

化 学

2024. 2

本试卷共 8 页, 20 小题, 满分 100 分。考试用时 75 分钟。




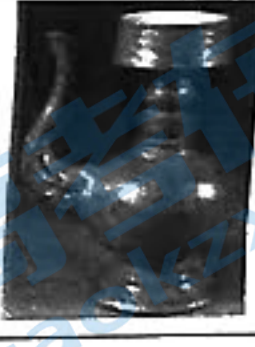
注意事项:

1. 答卷前, 考生务必用黑色字迹的钢笔或签字笔将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题卡上。将条形码横贴在答题卡上“贴条形码区”。
2. 作答选择题时, 选出每小题答案后, 用 2B 铅笔把答题卡上对应题目选项的答案信息点涂黑; 如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案, 答案不能答在试卷上。
3. 非选择题必须用黑色字迹的钢笔或签字笔作答, 答案必须写在答题卡各题目指定区域内相应位置上; 如需改动, 先划掉原来的答案, 然后再写上新的答案; 不准使用铅笔和涂改液。不按以上要求作答的答案无效。
4. 考生必须保持答题卡的整洁, 考试结束后, 将试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量: H-1 B-11 C-12 N-14 O-16 Fe-56 Ga-70

一、单选题: 本题共 16 小题, 共 44 分。第 1~10 小题, 每小题 2 分; 第 11~16 小题, 每小题 4 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. “葡萄美酒夜光杯, 欲饮琵琶马上催”下列中国酒具中, 主要由硅酸盐材料制成的是

			
A. 青铜兽面纹爵	B. 犀角雕玉兰花果纹杯	C. 斫木云纹漆耳杯	D. 清代彩绘龙纹蓝瓷壶

2. 近年来, 我国科技迅猛发展, 下列科技成果中所蕴含的化学知识叙述不正确的是

- A. 在“人造太阳”中发生核聚变的 ^3H 、 ^2H 是 ^1H 的同位素
- B. 华为麒麟芯片的主要成分是单质硅
- C. 歼-20 战斗机采用大量先进复合材料、石墨烯材料等, 其中石墨烯材料属于有机高分子材料
- D. “奋斗者”号载人潜水器球壳所使用的钛合金能承受深海高压

3. 化学让生活变得更美好。下列化学物质的应用说法正确的是

- A. 牡蛎、虾类等海洋产品均为高蛋白食物, 可为人体补充多种氨基酸
- B. 碳酸钠可作为膨松剂, 用来制作糕点
- C. 甘油是护肤品中常见的成分, 不溶于水, 可用于隔绝水分, 起到保湿、保润作用
- D. 医学上常用体积分数为 95% 的乙醇溶液杀菌消毒

4. NH_3 是一种广泛应用于工业、农业和医药领域的重要化工气体,下列有关氨气的实验中,能达到实验目的的是

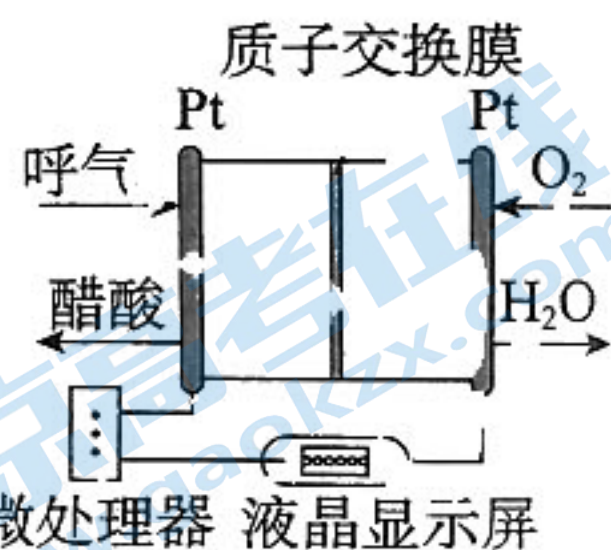
制取 NH_3	干燥 NH_3	收集 NH_3	先从 a 口通 NH_3 , 再从 b 口通 CO_2 制备 NaHCO_3

5. 岭南文化包罗万象,新旧文化相互交融。下列有关岭南文化的说法不正确的是

- A. “戏剧文化”:现代粤剧舞台上灯光光柱的形成是因为丁达尔现象
- B. “节日文化”:深圳新年烟花秀中绚烂的颜色来自焰色试验
- C. “茶艺文化”:沏泡工夫茶利用了萃取原理,水作萃取剂
- D. “粤菜文化”:制作正宗盐焗鸡所用的粗盐由海水晒制而成,涉及复杂的化学变化

6. 如图是一种酸性燃料电池酒精检测仪,具有自动吹起、流量侦测与控制的功能,非常适合进行现场酒精检测。下列说法正确的是

- A. 电子由氧气通入的 Pt 电极流出
- B. 质子(H^+)通过质子交换膜从负极流向正极
- C. 每消耗 22.4 L O_2 ,会产生 1 mol 醋酸
- D. 左侧 Pt 电极表面发生的反应: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{H}^+$

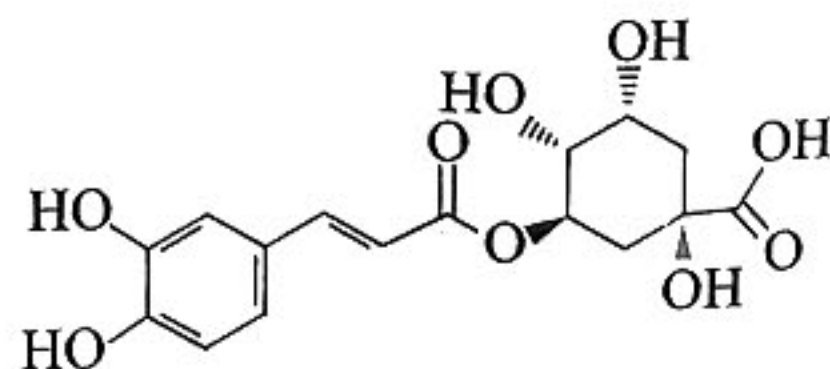


7. 劳动是全面发展素质教育的必要条件之一。下列劳动项目与所述的化学知识没有关联的是

选项	劳动项目	化学知识
A	用热的纯碱溶液洗涤餐具	纯碱能促进油脂水解
B	用糯米酿制米酒	酵母能将淀粉水解为葡萄糖,进而转化为乙醇
C	汽油中添加乙醇	乙醇分子间易形成氢键
D	回收铝制易拉罐	再利用废旧金属,节约资源

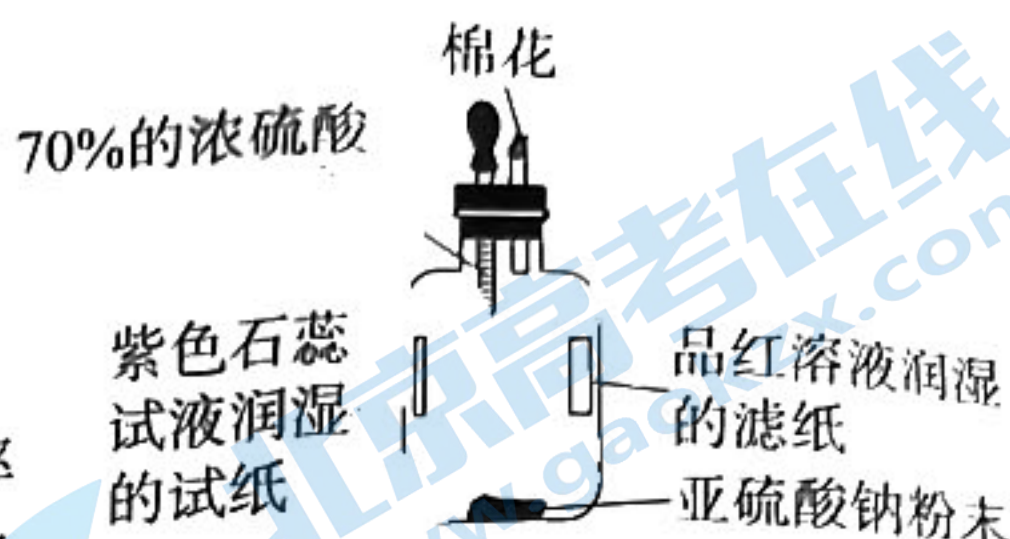
8. 绿原酸(结构如图)是金银花中富含的一类酚类化合物,具有抗菌、保肝、消炎、解热的作用。下列关于绿原酸的说法不正确的是

- A. 能发生加成反应
- B. 1 mol 绿原酸最多能与 8 mol NaOH 完全反应
- C. 能使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色
- D. 能与氨基酸和蛋白质中的氨基反应

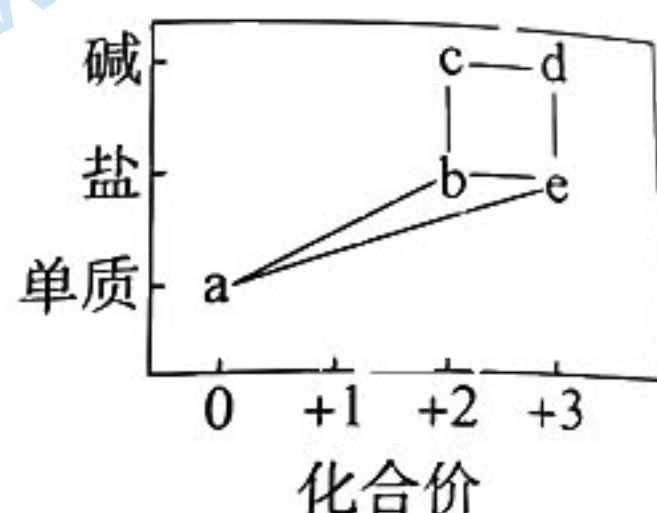


9. 制备并检验 SO_2 性质的装置如图所示。下列说法正确的是

- A. 紫色石蕊试纸先变红后褪色
- B. 品红溶液褪色体现了 SO_2 的强氧化性
- C. 用 98% 浓硫酸代替 70% 浓硫酸能加快反应速率
- D. 棉花可用饱和 Na_2CO_3 溶液浸泡, 用于尾气处理



10. 部分含 Fe 物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断不合理的是



- A. 可存在 $a \rightarrow e \rightarrow b$ 的转化
- B. e 溶液可与 KSCN 溶液反应生成红色沉淀
- C. 能用 a 制作的容器运输浓硫酸
- D. a 可与稀硝酸恰好反应, 生成只含 b 的溶液

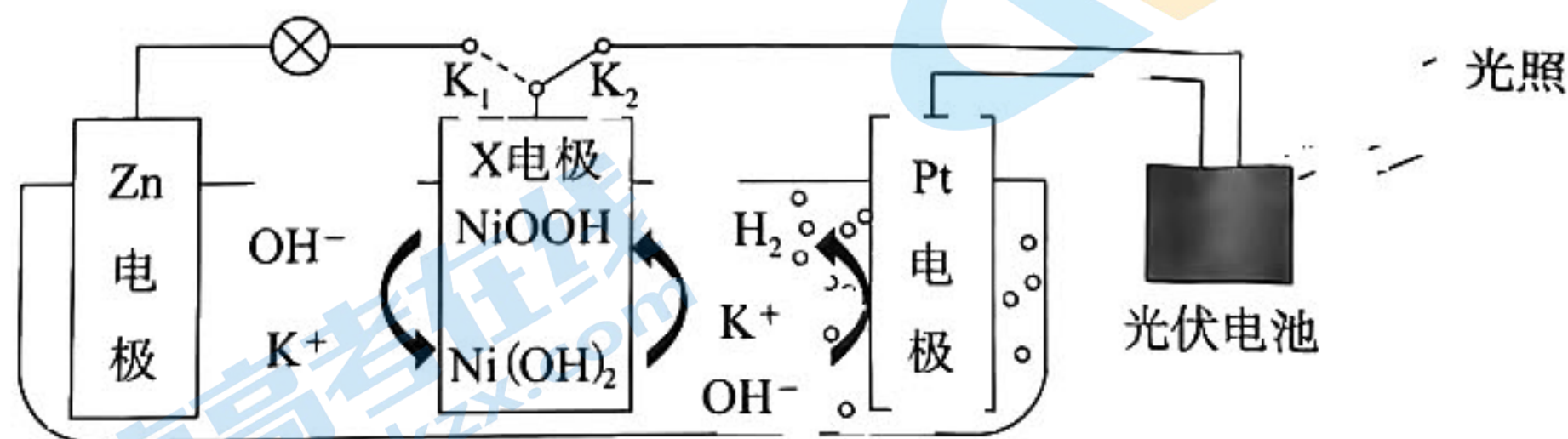
11. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列关于钠及其化合物的叙述正确的是

- A. 1 mol Na 在空气中受热完全转化成 Na_2O_2 转移电子数目为 $2N_A$
- B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液中所含 HCO_3^- 的数目小于 $0.1N_A$
- C. Na_2O_2 与 H_2O 反应的过程中涉及离子键、极性共价键和非极性共价键的断裂
- D. Al 与 NaOH 溶液的反应中 NaOH 作氧化剂

12. 下列陈述 I 与陈述 II 均正确, 且具有因果关系的是

选项	陈述 I	陈述 II
A	氨气的水溶液能导电	氨气是电解质
B	H-F 键能比 H-Cl 键能大	HF 的沸点比 HCl 高
C	工业合成氨需在高温、高压下才能进行	该反应是吸热反应
D	浓硫酸具有吸水性	可用于 CO_2 、 SO_2 等气体干燥

13. 我国某科研团队设计了一种新型能量存储/转化装置。闭合 K_2 、断开 K_1 时, 制氢并储能; 断开 K_2 、闭合 K_1 时, 供能。已知 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的性质相似。下列说法正确的是



- A. 连接 K_2 时, X 电极发生还原反应
- B. 连接 K_2 时, 溶液 pH 不变
- C. 连接 K_1 时, Zn 电极表面生成沉淀
- D. 该装置能直接将光能转化成化学能

14. 化合物 Z_2XYM_4 是一种常见的复合肥, 所含的 4 种元素均为前 20 号元素, 每个周期都有。Y 的基态原子价层 p 轨道半充满, X 最常见的同位素没有中子, M 在地壳中含量最多。下列说法正确的是

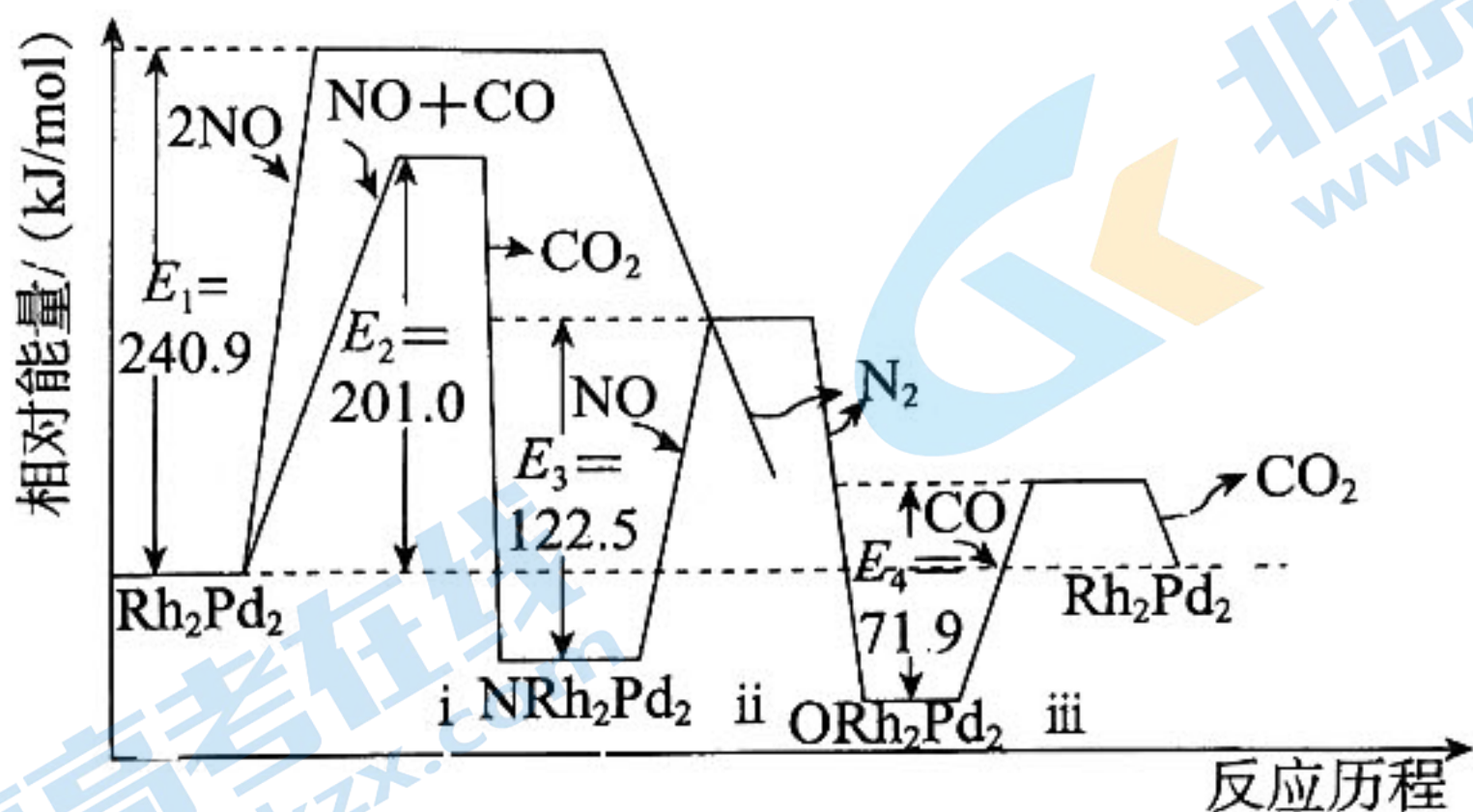
A. 元素电负性: $M > Z > X$

B. 简单氢化物的熔点: $Z > Y > M$

C. 第一电离能: $X > Z > Y$

D. M_3 为极性分子

15. 在处理汽车尾气的三元催化剂中, Rh 的主要作用是消除 N_xO , Pd 的主要作用是消除 CO, 部分催化机理及能量变化如图所示。下列说法不正确的是



A. 在 NO 和 CO 的整个反应过程中步骤 iii 是决速步骤

B. 反应进行的三步分别是放热反应、放热反应和吸热反应

C. 第一步反应: $Rh_2Pd_2 + NO + CO \rightarrow NRh_2Pd_2 + CO_2$

D. CO 能促进 NO 转化成 N_2

16. 已知: 常温下, 碳酸的电离平衡常数 $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-6.36}$, $K_{a2} = 10^{-10.32}$ 。常温下, 向 20 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中缓慢滴加 20 mL $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸, 溶液中各离子的物质的量浓度(不含 H^+ 和 OH^-) 随加入盐酸的体积的变化如图所示。

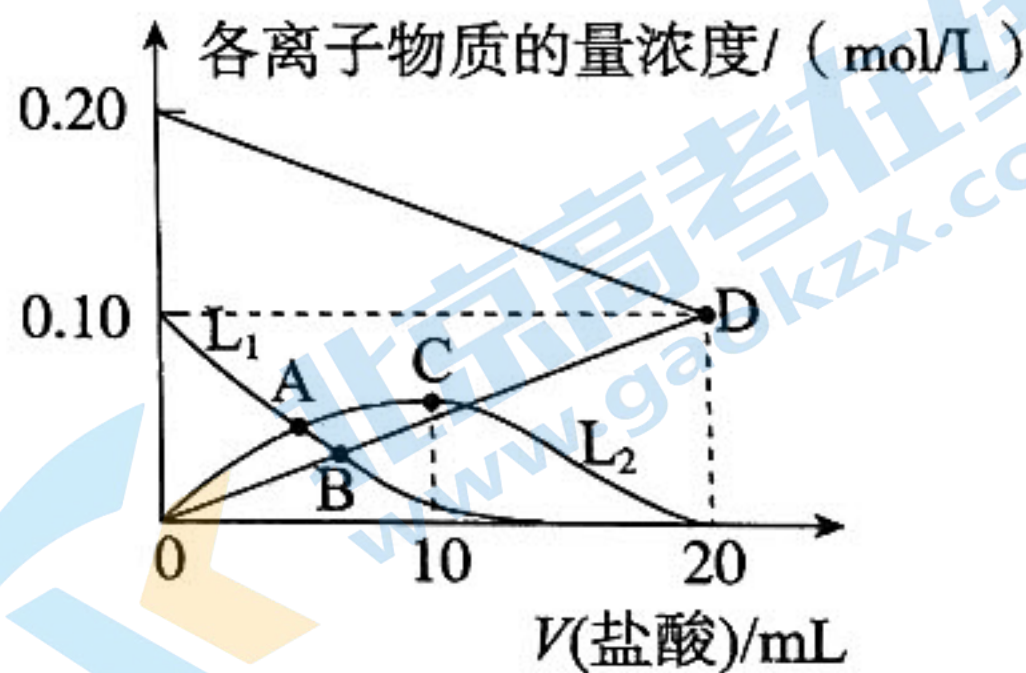
下列说法不正确的是

A. 曲线 L_1 为 CO_3^{2-} 的物质的量浓度变化曲线

B. 滴加至 A 点时, 溶液 pH 约为 10.32

C. 滴加至 C 点时, 溶液中 $c(Cl^-) > c(HCO_3^-) > c(CO_3^{2-}) > c(H_2CO_3)$

D. 滴加至 D 点时, 溶液中存在 $c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(OH^-) = c(H^+)$



二、实验题: 共 15 分。

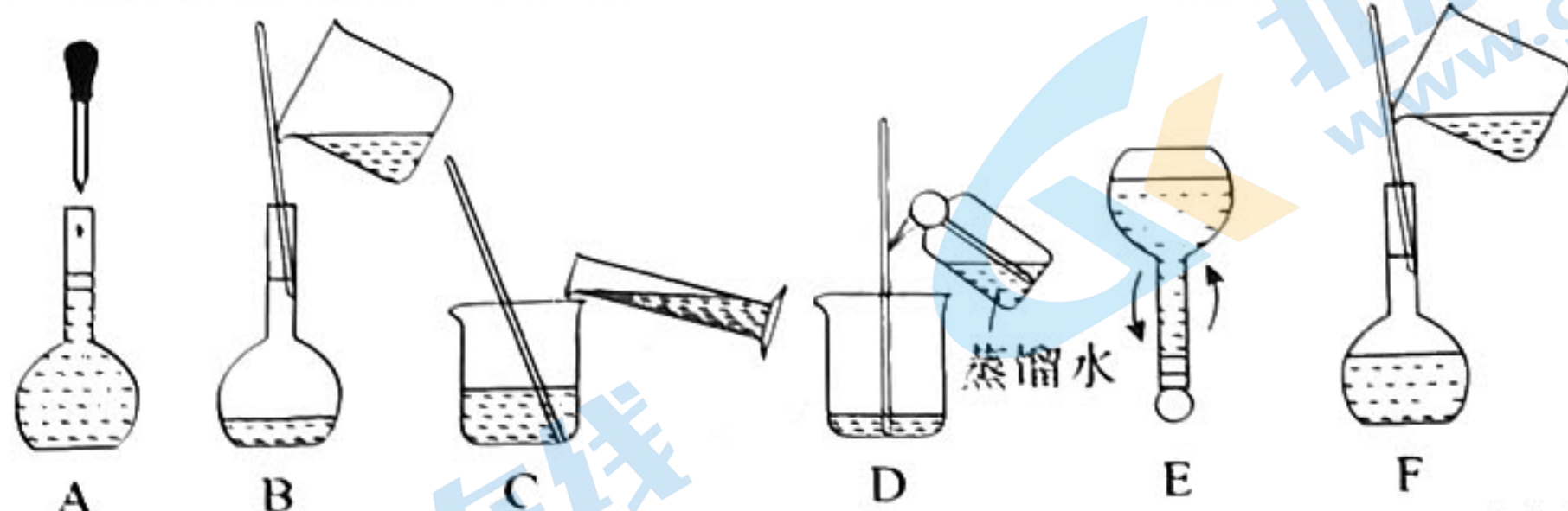
17. $Na_2S_2O_3$ 标准溶液是氧化还原反应中常用的还原性标定试剂, 但是 $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 固体通常含有一些杂质, 且易风化和潮解, $Na_2S_2O_3$ 溶液也容易被 O_2 氧化。因此, $Na_2S_2O_3$ 标准溶液配制好后常用 $K_2Cr_2O_7$ 进行标定。但是由于 $K_2Cr_2O_7$ 与 $Na_2S_2O_3$ 反应的产物有很多种, 不能按确定的反应式进行, 故无法通过氧化还原滴定法确定浓度。故应先用 $K_2Cr_2O_7$ 与过量的 KI 反应, 定量生成 I_2 , 再用 $Na_2S_2O_3$ 滴定 I_2 , 发生反应的化学方程式为: $Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$ 、 $2S_2O_3^{2-} + I_2 = 2I^- + S_4O_6^{2-}$ 。我们将这种 $Na_2S_2O_3$ 与 I_2 联用的方法称为碘量法, 碘量法与分析化学中常用的分析方法, 常用于一些无法直接滴定的反应的物质的间接滴定。

已知： $K_2Cr_2O_7$ 与 KI 的反应需要一定时间才能进行得比较完全，故需放置约 5 min。

(1) $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的配制：

① 配制 480 mL 0.1 mol/L 的 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液需要用到的玻璃仪器有：玻璃棒、烧杯、量筒、胶头滴管、

② 将下述实验步骤 A 到 F 按实验过程先后次序排列



(2) $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的标定：取 20.00 mL 0.017 mol/L $K_2Cr_2O_7$ 溶液于 250 mL 锥形瓶中，加 5 mL 6 mol/L HCl 溶液，再加入 10 mL 100 g/L KI 溶液，摇匀后用牛皮纸扎紧瓶口，静置约 5 分钟。用 $Na_2S_2O_3$ 溶液滴定至浅黄色后加入 2 mL 淀粉指示剂，继续滴定至终点，平行测定 3 次，计算 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的浓度。

① 用 _____ 量取 20.00 mL 0.017 mol/L $K_2Cr_2O_7$ 溶液。

② 加入 KI 摇匀后用牛皮纸扎紧瓶口的目的是 _____。

③ 如何判定滴定结束？ _____。

④ 列式并计算 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的浓度。

$K_2Cr_2O_7$ 溶液	KI 溶液	$V(Na_2S_2O_3)/mL$	$c(Na_2S_2O_3)$ (mol/L)
20.00 mL 0.017 mol/L	10 mL 100 g/L	20.35	_____
		20.45	
		20.40	
		21.20	

(3) 借鉴(2)的方法，用碘量法测量 $KMnO_4$ 溶液的物质的量浓度：量取 25.00 mL 待测液于 250 mL 锥形瓶中，加入 2 mol/L H_2SO_4 溶液 25 mL，再加入 10% KI 溶液 10 mL，然后用已知浓度的 $Na_2S_2O_3$ 溶液滴定到淡黄色，加 0.5% 的淀粉溶液 3 mL，用 $Na_2S_2O_3$ 溶液继续滴定至终点。

① 滴定时需加入硫酸。能否用盐酸代替硫酸，为什么？ _____。

② 写出 $KMnO_4$ 溶液与 KI 反应的离子方程式 _____。

(4) 借鉴(3)的方法，某小组用碘量法测量磷酸铁锂溶液中 Fe^{3+} 的物质的量浓度。

提出问题： Fe^{3+} 与 I^- 是可逆反应， Fe^{3+} 的存在是否会影响滴定？

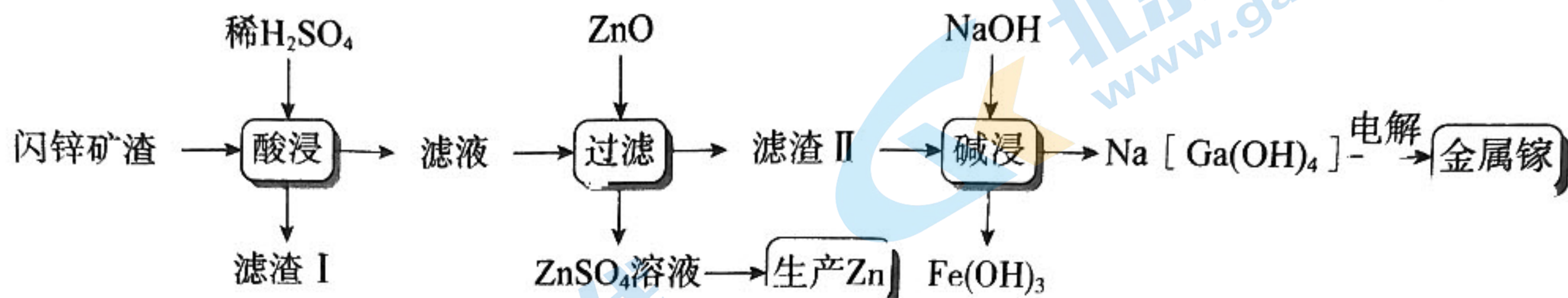
实验验证：① 在磷酸铁锂溶液中加入过量的 KI ，静置一段时间后，加入 $KSCN$ ，观察到溶液颜色变红；请写出 Fe^{3+} 与 I^- 反应的离子方程式：_____。

② 取标准量的磷酸铁锂溶液，分成两组，其中一组加入过量的 KI 溶液，另一组加入等量的水。再分别使用 $Na_2S_2O_3$ 溶液进行标定，发现消耗的 $Na_2S_2O_3$ 溶液体积相同。

实验小结： Fe^{3+} 是否会影响滴定：_____。

三、工业流程题：共 14 分。

18. 镓(Ga)是重要的半导体材料,氮化镓、砷化镓和氧化镓分别是第二代、第三代、第四代半导体材料的代表材料。金属镓在自然界中通常以微量分散于铝土矿、闪锌矿等矿石中,提取非常困难。从闪锌矿渣中提取镓是种常见的方法,具体工艺流程如下:



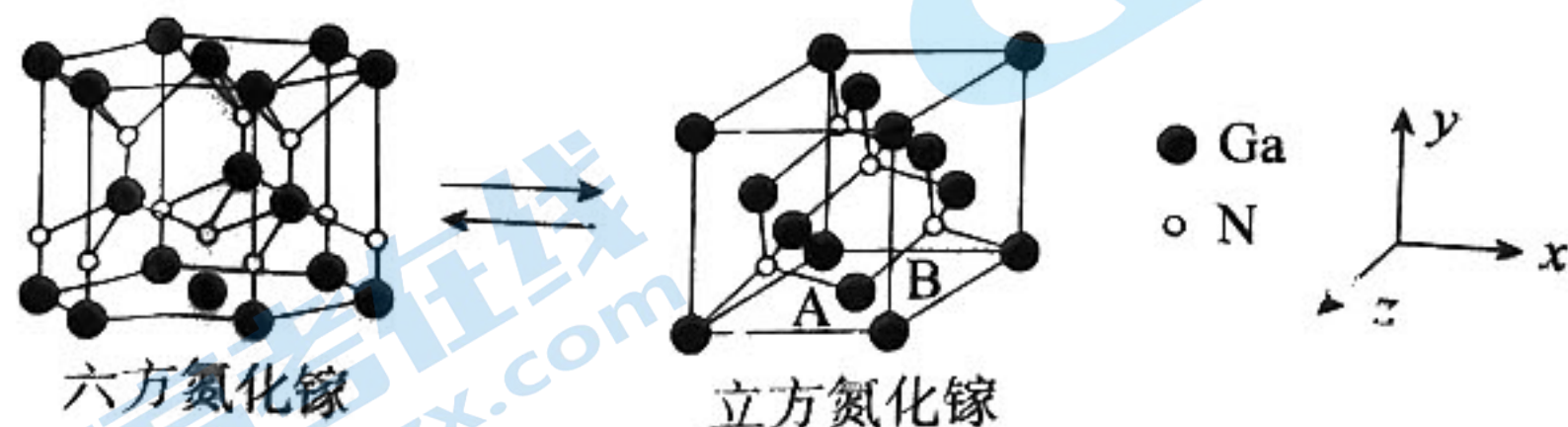
已知:①金属镓在化学性质上非常接近金属铝,其单质、氧化物和氢氧化物均有两性;

②闪锌矿渣通常含有 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、硅酸盐等杂质;

③25 °C时, $K_{sp}(\text{PbSO}_4) = 1.6 \times 10^{-8}$ 、 $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 0.88 \times 10^{-8}$ 。

回答下列问题:

- 为了提高镓的浸取率,可以采取的措施为_____ (填写一种)。
- 滤渣 I 中主要含有_____。
- 写出加入氧化锌后发生反应的离子方程式(以 Ga 为例):_____。
- 工业上通常向 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 溶液中通入过量 CO_2 , 产生大量白色沉淀, 过滤后加热固体能得到高纯 Ga_2O_3 , 写出加入过量 CO_2 后的化学方程式:_____。
- 在工业上, 通常用高纯镓作阴极, 石墨作阳极, $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 溶液作为电解质, 通过电解制备高纯 Ga。写出阴极电极反应式:_____。
- 氮化镓是目前应用最广泛的半导体材料之一, 目前广泛应用于相控阵雷达、快速充电器等行业。氮化镓有不同的晶型, 其中六方氮化镓和立方氮化镓之间可以相互转化。



- 六方氮化镓晶体硬度极高, 熔点为 1700 °C, 其高温熔融物不导电。六方氮化镓属于_____晶体。
 - 写出六方氮化镓晶胞的组成:_____。
- (7) ①已知 A_{Ga} 的坐标为 $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$, 请写出 B_{N} 的坐标_____。
- ②若立方氮化镓的边长为 $a \text{ nm}$, 则其密度为_____ g/cm^3 (列出计算式)。

四、原理综合题：共 13 分。

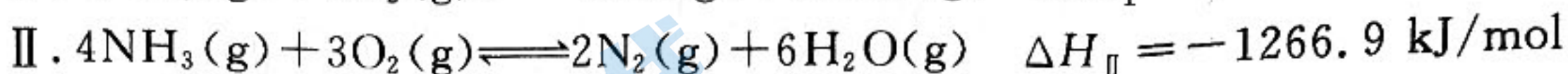
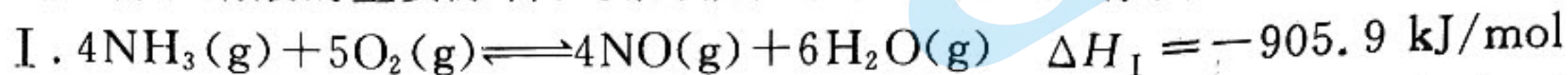
19. NH_3 是重要的化工原料，在生产和生活中都发挥着重要作用。

(1) 配合物广泛存在于自然界，其中 NH_3 能与 Cu^{2+} 形成深蓝色 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 溶液。

① 基态 Cu^{2+} 的 3d 电子轨道表示式为_____。

② $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的配位原子是_____，氨气中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 的键角小于配合物中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 的键角，其原因是_____。

(2) 氨是制取硝酸的重要原料。氨的催化氧化过程主要有以下两个反应：



① 反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H_{\text{III}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

② 不同温度下氨催化氧化的平衡常数如下 ($p = 0.1013 \text{ MPa}$):

温度(°C)	300	500	700	900	1100
反应 I (K_{I})	6.3×10^{41}	1.1×10^{26}	2.1×10^{19}	3.8×10^{15}	3.4×10^{11}
反应 II (K_{II})	7.3×10^{56}	7.1×10^{34}	2.6×10^{25}	1.5×10^{20}	6.7×10^{16}

下列说法正确的是_____。

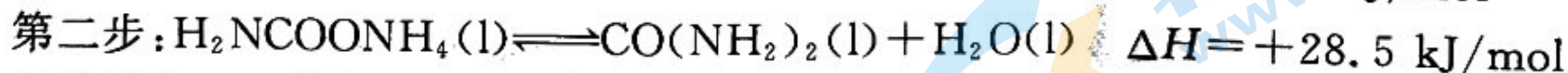
A. 如果对反应不加控制，氨和氧气反应的最终产物主要是 N_2

B. 为使反应有利于向生成更多的 NO 方向进行，不必关注热力学问题(平衡移动问题)，需要关注动力学问题(反应速率问题)

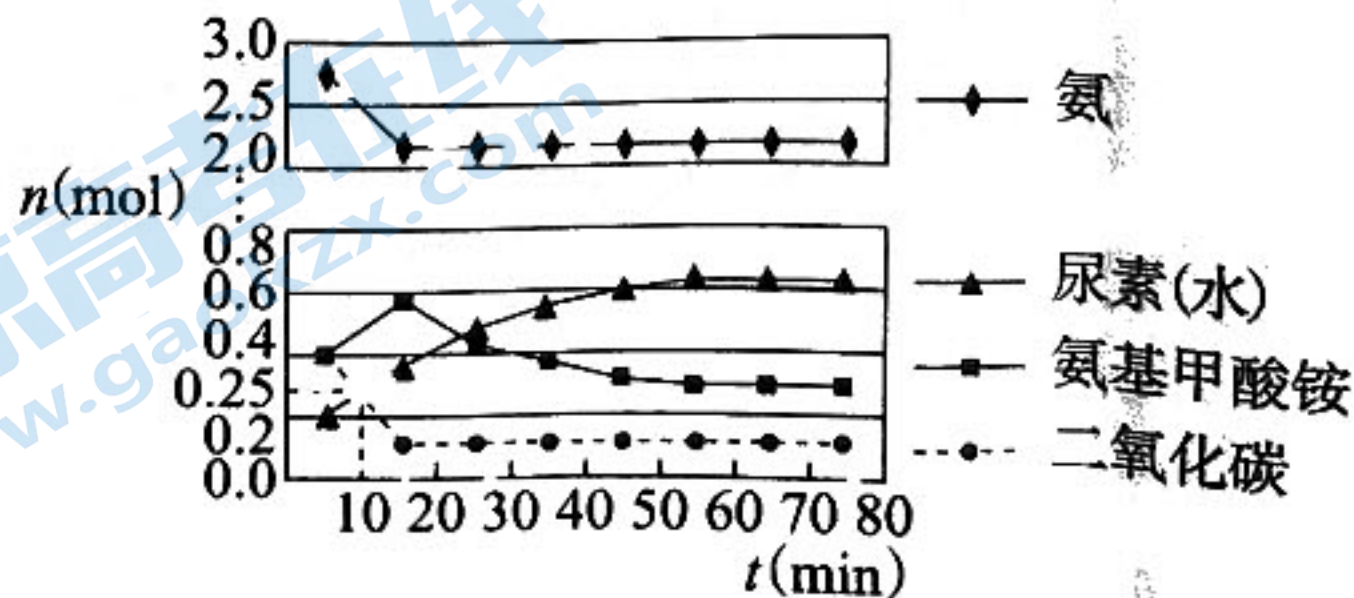
C. 在实际生产中，需采用高压氧化，以利于提高 NO 的产率

D. 反应中需控制氨氧比、选择性催化剂的形状、气固相接触时间等

(3) 已知可通过下列方法合成尿素：



在体积为 5 L 的密闭容器中加入 1 mol CO_2 和 4 mol NH_3 ，在一定条件下反应进行到 10 min 时，测得 CO_2 和尿素的物质的量均为 0.25 mol，15 min 后，测得 CO_2 的物质的量为 0.1 mol，如图所示。

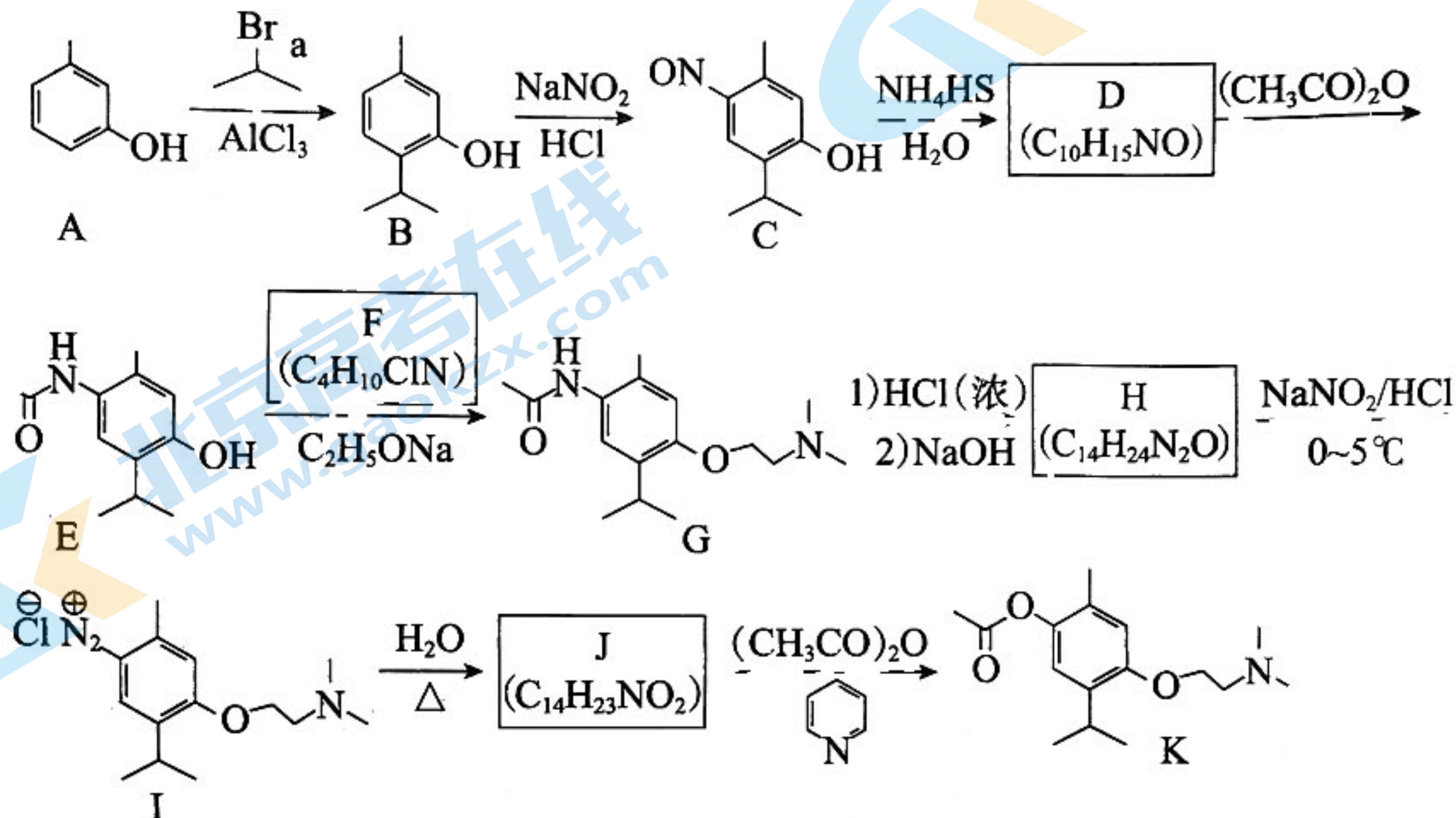


① 若用单位时间内物质的量的变化来表示固体或纯液体的反应速率，则 10 min 内第一步反应中生成 $\text{H}_2\text{NCOONH}_4(\text{l})$ (氨基甲酸铵) 的平均反应速率为_____。

②反应进行 15 分钟后,随着时间的变化,尿素和氨基甲酸铵的物质的量变化比较明显,但氨气和二氧化碳的物质的量基本不变,其主要原因是_____,第一步反应的平衡常数 $K_1 =$ _____ (列出算式即可)。

五、有机推断题:共 14 分。

20. 莫西赛利(化合物 K)是一种治疗心脑血管疾病的药物,可改善脑梗塞或脑出血后遗症等症状。以下为其合成路线之一:



已知: $\text{R}-\text{N}_2^+$ 的结构为 $\text{R}-\text{N}\equiv\text{N}$ 。

回答下列问题:

- 化合物 A 的名称是_____。化合物 I 的分子式为_____。
- 写出 $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ 催化 E 生成化合物 G 的反应方程式_____。
- 根据化合物 a 的结构特征,分析预测其可能的化学性质,完成下表。

序号	反应试剂、条件	反应形成的新结构	反应类型
①	_____	_____	消去反应
②	_____	_____	水解反应

(4) 下列说法中,不正确的有_____。

- 反应 $\text{A}\rightarrow\text{B}$ 过程中,有 $\text{C}-\text{Br}$ 键和 $\text{H}-\text{O}$ 键断裂
- 反应 $\text{G}\rightarrow\text{I}$ 过程中,苯环直接连接的 N 原子由 sp^3 杂化变成 sp 杂化
- 产物 K 中不存在手性碳原子
- CO 属于极性分子,分子中存在由 p 轨道“头碰头”形成的 π 键

(5) 在 B 的同分异构体中,同时满足下列条件的共有_____种(不考虑立体异构):

- 含有苯环;
- 苯环上二取代;
- 遇氯化铁溶液显紫色。

其中,含有手性碳的同分异构体的结构简式为_____ (写出一种)。

化学参考答案及评分标准

2024.2

一、单选题:本题共 16 小题,共 44 分。第 1~10 小题,每小题 2 分;第 11~16 小题,每小题 4 分。

在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. D 【解析】青铜属于合金,犀角和斫木的主要成分属于天然有机物,陶瓷的主要成分是硅酸盐,故选 D。
2. C 【解析】石墨烯属于无机非金属材料,C 项错误。
3. A 【解析】牡蛎、虾类等海洋食物产品富含蛋白质,可为人体补充多种氨基酸,A 项正确;用来制作糕点的膨松剂为碳酸氢钠,B 项错误;甘油含有亲水基团,易溶于水,C 项错误;医学上常用体积分数为 75% 的乙醇溶液杀菌消毒,D 项错误。
4. D 【解析】加热固体制备气体时,试管口应略向下倾斜,A 项错误;不能用无水氯化钙干燥 NH_3 ,B 项错误; NH_3 密度比空气小,应用向下排空气法收集,C 项错误; NH_3 在水中溶解度较大, CO_2 在水中溶解度较小,制备 NaHCO_3 时先通 NH_3 ,再通 CO_2 ,D 项正确。
5. D 【解析】由海水晒制粗盐过程主要涉及的是物理变化,D 项错误。
6. B 【解析】由图可知,氧气通入的 Pt 电极做电池正极,电子流入正极,A 项错误;电池工作时,质子(H^+)通过质子交换膜从负极流向正极,B 项正确;不是标准状况下, O_2 的物质的量无法判断,C 项错误;左侧 Pt 电极表面发生的反应为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}-4\text{e}^-+\text{H}_2\text{O}=\text{CH}_3\text{COOH}+4\text{H}^+$,D 项错误。
7. C 【解析】碳酸钠在水中水解,溶液呈碱性,可使油脂发生水解,A 项正确;在酿酒过程中,酵母菌能将淀粉先水解成葡萄糖,然后在无氧的情况下将葡萄糖转化为乙醇,B 项正确;乙醇分子间易形成氢键与汽油中添加乙醇无关,C 项错误;回收铝制易拉罐可再利用废旧金属,节约资源,D 项正确。
8. B 【解析】由结构式可知,绿原酸中含有碳碳双键和苯环,可以发生加成反应,A 项正确;1 个绿原酸分子中含有 2 个酚羟基、1 个酯基、1 个羧基,1 mol 绿原酸最多能与 4 mol NaOH 发生反应,B 项错误;绿原酸中含有碳碳双键,可以使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色,C 项正确;绿原酸中含有羧基,能与氨基酸和蛋白质中的氨基反应,D 项正确。
9. D 【解析】 SO_2 可使紫色石蕊试纸变红,不能使试纸褪色,A 项错误;品红溶液褪色体现了 SO_2 的漂白性,B 项错误;98% 浓硫酸中 H_2SO_4 电离程度很小,反应速率慢,C 项错误;饱和 Na_2CO_3 溶液呈碱性,可以吸收未反应完的 SO_2 ,D 项正确。
10. B 【解析】存在 $\text{Fe} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{FeCl}_3 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{FeCl}_2$ 的转化,A 项正确; Fe^{3+} 与 KSCN 溶液反应生成红色络合物,不是沉淀,B 项错误; Fe 会与浓硫酸发生钝化,C 项正确;当 Fe 过量时,反应后溶液中溶质可以只存在 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,D 项正确。
11. C 【解析】1 mol Na 在空气中受热完全转化成 Na_2O_2 转移 1 mol 电子,A 项错误;未给出溶液体积,无法计算数目,B 项错误; Na_2O_2 与 H_2O 反应的过程中涉及离子键 $\text{Na}-\text{O}$ 键、极性共价键 $\text{H}-\text{O}$ 键和非极性共价键 $\text{O}-\text{O}$ 键的断裂,C 项正确; Al 与 NaOH 溶液的反应中 H_2O 作氧化剂,D 项错误。
12. D 【解析】氨气溶于水生成一水合氨,再电离出可导电的离子,氨气本身不是电解质,A 项错误; HF 的沸点高于 HCl 与键能无关,B 项错误;工业合成氨为放热反应,但为了合适的产率和

反应速率及催化剂的适宜温度,选择的条件为高温、高压,C项错误;浓硫酸具有吸水性,可用于 CO_2 、 SO_2 等气体干燥,D项正确。

13. B 【解析】连接 K_2 时,X 电极发生反应 $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$,Ni 元素化合价升高,发生氧化反应,A 项错误;连接 K_2 时,Pt 电极发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$,电池反应为 $2\text{Ni}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons 2\text{NiOOH} + \text{H}_2 \uparrow$,溶液中 OH^- 浓度不变,pH 不变,B 项正确;连接 K_1 时,Zn 电极做原电池负极,表面发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$,表面没有沉淀生成,C 项错误;该装置将光能先转化为电能,再转化为化学能储能,D 项错误。
14. D 【解析】由题可知,Z 为 K、X 为 H、Y 为 P、M 为 O,元素电负性: $\text{O} > \text{H} > \text{K}$,A 项错误;KH 为离子晶体, H_2O 与 PH_3 为分子晶体且 H_2O 存在分子间氢键,则氢化物熔点: $\text{KH} > \text{H}_2\text{O} > \text{PH}_3$,B 项错误;第一电离能: $\text{H} > \text{P} > \text{K}$,C 项错误; O_3 为极性分子,D 项正确。
15. A 【解析】活化能较大的步骤反应速率较慢,即步骤 i 为整个反应的决速步骤,A 项错误;由反应能量可知,第一步和第二步相对能量降低,为放热反应,第三步相对能量升高,为吸热反应,B 项正确;由图像可知,第一步反应为 $\text{Rh}_2\text{Pd}_2 + \text{NO} + \text{CO} \rightarrow \text{NRh}_2\text{Pd}_2 + \text{CO}_2$,C 项正确;没有 CO 存在时,NO 转化成 N_2 的活化能为 E_1 ,有 CO 存在时,转化活化能为 E_2 , $E_1 > E_2$,D 项正确。
16. C 【解析】碳酸为二元弱酸, CO_3^{2-} 的物质的量随着盐酸的加入逐渐减小, HCO_3^- 的物质的量先增大后减小,则 L_1 为 CO_3^{2-} 的物质的量浓度变化曲线, L_2 为 HCO_3^- 的物质的量浓度变化曲线,A 项正确;由 $K_{a2} = \frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \times c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)}$,A 点时 $c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{HCO}_3^-)$, $c(\text{H}^+) = K_{a2} = 10^{-10.32}$ mol/L,pH=10.32,B 项正确;由图可知 C 点加入的盐酸的体积为 10 mL,则 C 点溶液的溶质为等物质的量的 NaHCO_3 和 NaCl ,由物料守恒可得 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$,因为 HCO_3^- 的电离程度小于水解程度,所以溶液中 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$,则 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$,C 项错误;滴加至 D 点时,溶质为 NaCl , HCl 和 NaHCO_3 反应生成的 CO_2 部分和水反应,根据溶液呈电中性,溶液中存在 $c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+)$,且 D 点时 $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-)$,故 D 项正确。

二、实验题:共 15 分。

17. (1)①500 mL 容量瓶(1分) ②CBDFAE(2分)
- (2)①酸式滴定管(或移液管)(1分) ②防止空气中氧气氧化 I^- (1分)
- ③滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液,溶液蓝色褪去,且 30 s 内不恢复蓝色(2分)
- ④ $\frac{0.017 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02 \text{ L} \times 6}{(0.02035 \text{ L} + 0.02045 \text{ L} + 0.02040 \text{ L}) \div 3} = 0.1000$ (2分)
- (3)①不能, KMnO_4 会与 HCl 发生反应生成 Cl_2 (1分)
- ② $2\text{MnO}_4^- + 10\text{I}^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ (2分)
- (4)实验验证: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ (2分)
- 实验小结:不影响(1分)

【解析】(1)①配制 480 mL 0.1 mol/L 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液需要用到的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、500 mL 容量瓶、胶头滴管、量筒。

②配制溶液的实验步骤为称量、溶解、溶液转移至容量瓶、洗涤烧杯玻璃棒、洗涤液转移至容量瓶、定容、摇匀。

(2)①量取 20.00 mL 0.017 mol/L $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液应使用酸式滴定管或移液管。

- ②加入 KI 摇匀后用牛皮纸扎紧瓶口的目的是防止 I^- 被空气中氧气氧化,使测量结果偏高。
 ③判定滴定结束的现象是滴入最后半滴 $Na_2S_2O_3$ 溶液,溶液蓝色褪去,且 30 s 内不恢复蓝色。
 ④根据反应方程式 $Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$ 、 $2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$ 可知 $Cr_2O_7^{2-} \sim 6I^- \sim 6S_2O_3^{2-}$,排除误差较大的第 4 次滴定数据,可计算 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的浓度

$$= \frac{0.017 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02 \text{ L} \times 6}{(0.02035 \text{ L} + 0.02045 \text{ L} + 0.02040 \text{ L}) \div 3} = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(3)①滴定时若盐酸代替硫酸, $KMnO_4$ 会与 HCl 发生反应生成 Cl_2 。

② $KMnO_4$ 溶液与 KI 反应的离子方程式为 $2MnO_4^- + 10I^- + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5I_2 + 8H_2O$ 。

(4) Fe^{3+} 与 I^- 反应的离子方程式为 $2Fe^{3+} + 2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + I_2$ 。通过两组对比,消耗的 $Na_2S_2O_3$ 溶液体积相同,可知 Fe^{3+} 不会影响滴定。

三、工业流程题:共 14 分。

18. (1)粉碎、搅拌(1 分,合理答案即可)

(2) $PbSO_4$ 、 H_2SiO_3 (SiO_2) (2 分,每个 1 分)

(3) $3ZnO + 3H^+ + Ga^{3+} \longrightarrow Ga(OH)_3 + 3Zn^{2+}$ (2 分)

(4) $Na[Ga(OH)_4] + CO_2 \longrightarrow Ga(OH)_3 \downarrow + NaHCO_3$ (2 分)

(5) $[Ga(OH)_4]^- + 3e^- \longrightarrow Ga + 4OH^-$ (2 分)

(6)①共价(1 分) ② Ga_6N_6 (1 分)

(7)① $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ (1 分) ② $\frac{4 \times (14 + 70)}{a^3 N_A \times 10^{-21}}$ (2 分)

【解析】(1)为了提高镓的浸取率,可以采用粉碎、搅拌等措施。

(2)闪锌矿渣中 Pb 、 Si 元素在酸浸时生成不溶的 $PbSO_4$ 、 SiO_2 (H_2SiO_3)。

(3)加入氧化锌时 Ga^{3+} 发生反应的离子方程式为 $3ZnO + 3H^+ + Ga^{3+} \longrightarrow Ga(OH)_3 + 3Zn^{2+}$ 。

(4)向 $Na[Ga(OH)_4]$ 溶液中通入过量 CO_2 的化学方程式为 $Na[Ga(OH)_4] + CO_2 \longrightarrow Ga(OH)_3 \downarrow + NaHCO_3$ 。

(5)在工业上,电解 $Na[Ga(OH)_4]$ 溶液的阴极电极反应式为 $[Ga(OH)_4]^- + 3e^- \longrightarrow Ga + 4OH^-$ 。

(6)①由六方氮化镓晶体硬度极高,熔点高,且熔融物不导电可知属于共价晶体。

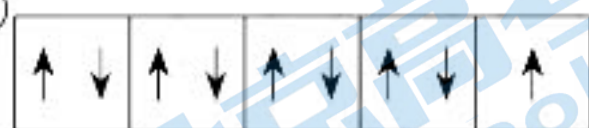
②六方氮化镓晶胞的组成为 Ga_6N_6 。

(7)①氮化镓的立方晶胞中 B_N 的坐标为 $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ 。

②立方氮化镓的密度为 $\frac{4 \times (14 + 70)}{a^3 N_A \times 10^{-21}} \text{ g/cm}^3$ 。

四、原理综合题:共 13 分。

19. (1)① $3d$ (1 分)



② N (1 分) NH_3 中存在一个孤电子对,孤电子对对成键电子对的排斥力较强(1 分)

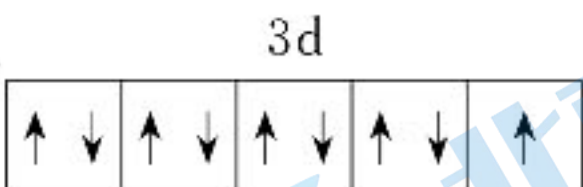
(2)① $+180.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2 分)

② AD (2 分)

(3)① $0.075 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$ (2 分)

②第一步反应速率较快,15 min 内反应达到平衡;尿素与氨基甲酸铵均为液体,其物质的量的

变化不会对第一步反应的平衡造成影响(2分) $\frac{1}{\left(\frac{2.2}{5}\right)^2 \cdot \frac{0.1}{5}}$ (2分)

【解析】(1)①基态 Cu^{2+} 的 3d 电子轨道表示式为 

② $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的配位原子是 N, NH_3 中存在一个孤电子对, 孤电子对对成键电子对斥力较强, 所以 NH_3 中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 的键角小于配合物中的该键角。

(2)①根据盖斯定律, 可知 $\Delta H_{\text{III}} = \frac{\Delta H_{\text{I}} - \Delta H_{\text{II}}}{2} = \frac{-905.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-1266.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})}{2}$

$= +180.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ②相同温度下, 反应 II 平衡常数更大, 如果对反应不加控制, 氨和氧气反应的最终产物主要是 N_2 , A 项正确; 为使反应有利于向生成更多的 NO 方向进行, 需要同时关注热力学问题(平衡移动问题)和动力学问题(反应速率问题), B 项错误; 该反应为气体分子数目增加的反应, 增大压强平衡逆向移动, 故在实际生产中, 采用高压氧化, 不一定利于提高 NO 的产率, C 项错误; 反应中需控制氨氧比、选择性催化剂的形状、气固相接触时间等, D 项正确。

(3)①用单位时间内物质的量的变化来表示固体或纯液体的反应速率, 则 10 min 内第一步反应中生成 $\text{H}_2\text{NCOONH}_4(\text{l})$ (氨基甲酸铵) 的平均反应速率 $v(\text{H}_2\text{NCOONH}_4) = v(\text{CO}_2) = (1 \text{ mol} - 0.25 \text{ mol}) \div 10 \text{ min} = 0.075 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

②第一步反应速率较快, 15 min 内反应达到平衡, 随着时间的变化, 氨气和二氧化碳的变化很小, 第二步反应速率较慢, 15 分钟反应还未达到平衡, 随着时间的变化, 尿素和氨基甲酸铵的物质的量变化比较明显;

根据三段式 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{NCOONH}_4(\text{l})$

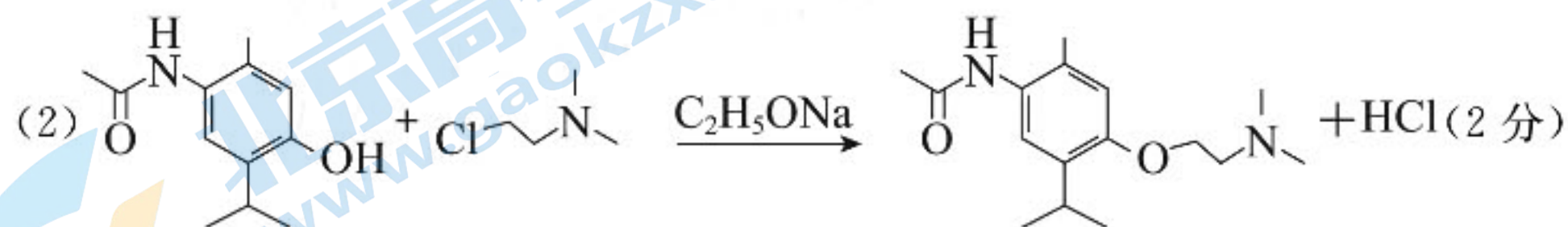
反应前/mol	4	1	0
反应/mol	1.8	0.9	0.9
反应后/mol	2.2	0.1	0.9

可知, 平衡时 NH_3 的物质的量为 2.2 mol, 因为固体或液体纯物质一般不列入平衡常数, 则第

一步反应的平衡常数 $K_1 = \frac{1}{c^2(\text{NH}_3) \cdot c(\text{CO}_2)} = \frac{1}{\left(\frac{2.2}{5}\right)^2 \cdot \frac{0.1}{5}}$

五、有机推断题: 共 14 分。

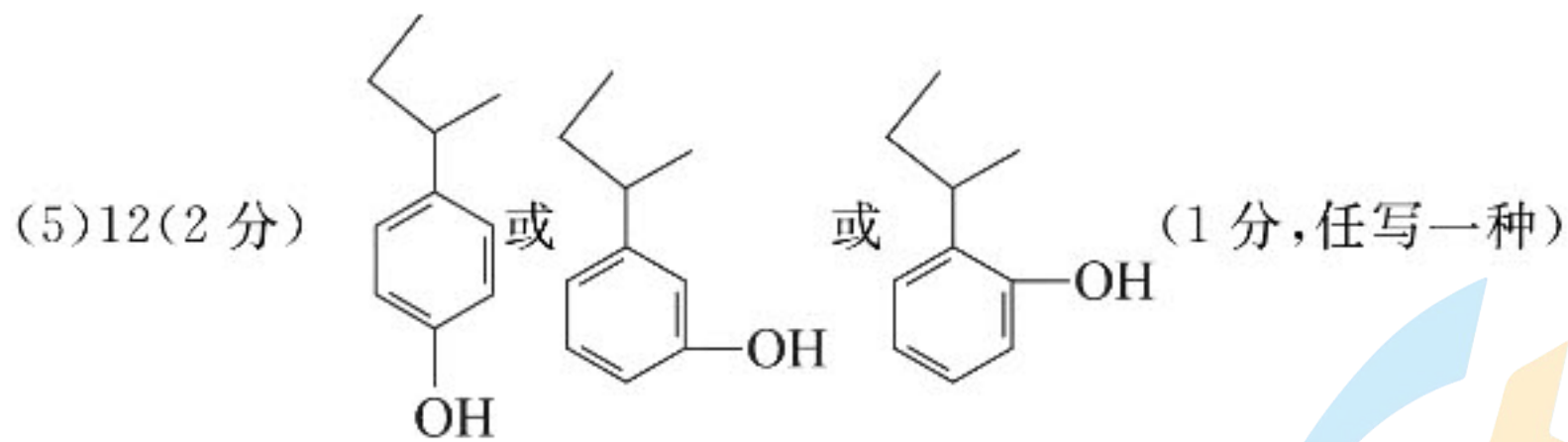
20. (1) 间甲基苯酚(3-甲基苯酚)(1分) $\text{C}_{14}\text{H}_{22}\text{ON}_3\text{Cl}$ (2分)



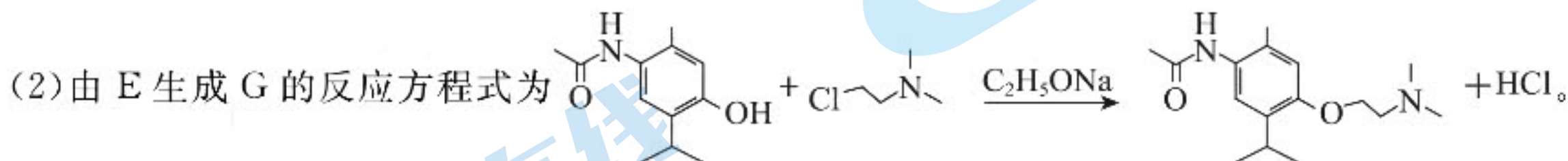
(3)① NaOH 醇溶液, 加热 $>\text{C}=\text{C}<$ (或碳碳双键)

② NaOH 水溶液, 加热 $-\text{OH}$ (或羟基) (每空 1 分)

(4) AD(2分,少选得1分,错选不得分)



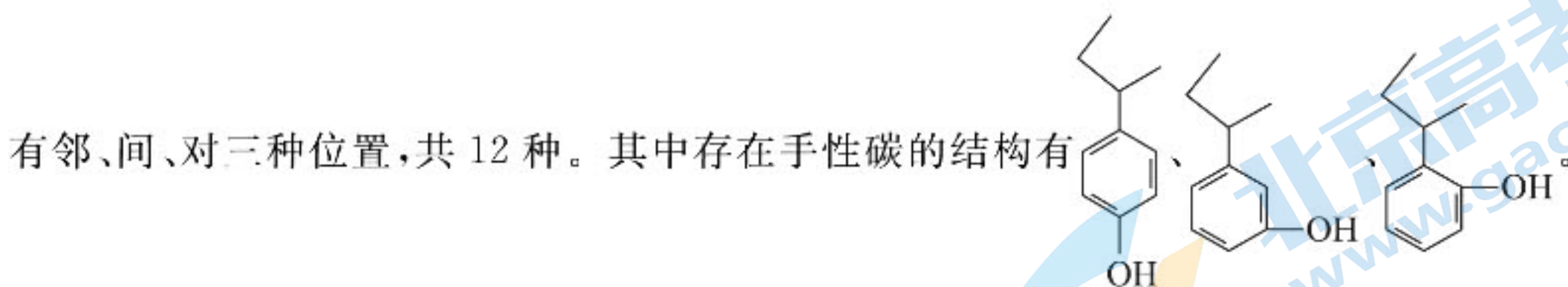
【解析】(1) 化合物 A 的名称是间甲基苯酚(3-甲基苯酚), 化合物 I 的分子式为 $C_{14}H_{22}ON_3Cl$ 。



(3) 由碳溴键性质可知, 在邻位碳原子连有氢原子, 在 NaOH 醇溶液加热条件下可以发生消去反应, 反应生成新官能团为碳碳双键; 碳溴键可以发生取代反应, 在 NaOH 水溶液加热条件下发生水解, 溴原子被取代生成羟基。

(4) 反应 $A \rightarrow B$ 过程中, 有 C—Br 键和 C—H 键断裂, 没有 O—H 键断裂, A 项错误; 反应物中苯环直接连接的 N 原子为 sp^3 杂化, 转化为 I 中叠氮酸根 $-N_2^+$ 中 N 原子是 sp 杂化, B 项正确; 产物 K 中不存在手性碳原子, C 项正确; CO 属于极性分子, 分子中存在由 p 轨道“头碰头”形成的 σ 键和由 p 轨道“肩并肩”形成的 π 键, D 项错误。

(5) B 的同分异构体中, 由条件可知苯环上两个取代基, 其中一个为酚羟基, 另一个为 4 个碳原子的支链, 有 $-CH_2CH_2CH_2CH_3$ 、 $\begin{matrix} -CHCH_2CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$ 、 $\begin{matrix} -CH_2CHCH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$ 、 $\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ -C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$ 四种结构, 每种结构分别



关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

