



化 学

命题人:常祺 审题人:朱鹏飞 黄铁明

得分: _____

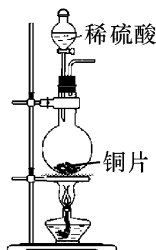
考生须知:

1. 本试卷共 22 小题,满分为 100 分。考试时量 90 分钟。
2. 请将第 I 卷的选择题答案用 2B 铅笔填写在机读答题卡上,将第 II 卷的答案填写在答卷上。本卷答案必须做在答题卡或答卷的相应位置上,做在试卷上无效。
3. 本卷可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 N-14 O-16 Na-23 Mg-24
Al-27 Si-28 S-32 Cl-35.5 K-39 Fe-56
Cu-64

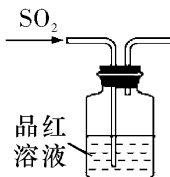
第 I 卷 选择题(共 48 分)

一、选择题(本题共 16 小题,每小题只有一个正确答案,每小题 3 分,共 48 分)

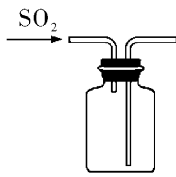
1. 诗词、成语是人们长期以来在书信或写作中出现的一种结构比较稳固的短语,它结构紧密,文字简练,是汉语言中的精品。下列成语与物质的化学性质无关的是
A. 死灰复燃 B. 水滴石穿 C. 木已成舟 D. 百炼成钢
2. 1940 年科学家用 α 粒子轰击 $^{209}_{83}\text{Bi}$ 发现了元素 At,其反应为 $^{209}_{83}\text{Bi} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^A_Z\text{At} + 2{}^1_0\text{n}$, 则 At 的中子数为
A. 85 B. 126 C. 127 D. 211
3. 化学与人类生产、生活密切相关,下列有关说法不正确的是
A. 氮化硅、氧化铝陶瓷和光导纤维都是无机非金属材料
B. 为测定熔融氢氧化钠的导电性,常将氢氧化钠固体放在石英坩埚中加热熔化
C. 绚丽缤纷的烟花中添加了含钾、钠、钙、铜等金属元素的化合物
D. 燃料的脱硫脱氮、 SO_2 的回收利用和 NO_x 的催化转化都是减少酸雨产生的措施
4. 下列制取 SO_2 、验证其漂白性、收集并进行尾气处理的装置和原理能达到实验目的的是



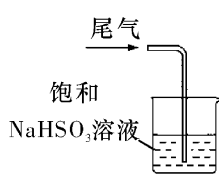
A. 制取 SO_2



B. 验证漂白性

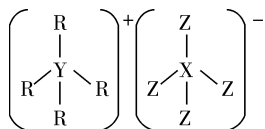


C. 收集 SO_2

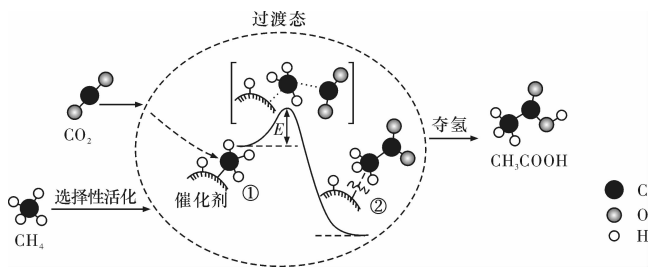


D. 尾气处理

5. R、X、Y、Z的原子序数依次增大,且都不超过10,这四种元素可组成一种化合物的结构如图所示。下列说法正确的是



- A. 常温常压下,上述元素的单质都呈气态
 B. 最高价氧化物对应水化物的酸性: $X > Y$
 C. Y、Z的气态氢化物能发生化合反应
 D. X、Y两种元素的氧化物都常用作耐高温材料
6. 下列热化学方程式中,正确的是
- A. 甲烷的燃烧热为 $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则甲烷燃烧的热化学方程式可表示为:
 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $500 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 30 MPa 下,将 $0.5 \text{ mol N}_2(\text{g})$ 和 $1.5 \text{ mol H}_2(\text{g})$ 置于密闭容器中充分反应生成 $\text{NH}_3(\text{g})$ 放热 19.3 kJ ,其热化学方程式为: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -38.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. HCl 和 NaOH 反应的中和热 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 H_2SO_4 和 NaOH 反应的中和热 $\Delta H = 2 \times (-57.3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. 在 101 kPa 时, 2 g H_2 完全燃烧生成液态水,放出 285.8 kJ 热量,氢气燃烧的热化学方程式表示为: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
7. 我国科研人员提出了由 CO_2 和 CH_4 转化为高附加值产品 CH_3COOH 的催化反应历程,该历程示意图如下所示。



- 下列说法不正确的是
- A. 生成 CH_3COOH 总反应的原子利用率为 100%
 B. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 过程中,有 $\text{C}-\text{H}$ 键发生断裂
 C. $① \rightarrow ②$ 放出能量并形成了 $\text{C}-\text{C}$ 键
 D. 该催化剂可有效提高反应物的平衡转化率
8. 在 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,将两个铜电极插入一定量的硫酸钠饱和溶液中进行电解,通电一段时间后,阴极逸出 $a \text{ mol}$ 气体,同时有 $w \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 晶体析出,若温度不变,剩余溶液的质量分数是
- A. $\frac{w}{w+18a} \times 100\%$ B. $\frac{w}{w+36a} \times 100\%$
 C. $\frac{7100w}{161(w+36a)} \%$ D. $\frac{7100w}{161(w+18a)} \%$

9. 下列实验操作可以达到实验目的的是

选项	实验目的	实验操作
A	探究浓度对反应速率的影响	向 2 支各盛有 4 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 酸性溶液的试管中, 分别加入 2 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液和 2 mL $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液, 记录溶液褪色所需的时间
B	配制 $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液	称取 4.0 g 固体 NaOH 于烧杯中, 加入少量蒸馏水溶解, 然后转移至 100 mL 容量瓶中定容
C	探究固体表面积对反应速率的影响	称取相同质量的大理石和纯碱, 加入到盛有浓度、体积均相同的盐酸的小烧杯中, 观察实验现象
D	探究淀粉溶液在稀硫酸和加热条件下是否水解	取少量水解液于试管中, 先加适量的 NaOH 溶液, 再滴入碘水, 观察实验现象

10. 在一定温度下的定容容器中, 当下列物理量不再发生变化时, 表明反应 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$, 已达到平衡状态的有

- ①混合气体的压强; ②混合气体的密度; ③B 的物质的量浓度; ④混合气体的总物质的量; ⑤混合气体的平均相对分子质量; ⑥ $v(\text{C})$ 与 $v(\text{D})$ 的比值; ⑦混合气体的总质量; ⑧混合气体的总体积; ⑨C、D 的分子数之比为 1 : 1

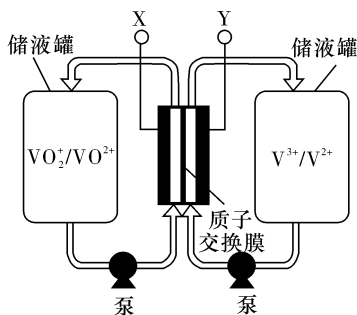
A. ①②③④⑤⑥⑦⑧

B. ①③④⑤

C. ①②③④⑤⑦

D. ①③④⑤⑧⑨

11. 全钒液流储能电池是利用不同价态的含钒离子在酸性条件下发生反应, 离子方程式为: VO_2^+ (黄色) + V^{2+} (紫色) + 2H^+ $\xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}}$ VO^{2+} (蓝色) + V^{3+} (绿色) + H_2O 。采用惰性电极实现化学能和电能相互转化的工作原理如图。下列说法正确的是



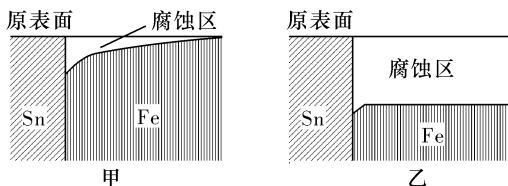
A. 充电过程中, X 端接外接电源的负极

B. 放电过程中, 正极电极反应式为 $\text{VO}_2^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{VO}^{2+} + 2\text{OH}^-$

C. 放电过程中, 右罐溶液颜色逐渐由绿色变为紫色

D. 充电时若转移电子 0.5 mol, 左罐溶液中 $n(\text{H}^+)$ 的变化量为 0.5 mol

12. 国产航母山东舰已经列装服役,它是采用模块制造然后焊接组装而成的,对焊接有着极高的要求。实验室模拟在海水环境和河水环境下对焊接金属材料使用的影响(如图)。下列相关描述中正确的是



- A. 由图示的金属腐蚀情况说明了 Sn 元素的金属性强于 Fe 元素
 B. 由图示可以看出甲是海水环境下的腐蚀情况,乙是河水环境下的腐蚀情况
 C. 两种环境下铁被腐蚀时的电极反应式均为 $\text{Fe} - 3\text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$
 D. 为了防止舰艇在海水中被腐蚀,可在焊点附近用锌块打“补丁”
13. 在 Na^+ 浓度为 $0.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的某澄清溶液中,还可能含有下表中的若干种离子:

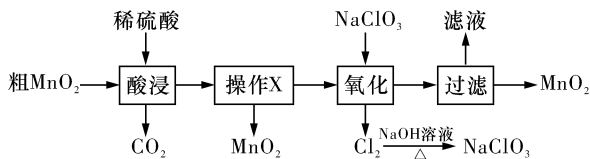
阳离子	K^+ 、 Ag^+ 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+}
阴离子	NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} 、 SO_4^{2-}

取该溶液 100 mL 进行如下实验(气体体积在标准状况下测定):

- I. 向该溶液中加入足量稀 HCl,产生白色沉淀并放出 1.12 L 气体
 II. 将 I 的反应混合液过滤,对沉淀洗涤、灼烧至恒重,称得固体质量为 3.6 g
 III. 在 II 的滤液中滴加 BaCl_2 溶液,无明显现象

下列说法错误的是

- A. 实验 III 能确定一定不存在 SO_4^{2-}
 B. K^+ 一定存在,且 $c(\text{K}^+) \leq 1.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. 实验 I 能确定一定不存在的离子是 Ag^+ 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+}
 D. 实验 I 中生成沉淀的离子方程式为 $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$
14. MnO_2 在电池、玻璃、有机合成等工业生产中应用广泛。利用粗 MnO_2 (含有杂质 MnO 和 MnCO_3) 制取纯 MnO_2 的流程如图:



下列说法错误的是

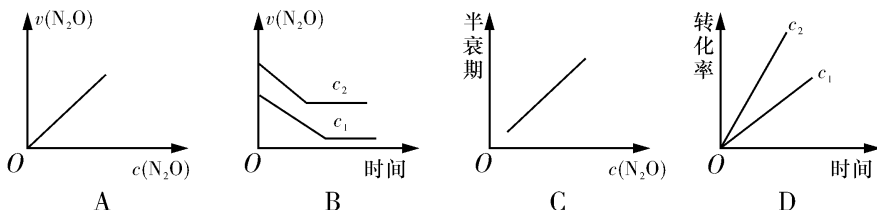
- A. “酸浸”过程中可以用浓盐酸代替稀硫酸
 B. “操作 X”的名称是过滤
 C. “氧化”过程发生反应的离子方程式为: $5\text{Mn}^{2+} + 2\text{ClO}_3^- + 4\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 \downarrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}^+$
 D. Cl_2 与 NaOH 溶液加热反应得到的 NaClO_3 可以循环使用

15. 一篇名为《最终我坐着轮椅被推出了首都国际机场》的文章在网络上引发超过 10 万次点击。文中女留学生在国外吸食笑气导致身体机能全面紊乱，坐轮椅回国。笑气成分是 N_2O ，可用作奶油发泡剂，但长期或大剂量滥用会导致神经及脊髓病变。一定条件下， N_2O 分解的部分实验数据如下表：

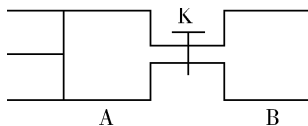
反应时间/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$c(N_2O)/(mol/L)$	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00

(注：图中半衰期指任一浓度 N_2O 消耗一半时所需的相应时间， c_1 、 c_2 均表示 N_2O 初始浓度且 $c_1 < c_2$)

下图能正确表示该反应有关物理量变化规律的是



16. 如图所示，向 A 和 B 中都充入 2 mol X 和 2 mol Y，起始 $V_A = 0.8a$ L、 $V_B = a$ L，保持温度不变，在有催化剂的条件下，两容器中各自发生下列反应： $X(g) + Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g) + W(g)$ $\Delta H < 0$ ，达到平衡时 $V_A = 0.9a$ L，则下列说法错误的是



- A. 两容器中达到平衡的时间 $A < B$
 B. 打开 K 达到新平衡后，升高 B 容器温度，A 容器体积相比原平衡状态时一定减小
 C. 原平衡 A 容器中 X 的转化率为 25%
 D. 打开 K 一段时间达新平衡时，A 的体积为 $0.8a$ L(连通管中的气体体积不计)

第 I 卷答题卡

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
答案									
题号	10	11	12	13	14	15	16	得分	
答案									

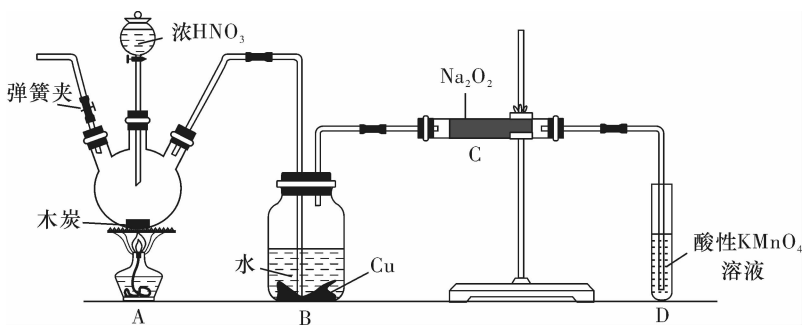
第 II 卷 非选择题(共 52 分)

二、非选择题(本题共 6 小题,共 52 分。其中 17~20 小题为必做题,21、22 小题为选做题,从中任选一题作答,如果多做则按第 21 题计分)

17. (8 分)下面是元素周期表的一部分,参照元素①~⑧在表中的位置,请用化学用语回答下列问题:

	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
1	①							
2				②	③	④		
3	⑤		⑥	⑦			⑧	

- (1) ②⑦⑧的最高价含氧酸的酸性由强到弱的顺序是(填化学式)_____。
- (2) 在①④⑤⑧中的某些元素之间可形成既含离子键又含非极性共价键的离子化合物,写出其中一种化合物的电子式:_____。
- (3) 由②和④组成的化合物与⑤的同周期相邻主族元素的单质反应的化学方程式为:_____。
- (4) ②的简单气态氢化物与氧气组成燃料电池,用氢氧化钠做电解质溶液,写出其负极的电极反应式:_____。
18. (8 分)亚硝酸钠被称为工业盐,在漂白、电镀等方面应用广泛。以木炭、浓硝酸、水和铜为原料生成的一氧化氮与过氧化钠反应制备亚硝酸钠的装置如下图所示(部分夹持装置略)。

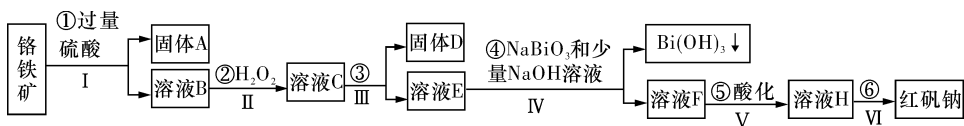


- 已知:室温下,① $2\text{NO} + \text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{NaNO}_2$, $2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{NaNO}_3$;
- ②酸性条件下,NO 或 NO_2^- 都能与 MnO_4^- 反应生成 NO_3^- 和 Mn^{2+} ;
- ③B 中的 Cu 足量。

完成下列填空:

(1) 写出浓硝酸与木炭反应的化学方程式_____。

- (2)检查完该装置的气密性,装入药品后,必须进行的一步操作是_____。
- (3)D装置的作用是_____。
- (4)经检验 C 产物中除亚硝酸钠外还含有副产物碳酸钠和氢氧化钠,为避免产生这些副产物,应在 B、C 装置间增加装置 E,E 中盛放的药品名称是_____。
19. (12 分)以铬铁矿(主要成分为 FeO 和 Cr_2O_3 , 含有 Al_2O_3 、 SiO_2 等杂质)为主要原料生产化工原料红矾钠(主要成分 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),其主要工艺流程如下:



查阅资料得知:

- i. 常温下, NaBiO_3 不溶于水,有强氧化性,在碱性条件下,能将 Cr^{3+} 转化为 CrO_4^{2-} 。
- ii. 金属离子开始沉淀和沉淀完全时的 pH 如下表:

金属离子	Fe^{3+}	Al^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Bi^{3+}
开始沉淀的 pH	2.7	3.4	5.0	7.5	0.7
沉淀完全的 pH	3.7	4.9	5.9	9.7	4.5

回答下列问题:

- (1)反应之前先将矿石粉碎的目的是_____。
- (2)步骤③加的试剂为_____,此时溶液 pH 要调到 5 的目的_____。
- (3)写出反应④的离子反应方程式_____。
- (4)⑤中酸化是使 CrO_4^{2-} 转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,写出该反应的离子方程式_____。
- (5)将溶液 H 经过蒸发浓缩,冷却结晶,过滤,洗涤,干燥即得红矾钠粗晶体,精制红矾钠则对粗晶体需要采用的操作是_____ (填操作名称)。
20. (9 分)煤气中主要的含硫杂质有 H_2S 以及 CS_2 、 COS 等有机硫,煤气燃烧后含硫杂质会转化成 SO_2 从而引起大气污染。煤气中 H_2S 的脱除程度已成为其洁净度的一个重要指标,脱除煤气中 H_2S 的方法有干法脱硫和湿法脱硫,其中湿法脱硫的原理是利用 Na_2CO_3 溶液吸收 H_2S 生成 NaHS ,再进一步被空气氧化成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 。请回答下列问题:

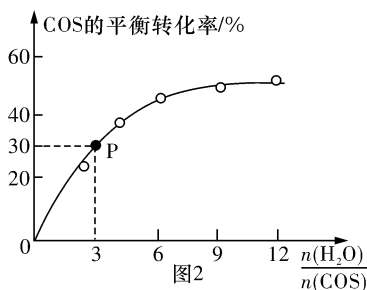
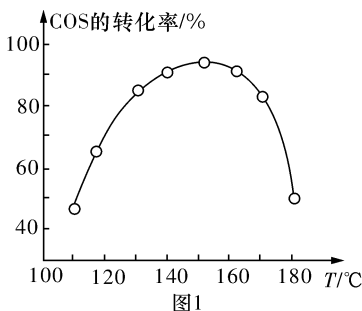
- (1)① $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的化学名称为_____。
- (2)脱除煤气中 COS 的方法有 Br_2 的 KOH 溶液氧化法、 H_2 还原法以及水解法等。
- ① Br_2 的 KOH 溶液将 COS 氧化为硫酸盐和碳酸盐的离子方程式为_____。

②已知断裂 1 mol 化学键所需的能量如下：

化学键	H—H	C=O	C=S	H—S	C≡O
$E/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	436	745	577	339	1 072

H_2 还原 COS 发生的反应为 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{COS}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$, 该反应的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

③用活性 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 催化 COS 水解的反应为 $\text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ $\Delta H < 0$, 相同投料比、相同流量且在催化剂表面停留相同时间时, 在相同的时间内测得不同温度下 COS 的转化率如图 1 所示; 某温度下, COS 的平衡转化率与 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{COS})}$ 的关系如图 2 所示。



由图可知, P 点时平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (结果保留 2 位有效数字)。

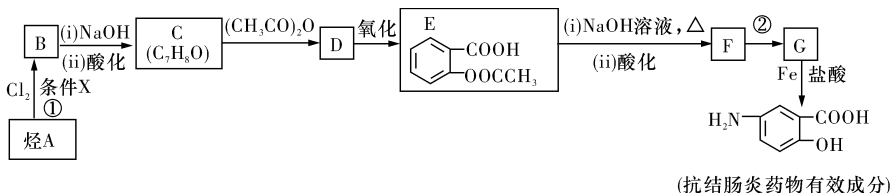
(3) 回收处理燃煤烟气中 SO_2 的方法之一是用氨水先将 SO_2 转化为 NH_4HSO_3 , 再通入空气将其氧化成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。能提高燃煤烟气中 SO_2 去除率的措施有

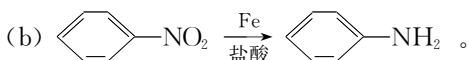
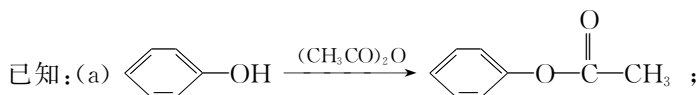
(填字母代号)。

- a. 增大氨水浓度
- b. 增大燃煤烟气的流速
- c. 升高温度
- d. 增大压强

21. 【选修 5: 有机化学基础】(15 分)

某抗结肠炎药物有效成分的合成路线如下(部分反应略去试剂和条件)：





根据以上信息回答下列问题：

(1) B 的结构简式是_____。

(2) ① 的反应条件是_____；C→D 的反应类型是_____。

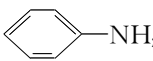
(3) 下列对抗结肠炎药物有效成分可能具有的性质推测正确的是_____ (填字母代号)。

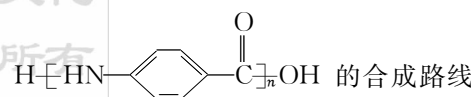
- A. 水溶性比苯酚好
- B. 能发生消去反应
- C. 能和氢氧化钠反应且 1 mol 该分子最多消耗 3 mol NaOH
- D. 既有酸性又有碱性

(4) E 与足量 NaOH 溶液反应的化学方程式是_____。

(5) 符合下列条件的 E 的同分异构体有_____种，其中核磁共振氢谱有五组峰，峰面积之比 1 : 2 : 2 : 2 : 1 的同分异构体的结构简式为_____ (任写一种)。

- a. 与 E 具有相同的官能团
- b. 能发生银镜反应

(6) 已知  -NH₂ 易被氧化，苯环上连有烷基时再引入一个取代基，常取代在烷基的邻对位，而当苯环上连有羧基时则取代在间位。据此设计以 A 为原料制备

高分子化合物  的合成路线_____。
(无机试剂任选)

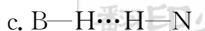
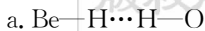
22. 【选修 3：物质结构与性质】(15 分)

研究物质的结构，用来探寻物质的性质，是我们学习化学的重要方法。回答下列问题：

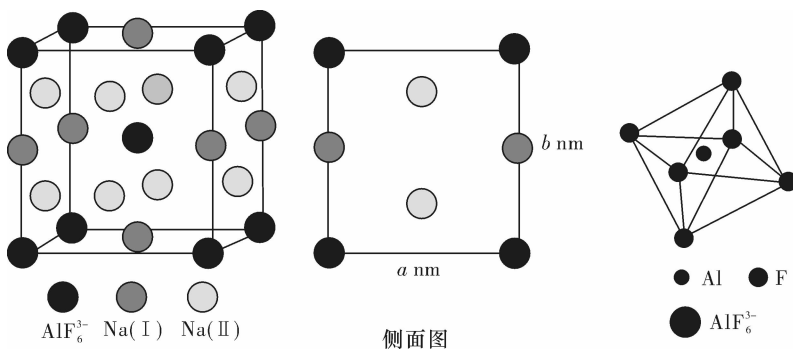
(1) Fe、Ru、Os 在元素周期表中处于同一列，人们已经发现和应用了 Ru、Os 的四氧化物。量子化学理论预测铁也存在四氧化物，但最终人们发现铁的化合价不是 +8 价而是 +6 价。OsO₄ 分子空间形状是_____，铁的“四氧化物”分子中，铁的价电子排布式是_____，氧的化合价是_____。

(2) NH₃ 分子中 H—N—H 键角为 106.7°，在 Ag(NH₃)₂⁺ 中，H—N—H 键角近似 109.5°，键角变大的原因是_____。

(3) 氢键的本质是缺电子的氢原子和富电子的原子或原子团之间的一种弱的电性作用。近年来,人们发现了双氢键,双氢键是指带正电的 H 原子与带负电的 H 原子之间的一种弱电性相互作用。下列不可能形成双氢键的是_____ (填字母代号)。



(4) 冰晶石(Na_3AlF_6)主要用作电解氧化铝的助熔剂,也用作研磨产品的耐磨添加剂。其晶胞结构如图所示,晶胞是正四棱柱形状, $\text{Na}(\text{I})$ 位于侧棱中心和底面中心, $\text{Na}(\text{II})$ 位于四个侧面上, AlF_6^{3-} 位于顶点和体心。



冰晶石晶胞结构分析

AlF_6^{3-} 中,中心原子周围的成键电子总数是_____个。若用原子坐标来描述晶胞中所有 Na 原子的位置,则需要_____组原子坐标。已知晶胞边长为 $a \text{ nm}$, $b \text{ nm}$,冰晶石晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (Na_3AlF_6 的摩尔质量为 $210 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。