CO_2 ，产物为 NH_4Cl 和碳酸氢钠，反应 I 的化学方程式为： $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ，反应 I 进行时应先通入氨气，增大 HCO_3^- 的浓度，便于 NaHCO_3 析出，氯化铵常用作氮肥，故答案为： $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ； NH_3 ；氮肥；

(2) 硫化铜灼烧一定生成氧化铜和二氧化硫，反应的化学方程式为：
 $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$ ，在该反应中每产生 2mol 二氧化硫则转移 12mol 电子，所以生成 SO_2 $1.12 \times 10^6 \text{ L}$ (标准状况下) 即 $5 \times 10^4 \text{ mol}$ ，则转移电子 $3 \times 10^5 \text{ mol}$
故答案为： $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$ ； 3×10^5 ；

(3) 根据提示可知生成二氧化硫和水， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 与稀硫酸反应放出 SO_2 和水，反应的离子方程式为： $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ；

(4) 上述分析可知，氧化铜与硫酸反应生成硫酸铜，蒸发浓缩，冷却结晶，过滤洗涤，得出硫酸铜晶体，副产品 X 的化学式是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，根据流程图可知，可循环使用的物质是 CO_2 ，

故答案为： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ； CO_2 ；

(5) 从生产过程可以看出是硫酸铜晶体；从图示中可以看出二氧化碳和水可以再次利用，反应 II 中气体与固体分别是二氧化硫和碳酸钠，这两种物质反应必须生成亚硫酸氢钠：反应 II 中反应应是二氧化硫与碳酸钠反应生成 NaHSO_3 ， NaHSO_3 再生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，反应方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$ ，因此气体与固体的物质的量之比为：2：1，检验产品中含有碳酸钠杂质，需加酸反应检验二氧化碳生成，即用的澄清石灰水，但加酸会生成二氧化硫，二氧化硫也能使澄清石灰水变浑浊，故应先除去，用酸性高锰酸钾溶液根据颜色不褪色确定二氧化硫除净，故选①④⑤，

故答案为：2：1；①④⑤。

【化学一选修 3：物质结构与性质】

11. A、B、C、D、E、F、G 为前四周期元素。A、B 最外层电子排布可表示为 as^a 、 bs^b (a≠b)；C 元素对应单质是空气中含量最多的物质；D 的最外层电子数是内层电子数的 3 倍；E 与 D 同主族，且位于 D 的下一周期；F 与 E 同周期，且是本周期中电负性最大的元素；基态 G 原子核外电子填充在 7 个能级中，且价层电子均为单电子。

(1) 元素 B、C、D 的第一电离能由大到小的顺序为 $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ (用元素

符号表示).

(2) ED_3 分子的空间构型为 平面三角形, 中心原子的杂化方式为 sp^2 .

(3) 四种分子① BA_4 ② ED_3 ③ A_2D ④ CA_3 键角由大到小排列的顺序是 ②>①>④>③ (填序号).

(4) CA_3 分子可以与 A^+ 离子结合成 CA_4^+ 离子, 这个过程中发生改变的是 ac (填序号).

a. 微粒的空间构型 b. C 原子的杂化类型

c. A - C - A 的键角 d. 微粒的电子数

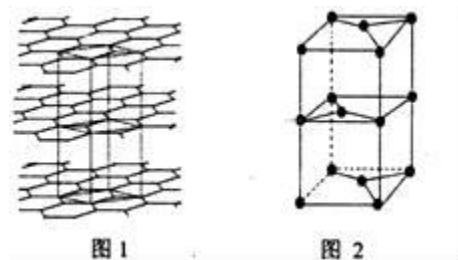
(5) EBC^- 的等电子体中属于分子的有 CS_2 或 CO_2 (填化学式), EBC^- 的电子式为 $[:\ddot{S}:C::N:]^-$.

(6) G 的价层电子排布式为 $3d^54s^1$, 化合物 $[G(CA_3)_6]F_3$ 的中心离子的配位数为 6.

(7) B 的某种单质的片层与层状结构如图 1 所示, 其中层间距离为 h cm. 图 2 为从层状结构中取出的晶胞. 试回答:

①在 B 的该种单质的片层结构中, B 原子数、B - B 键数、六元环数之比为 2:3:1.

②若 B 的该种单质中 B - B 键长为 a cm, 则 B 的该种单质的密度为 $\frac{16\sqrt{3}}{3ha^2 N_A} g \cdot cm^{-3}$.



【考点】晶胞的计算; 元素电离能、电负性的含义及应用; 原子轨道杂化方式及杂化类型判断.

【分析】A、B、C、D、E、F、G 为前四周期元素. A、B 最外层电子排布可表示为 $as^a, bs^b p^b$ ($a \neq b$), B 的最外层电子排布 $bs^b p^b$ 中 p 轨道有电子, 则 s 轨道一定排满, 即 $b=2$, 所以 B 的最外层电子排布 $2s^2 2p^2$, 则 B 为 C 元素; s 轨道最

多排两个电子，已知 $a \neq b$ ，则 $a=1$ ，所以 A 的最外层电子排布为 $1s^1$ ，即 A 为 H 元素；C 元素对应单质是空气中含量最多的物质，则 C 为 N 元素；D 的最外层电子数是内层电子数的 3 倍，最外层电子数不超过 8，原子只能有 2 个电子层，最外层电子数为 6，故 D 为 O 元素；E 与 D 同主族，且位于 D 的下一周期，则 E 为 S 元素；F 与 E 同周期，且是本周期中电负性最大的元素，则 F 位于第三周期第 VIIA 族，F 为 Cl 元素；基态 G 原子核外电子填充在 7 个能级，且价层电子均为单电子，原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ，则 G 为 Cr 元素。

(1) 同周期随原子序数增大，元素第一电离能呈增大趋势，电子排布为全满或半满状态时，原子较稳定，元素的第一电离能较大；

(2) SO_3 分子中 S 的孤电子对数 $= \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 3) = 0$ ，价层电子对数为 $3 + 0 = 3$ ，S 原子杂化轨道数目为 3；

(3) 孤对电子之间排斥作用大于孤对电子与成键电子层之间的排斥作用，孤对电子与成键电子的排斥力比成键电子之间排斥力大，结合微粒空间构型判断；

(4) NH_3 分子为三角锥形，键角为 107° ， NH_4^+ 离子为正四面体，键角为 $109^\circ 28'$ ，N 原子价层电子对数均为 4；

(5) 原子总数、价电子总数相同的微粒互为等电子体，与 SCN^- 互为等电子体的分子为 CO_2 等，等电子体微粒的结构相似， SCN^- 中各原子的连接顺序为 S - C - N，S 与 C 形成一对共用电子对，C 与 N 形成三对共用电子对， SCN^- 得到的一个电子给了 S；

(6) Cr 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ，化合物 $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ 的中心离子的配位数为 6；

(7) ① 每个碳原子为 3 个六元环共用，每个碳碳键为 2 个六元环共用，利用均摊法计算；

② 根据均摊法计算晶胞中 C 原子数目，C - C 键长为 b pm，则上、下底面为菱形，上底面棱长为 a cm $\times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2 = \sqrt{3}a$ cm，石墨的层间距为 h cm，则晶胞高为 $2h$ cm，计算晶胞质量，根据 $\rho = \frac{m}{V}$ 计算晶胞密度。

【解答】 解：A、B、C、D、E、F、G 为前四周期元素。A、B 最外层电子排布可表示为 as^a 、 $bs^b bp^b$ ($a \neq b$)，B 的最外层电子排布 $bs^b bp^b$ 中 p 轨道有电子，则 s

轨道一定排满，即 $b=2$ ，所以 B 的最外层电子排布 $2s^22p^2$ ，则 B 为 C 元素；s 轨道最多排两个电子，已知 $a \neq b$ ，则 $a=1$ ，所以 A 的最外层电子排布为 $1s^1$ ，即 A 为 H 元素；C 元素对应单质是空气中含量最多的物质，则 C 为 N 元素；D 的最外层电子数是内层电子数的 3 倍，最外层电子数不超过 8，原子只能有 2 个电子层，最外层电子数为 6，故 D 为 O 元素；E 与 D 同主族，且位于 D 的下一周期，则 E 为 S 元素；F 与 E 同周期，且是本周期中电负性最大的元素，则 F 位于第三周期第 VIIA 族，F 为 Cl 元素；基态 G 原子核外电子填充在 7 个能级，且价层电子均为单电子，原子核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$ ，则 G 为 Cr 元素。

(1) 同周期随原子序数增大，元素第一电离能呈增大趋势，N 元素原子 2p 能级为半满状态时，原子较稳定，元素的第一电离能大于同周期相邻元素的，所以元素 C、N、O 的第一电离能由大到小的顺序为 $N > O > C$ ；

故答案为： $N > O > C$ ；

(2) SO_3 分子中 S 的孤电子对数 $= \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 3) = 0$ ，价层电子对数为 $3 + 0 = 3$ ，则空间构型为平面三角形，的空间构型为平面三角形，中心原子的杂化方式为 sp^2 ；

故答案为：平面三角形； sp^2 ；

(3) ① CH_4 为正四面体，② SO_3 为平面正三角形，键角为 120° ，③ H_2O 为 V 形，④ NH_3 为三角锥形，水分子中含有 2 对孤对电子，氨气电子中含有 1 对孤对电子，孤对电子之间排斥作用大于孤对电子与成键电子层之间的排斥作用，所以键角由大到小排列的顺序是 ② > ① > ④ > ③；

故答案为：② > ① > ④ > ③；

(4) NH_3 分子为三角锥形，键角为 107° ， NH_4^+ 离子为正四面体，键角为 $109^\circ 28'$ ，N 原子价层电子对数均为 4，均为 sp^3 杂化，核外电子数均为 10，则这个过程中发生改变的是微粒的空间构型和 A - C - A 的键角；

故答案为：ac；

(5) 原子总数、价电子总数相同的微粒互为等电子体，与 SCN^- 互为等电子体的分子为 CS_2 或 CO_2 ， SCN^- 中各原子的连接顺序为 S - C - N，S 与 C 形成一对共用电子对，C 与 N 形成三对共用电子对， SCN^- 得到的一个电子给了 S，故 SCN^- 的

电子式 $[:\ddot{S}:C::N:]^-$;

故答案为: CS_2 或 CO_2 ; $[:\ddot{S}:C::N:]^-$;

(6) Cr 的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$, 其价层电子排布式为 $3d^54s^1$; 化合物 $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ 的中心离子的配位数为 6;

故答案为: $3d^54s^1$; 6;

(7) ①每个六元环含有 C 原子个数是 $6 \times \frac{1}{3} = 2$, 每个 C - C 被两个环共用, 则每个环中含有 C - C 键数目为 $6 \times \frac{1}{2} = 3$, 所以 C 原子数、C - C 键数、六元环数之比为 2: 3: 1;

故答案为: 2: 3: 1;

②根据均摊法, 晶胞中 C 原子数目 $= 1 + 8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{4} + 2 \times \frac{1}{2} = 4$, 晶胞质量为 $\frac{4 \times 12}{N_A} g$,

C - C 键长为 a cm, 则上、下底面为菱形, 上底面棱长为 a cm $\times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2 = \sqrt{3}a$ cm,

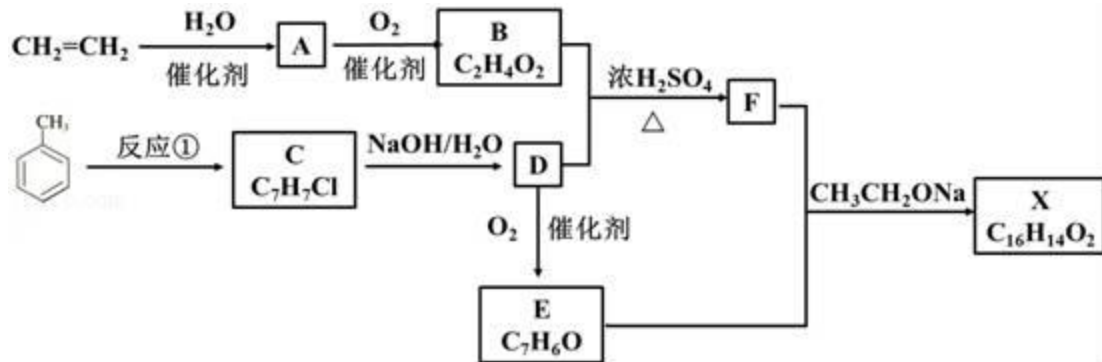
石墨的层间距为 h cm, 则晶胞高为 2h cm, 则晶胞密度为 $\frac{4 \times 12}{N_A} g \div \left\{ \left[2 \times \frac{1}{2} \times \sqrt{3}a \right. \right.$

$\left. \times \sqrt{3}a \times \sin 60^\circ \text{cm} \right] \times 2h \text{cm} \} = \frac{16\sqrt{3}}{3ha^2 N_A} g \cdot \text{cm}^{-3}$,

故答案为: $\frac{16\sqrt{3}}{3ha^2 N_A}$.

[化学--选修 5: 有机化学基础]

12. 化合物 X 是一种香料, 可采用乙烯与甲苯为主要原料, 按下列路线合成:



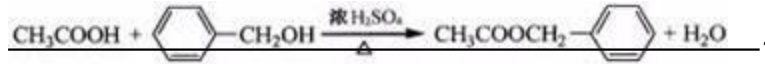
已知: $RCHO + CH_3COOR' \xrightarrow{CH_3CH_2ONa} RCH=CHCOOR'$

请回答：

(1) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 中有 6 个原子共平面；甲苯苯环比苯更容易发生取代反应而且常得到多元取代产物，其原因是 侧链烷基（甲基）影响了苯环，使苯环上的链烃基邻、对位的氢更活泼而被取代。

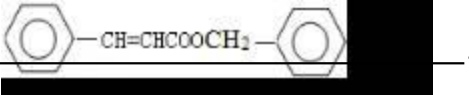
(2) 反应①的反应条件是 光照，C 到 D 的反应类型是 取代反应。

(3) $\text{B} + \text{D} \rightarrow \text{F}$ 的化学方程式



(4) E 中官能团的名称是 醛基，D 到 E 的化学方程式是



(5) X 的结构简式 。

(6) 对于化合物 X，下列说法正确的是 AC。

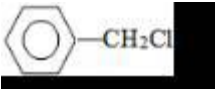
- A. 能发生水解反应
- B. 不与浓硝酸发生取代反应
- C. 能使 Br_2/CCl_4 溶液褪色
- D. 能发生银镜反应

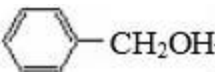
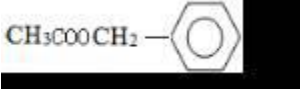
(7) 下列化合物中属于 F 的同分异构体的是 BC。

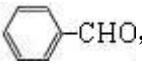

- A. 
- B. 
- C. $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$
- D. 

【考点】 有机物的推断。

【分析】 乙烯与水在催化剂作用下发生加成反应生成 A 是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，乙醇催化氧化最终生成 B 是 CH_3COOH ；甲苯在光照条件下与氯气发生的是取代反应得到 C

为 ，C 在氢氧化钠的水溶液中发生水解反应反应得到 D 为

，D 与乙酸发生酯化反应得到 F 为 ，D 被氧



化得到 E 为 ，结合信息可知 X 为 。

【解答】 解：乙烯与水在催化剂作用下发生加成反应生成 A 是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，乙醇

催化氧化最终生成 B 是 CH_3COOH ；甲苯在光照条件下与氯气发生的是取代反应

得到 C 为 ，C 在氢氧化钠的水溶液中发生水解反应反应得到 D 为

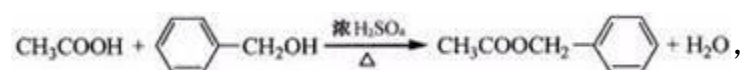
，D 与乙酸发生酯化反应得到 F 为 ，D 被氧

化得到 E 为 ，结合信息可知 X 为 。


(1) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 为平面结构，所有原子均处于同一平面，及有 6 个原子共平面；甲苯苯环比苯更容易发生取代反应而且常得到多元取代产物，其原因是：侧链烷基（甲基）影响了苯环，使苯环上的链烷基邻、对位的氢更活泼而被取代，故答案为：6；侧链烷基（甲基）影响了苯环，使苯环上的链烷基邻、对位的氢更活泼而被取代；

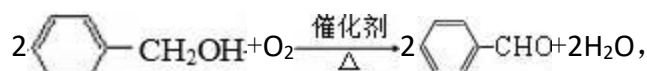
(2) 反应①的反应条件是光照，C 到 D 的反应类型是取代反应，故答案为：光照；取代反应；

(3) B+D→F 的化学方程式：




故答案为： $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{C}_6\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ；


(4) E 为 ，官能团的名称是醛基，D 到 E 的化学方程式是：



故答案为：醛基； $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

(5) X 的结构简式为：，

故答案为：；

(6) 化合物 X 为 ，


A. X 含有酯基，能发生水解反应，故 A 正确；

B. 含有苯环，与浓硝酸发生取代反应，故 B 错误；

C. 含有碳碳双键，能使 Br_2/CCl_4 溶液褪色，故 C 正确；

D. 不含醛基，不能发生银镜反应，故 D 错误，

故选：AC；

(7) 化合物中 BC 的分子式与 F ($\text{CH}_3\text{COOCH}_2$ -) 相同，结构不同，与 F

为同分异构体，

故答案为：BC.