

本试卷共8页，100分。考试时长90分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

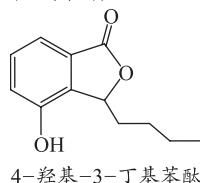
可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16 Na 23 Cl 35.5 S 32

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 中草药“当归”中含有 4-羟基-3-丁基苯酞。下列关于该物质的说法正确的是

- A. 能发生水解反应
- B. 分子式为 $C_{13}H_{14}O_3$
- C. 能与溴水发生取代和加成反应
- D. 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应产生 CO_2



2. 氘 (2_1H) 和氚 (3_1H) 是氢的两种同位素，其中仅 3_1H 具有放射性。下列说法正确的是

- A. 2_1H_2O 的相对分子质量为 18
- B. 3_1H 的中子数为 1
- C. 2_1H_2O 具有放射性
- D. 可用质谱区分 H_2 和 2_1H_2

3. 下列说法正确的是

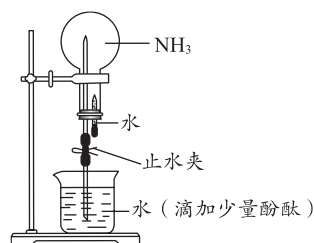
- A. 室温下，1 L 0.1 mol·L⁻¹ 盐酸中 H^+ 的数目约为 6.02×10^{22}
- B. 标准状况下，5.6 L CCl_4 中所含 C-Cl 键的数目约为 6.02×10^{23}
- C. 5.6 g Fe 和足量 Cl_2 反应转移电子的物质的量为 0.2 mol
- D. 室温下，pH 相同的盐酸和硫酸中，溶质的物质的量浓度相同

4. 下列方程式能准确解释事实的是

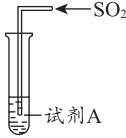
- A. 钠在空气中加热生成淡黄色固体： $4Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Na_2O$
- B. 硫酸铵溶液使蓝色石蕊试纸变红： $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$
- C. 氢氧化铜浊液中滴加氨水得到深蓝色溶液： $Cu^{2+} + 4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}$
- D. 氢硫酸中通入适量 Cl_2 得黄色沉淀： $H_2S + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} S \downarrow + 2HCl$

5. 用圆底烧瓶收集 NH_3 后进行喷泉实验。对实验现象的分析正确的是

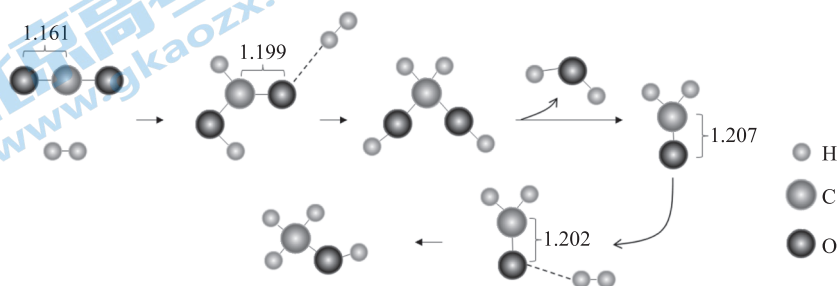
- A. 烧瓶中形成喷泉，说明 NH_3 与 H_2O 发生了反应
- B. 烧瓶中剩余少量气体，能证明 NH_3 的溶解已达饱和
- C. 烧瓶中溶液为红色的原因是：
 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
- D. 烧瓶中溶液露置在空气中一段时间后 pH 下降，能证明氨水具有挥发性



6. 下列关于实验现象的解释或结论中，不正确的是

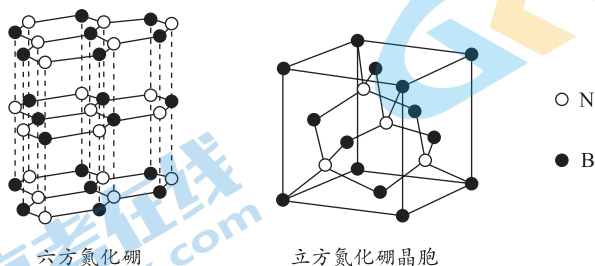
选项	实验操作	试剂 A	现象	结论
A		酸性 KMnO_4 溶液	紫色褪去	SO_2 具有还原性
B		新制氯水	黄绿色褪去	SO_2 具有漂白性
C		H_2S 溶液	出现淡黄色浑浊	SO_2 具有氧化性
D		盐酸酸化的 BaCl_2 溶液	无明显变化，一段时间后产生白色沉淀	硫元素从+4价被氧化到+6价

7. 科研人员提出了 CO_2 羰基化合成甲醇的反应机理，其主要过程示意图如下（图中数字表示键长的数值）。



下列说法不正确的是

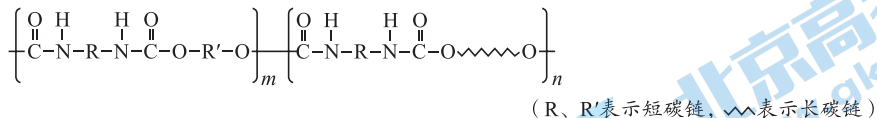
- 该过程中， CO_2 被还原
 - 该过程中发生了 3 次加成反应
 - 由上图可知，化学键的键长会受到周围基团的影响
 - 该过程原子利用率达到 100%
8. 氮化硼（BN）晶体存在如下图所示的两种结构。六方氮化硼的结构与石墨类似；立方氮化硼的结构与金刚石类似，可作研磨剂。



下列说法不正确的是

- 六方氮化硼层间的相互作用不属于化学键
- 六方氮化硼可做润滑剂
- 立方氮化硼晶胞中含有 4 个氮原子和 4 个硼原子
- 立方氮化硼晶胞中，N 和 B 之间不存在配位键

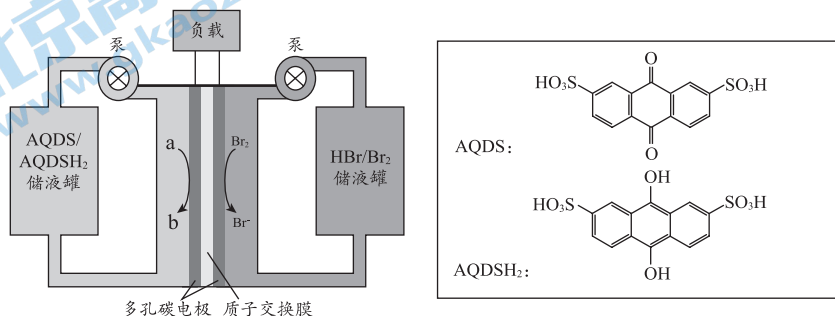
9. 聚氨酯是一种应用广泛的有机材料，可根据需求调节其硬度，其结构片段如下图。



下列有关聚氨酯的说法不正确的是

- A. 聚氨酯在一定条件下能发生水解
- B. 聚氨酯中只含有酯基
- C. 聚氨酯链之间可形成氢键，增大材料的硬度
- D. m/n 的值越大，聚氨酯材料的硬度越大

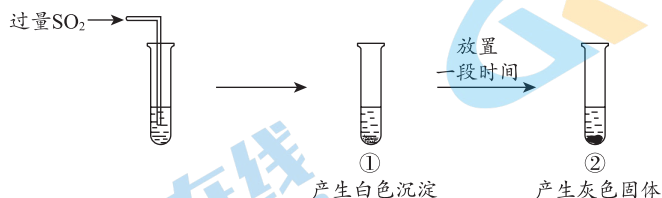
10. 液流电池可以实现光伏发电和风力发电电能的储存和释放。一种非金属有机物液流电池的工作原理如下图。



下列说法不正确的是

- A. 放电时，正极反应式为 $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$
- B. 放电时，物质 a 为 AQDSH₂
- C. 充电时，AQDS/AQDSH₂ 储液罐中的 pH 减小，H⁺ 通过质子交换膜到达溴极室
- D. 增大储液罐体积，可提高液流电池的储能容量

11. 向 AgNO₃ 溶液中通入过量 SO₂，过程和现象如下图。



经检验，白色沉淀为 Ag₂SO₃；灰色固体中含有 Ag。

下列说法不正确的是

- A. ①中生成白色沉淀的离子方程式为 $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{SO}_3\downarrow + 2\text{H}^+$
- B. ①中未生成 Ag₂SO₄，证明溶度积： $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SO}_3) < K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SO}_4)$
- C. ②中的现象体现了 Ag⁺ 的氧化性
- D. 该实验条件下，SO₂ 与 AgNO₃ 反应生成 Ag₂SO₃ 的速率大于生成 Ag 的速率

12. 氧化铈 (CeO_2) 是应用广泛的稀土氧化物。一种用氟碳铈矿 (CeFCO_3 , 含 BaO 、 SiO_2 等杂质) 为原料制备 CeO_2 的工艺如下图。

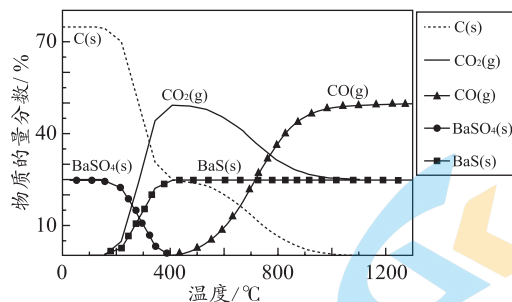


下列说法不正确的是

- A. 滤渣 A 的主要成分为 BaSO_4 和 SiO_2
- B. 步骤①、②中均有过滤操作
- C. 该过程中, 铈元素的化合价变化了两次
- D. 步骤②反应的离子方程式为 $2\text{Ce}^{3+} + 6\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
13. 工业上利用碳热还原 BaSO_4 制得 BaS , 进而生产各种含钡化合物。温度对反应后组分的影响如下图。

已知: 碳热还原 BaSO_4 过程中可能发生下列反应。

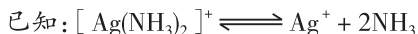
- i. $\text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{BaS}(\text{s}) \quad \Delta H_1$
- ii. $\text{BaSO}_4(\text{s}) + 4\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 4\text{CO}(\text{g}) + \text{BaS}(\text{s}) \quad \Delta H_2 = +571.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- iii. $\text{BaSO}_4(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + \text{BaS}(\text{s}) \quad \Delta H_3 = -118.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



下列关于碳热还原 BaSO_4 过程的说法正确的是

- A. $\Delta H_1 = +113.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 400°C后, 反应后组分的变化是由 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 的移动导致的
- C. 温度升高, $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 的平衡常数 K 减小
- D. 反应过程中, 生成的 CO_2 和 CO 的物质的量之和始终等于投入 C 的物质的量

14. 某小组同学用乙醛进行银镜反应实验时，补充做了以下实验。



实验①

银氨溶液 (pH=8.2) 混合液 (pH=10.2) 光亮的银镜

实验②

银氨溶液 (pH=8.2) 混合液 (pH=10.2) 无明显现象

下列关于该实验的分析不正确的是

- A. 实验①无需加热，说明碱性条件有利于银氨溶液与乙醛的反应
- B. 实验①中加入 NaOH 后，溶液中 $c(\text{NH}_3)$ 增大
- C. 实验表明，乙醛还原的是 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 中的 $\text{Ag}(\text{I})$
- D. 对比实验①和②知，形成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 后 $\text{Ag}(\text{I})$ 氧化性降低

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. (8 分) 空燃比是影响发动机油耗和污染物排放量的重要因素。

资料：i. 空燃比是通入空气与燃料质量的比值，按化学计量数反应时的空燃比称为理论空燃比。



(1) 若不完全燃烧时发生反应 $2\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 23\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 12\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{CO}(\text{g}) + 18\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

①与完全燃烧相比，每 2 mol C_8H_{18} 不完全燃烧时少放出的能量为_____。

②为减少油耗，实际使用过程中的空燃比_____ (填“大于”或“小于”) 理论空燃比。

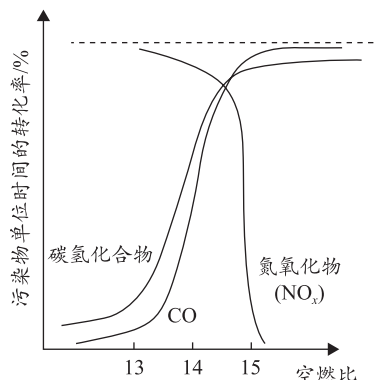
(2) 三元催化转化器可降低汽车尾气中 CO、碳氢化合物和氮氧化物的含量。汽车尾气中污染物单位时间的转化率与空燃比的关系如右图 (氮氧化物主要是 NO)。

已知：i. 空燃比大于 15 后，空燃比越大，尾气的温度越低。

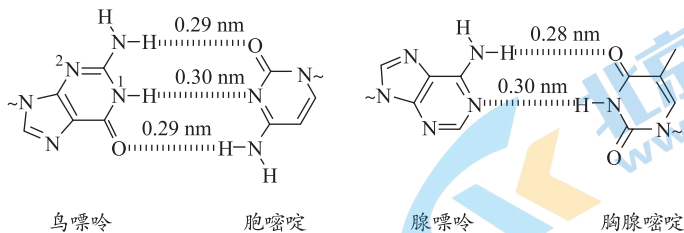
ii. CO 和 NO 的反应为放热反应。

①三元催化转化器可将 CO 和 NO 转化为无害气体，反应的化学方程式为_____。

②空燃比大于 15 时，尾气中氮氧化物单位时间的转化率接近于 0，可能的原因是_____ (写出 2 条)。

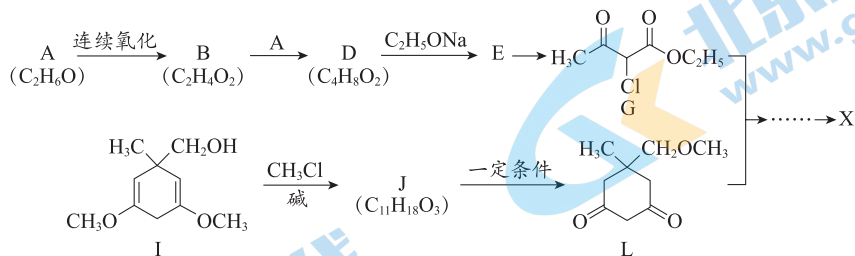


16. (13分) 氢键对生命活动具有重要意义。DNA中四种碱基间的配对方式如下图。(~代表糖苷键)



- (1) 基态 N 的核外电子排布式为_____。
- (2) 碱基中的 $-NH_2$ 具有一定的碱性，可以结合 H^+ 形成 $-NH_3^+$ ，从结构角度解释可以结合的原因：_____。
- (3) 鸟嘌呤是一种常见的碱基。
 - ① 鸟嘌呤中 2 号 N 的杂化类型为_____。
 - ② 鸟嘌呤中 N-H 键的平均键长_____ (填“大于”“小于”或“等于”) 0.29 nm。
- (4) 氢键在 DNA 复制过程中起重要作用。
 - ① 碱基中，O、N 能与 H 形成氢键而 C 不能，原因是_____。
 - ② 下列说法正确的是_____ (填序号)。
 - a. 氢键的强度较小，在 DNA 解旋和复制时容易断裂和形成
 - b. 鸟嘌呤与胞嘧啶之间的相互作用比鸟嘌呤与胸腺嘧啶之间的更强
 - c. 碱基配对时，一个 H 可以同时与多个原子形成氢键
- (5) 一定条件下鸟嘌呤会发生异构化，其 1 号 N 上的 H 会转移到 O 上形成 $-OH$ 。
 - ① 鸟嘌呤异构化后的结构简式为_____。
 - ② 鸟嘌呤异构化后最有可能配对的嘧啶碱基是_____。

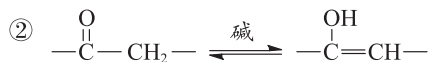
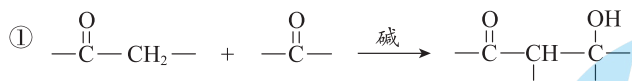
17. (11分) 乌药内酯具有抗炎、镇痛作用。乌药内酯的中间体 X 合成路线如下图所示 (部分反应条件或试剂略去)。



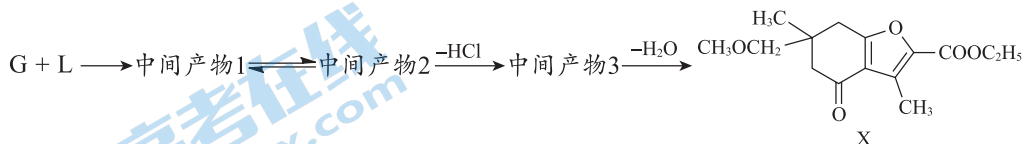
- (1) B 的名称是_____。
- (2) B \rightarrow D 的化学方程式是_____。
- (3) 已知 $2D \rightarrow E + A$ ，E 的结构简式是_____。
- (4) 下列关于有机物 I 的说法不正确的是_____ (填序号)。
 - a. 可以发生取代反应、加成反应、氧化反应
 - b. 存在酚类同分异构体
 - c. 可以用酸性 $KMnO_4$ 溶液检验其中的碳碳双键
 - d. 核磁共振氢谱中有 6 种信号峰，是手性分子

(5) I → J 的化学方程式是_____。

(6) 已知:



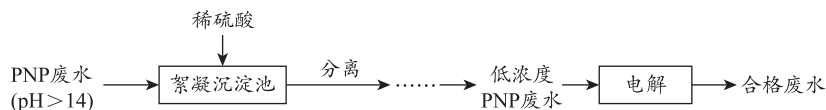
G 与 L 可以在碱性条件下经过如下图所示的多步反应得到 X。



中间产物 1、中间产物 3 的结构简式是_____、_____。

18. (12分) 对硝基苯酚 ($\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$, PNP) 是应用广泛的精细化工中间体。PNP 有毒, 工业废水中的 PNP 需联合采用多种方法进行处理, 流程如下。

已知: PNP 的溶解性与苯酚类似, 微溶于水; 其化学性质稳定, 可被 $\cdot\text{OH}$ 、 HClO 氧化降解为无机物, 但不能与 O_2 反应。



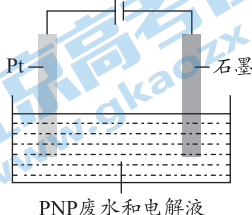
(1) 在 $\text{pH} > 14$ 的废水中, PNP 的存在形态为_____ (用结构简式表示)。

(2) 絮凝沉淀池中加入硫酸的目的是_____。

(3) 低浓度 PNP 废水可通过电解法处理, 装置示意图如右图。

① $\cdot\text{OH}$ (氧元素为 -1 价) 由水产生, $\cdot\text{OH}$ 在_____ (填“Pt”或“石墨”) 电极产生。

② 产生 $\cdot\text{OH}$ 的电极反应式为_____。

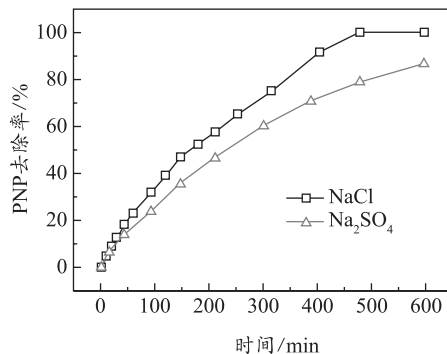


(4) 废水中所含电解质的种类会影响电解法处理 PNP 的去除率。其它条件相同时, 以 NaCl 和 Na_2SO_4 模拟酸性低浓度 PNP 废水中的电解质, 结果如下图。

① 电解质为 NaCl 时, 阳极副反应的电极反应式为_____。

② 电解质为 NaCl 时, PNP 去除率较 Na_2SO_4 高, 可能的原因是_____。

(5) 在强碱性条件下, 单独使用电解法也可有效去除废水中的 PNP。工业上仍联合使用絮凝沉淀法处理 PNP 废水, 目的是节约电能和_____。

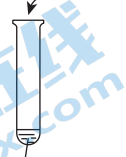
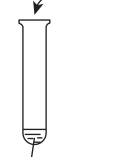


19. (14分) 实验小组探究 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液与 KI 溶液的反应及其速率, 实验过程和现象如下。

已知: i. $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 具有强氧化性, 能完全电离, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 易被还原为 SO_4^{2-} ;

ii. 淀粉检测 I_2 的灵敏度很高, 遇低浓度的 I_2 即可快速变蓝;

iii. I_2 可与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 发生反应: $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ 。

编号	1-1	1-2
实验操作	 <p>2 滴淀粉溶液</p> <p>2 mL 0.2 mol·L⁻¹ KI 溶液</p>	 <p>2 mL 0.2 mol·L⁻¹ $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液和 2 滴淀粉溶液</p> <p>2 mL 0.2 mol·L⁻¹ KI 溶液</p>
现象	无明显现象	溶液立即变蓝

(1) 实验 1-1 的目的是_____。

(2) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与 KI 反应的离子方程式为_____。

为了研究 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与 KI 反应的速率, 小组同学分别向两支试管中依次加入下列试剂, 并记录变色时间, 如下表。

编号	0.2 mol·L ⁻¹ KI 溶液 / mL	0.01 mol·L ⁻¹ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 / mL	蒸馏水 / mL	0.4% 的淀粉溶液 / 滴	0.2 mol·L ⁻¹ $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液 / mL	变色时间 / s
2-1	2	0	2.8	2	0.2	立即
2-2	2	0.8	0.2	2	2	30

(3) 实验 2-1 不能用于测定 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与 KI 反应的速率, 原因除变色时间过短外还有_____。

(4) 加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液后溶液变蓝的时间明显增长, 甲同学对此提出两种猜想。

猜想 1: $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 先与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应, 使 $c(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})$ 降低;

猜想 2: $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 先与 KI 反应, _____。

①甲同学提出猜想 1 的依据: 由信息 iii 推测, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的还原性_____ (填“强于”或“弱于”) KI 的。

②乙同学根据现有数据证明猜想 1 不成立, 理由是_____。

③补全猜想 2: _____。

(5) 查阅文献表明猜想 2 成立。根据实验 2-2 的数据, 计算 30 s 内的平均反应速率 $v(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) =$ _____ mol·L⁻¹·s⁻¹ (写出计算式)。

(6) 实验 2-2 中, 30 s 内未检测到 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应, 可能的原因是_____ (写出 2 条)。