

2026 Beijing Chemistry Qualifiers

In the 2026 High School Chemistry Olympiad Beijing Regional Qualifiers, there are no difficult element inferences. It is all about the application of Basic Chemistry Theory and The

April 19, 2026 • Chemistry Olympiad • Chemistry Qualifier

In the 2026 High School Chemistry Olympiad Beijing Regional Qualifiers, there are no difficult element inferences. It is all about the application of **Basic Chemistry Theory** and **Thermodynamic Calculation**.

XeChem 化学竞赛交流群: 546110588 151958802 1169372709

2026 年高中化学奥林匹克北京地区预选赛试题

关于试题的一些说明:

一、本试题为北京化学会命题, 版权归北京化学会所有。本文为原件复制版, 由 XeChem 官方团队制作。

二、为尽量增强题目的可读性和题目的规范性, 我们对本文档中题目的插图进行了重绘, 并对题目进行了贴近题目的修改。实际情况请以原始文献和原始题目为准。

三、本文件不为最终版, 反馈问题可在 XeChem 交流群里联系群主。

第 1 题 选择题 (40 分, 单选, 每题 5 分)

1-1 下列生活中的现象与氢键无关的是

A. 水浸的纸张晾干后变硬 B. 用合成胶水 (聚乙烯醇) 粘贴纸张

C. 用蒸汽熨斗熨烫褶皱衣物 D. 聚氯乙稀留花贴在光滑的玻璃上

1-2 下列有关物质性质的说法中, 正确的是

A. HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 四种氢化物中, 还原性最强的是 HF

B. H_2O 、 NH_3 、 N_2H_4 、 HN_3 四种氢化物中, 碱性最强的是 N_2H_4

C. H_3PO_4 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2BO_3^- 中属于一元酸的是 H_3PO_4 、 H_2BO_3^-

D. ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 四种离子中在相同条件下, 氧化性最强的是 ClO_4^-

1-3 长时间使用的银器表面变暗, 部分原因是由于生成了 Ag_2S 。将这样的银器用铝箔包裹放入热食盐水浸泡, 可使银器表面恢复光泽, 下列说法错误的是

A. Al 作负极, 发生氧化反应

B. 反应开始后, 银器附近溶液的 pH 降低

C. 该方法与牺牲阳极保护法原理均为原电池

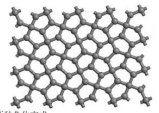
D. 若在处理过程中闻到臭鸡蛋气味, 则表明银器表面含有 Ag_2S

1-4 一氧化氮在自然界中广泛存在, 在生物体内扮演重要的信号分子角色。其化学性质独特, 在催化、免疫学和生理学等方面展现了巨大的应用前景。下列关于 NO 及其离子的说法错误的是

A. NO 的键级为 2 B. 键长 $\text{NO} > \text{NO}^+$

C. NO 具有顺磁性 D. 键能 $\text{NO} > \text{NO}^+$

1-5 理论预测五边形石墨是一种仅由五边形构成的二维层状结构, 其结构如图所示, 下列说法不正确的是



A. 该结构中碳原子有两种杂化方式

B. 该结构的二维晶胞中包含 6 个碳原子

C. 该结构的每一个二维晶胞中包含两个结构单元

D. 该结构比石墨更易被氢气加成

1-6 一种锂离子导体是 $\text{Li}_2\text{O}(\text{X}-\text{ClBr})$, 具有反钙钛矿结构 (钙钛矿 ABX_3 结构见右图), O^{2-} 占据钙钛矿结构中 A 的位置 (图中心大球), Li^+ 占据钙钛矿结构中 X 的位置 (八面体顶

2026 年高中化学奥林匹克北京地区预选赛试题 第 1 页 共 10 页

Answers to the first five questions: DCBAC

1-1 Simple questions, no explanation.

1-2: Simple element properties

A: The reducing order is opposite to the non-metallic order of anionic elements:



B: Determine the basic order by the ability to coordinate with H^+ :

Nitrogen has low electronegativity, and NH_3 is undoubtedly the most alkaline.

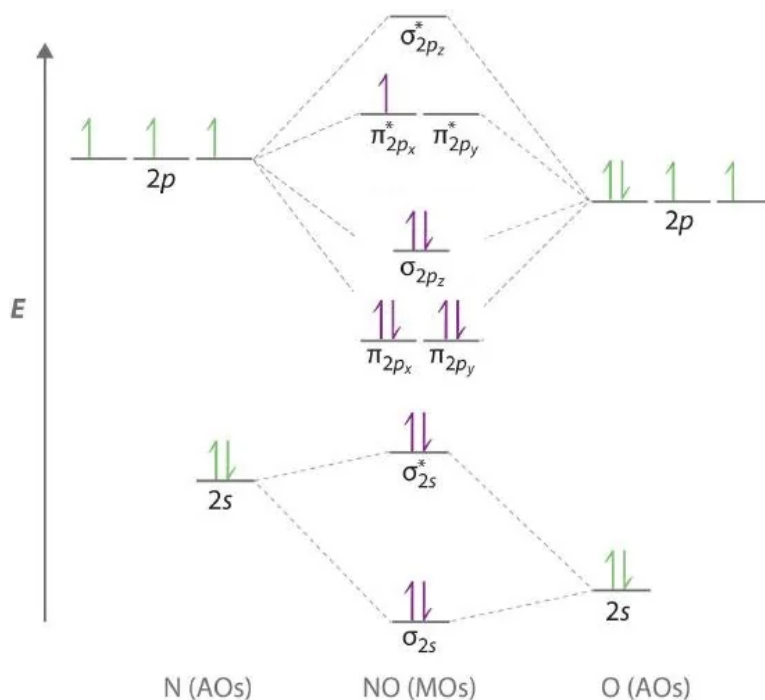
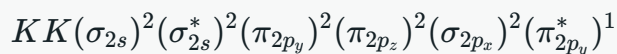
Due to the electron-withdrawing induction effect of $-\text{NH}_2$, N_2H_4 is weaker than NH_3 , but stronger than H_2O .

The anion N_3^- formed after ionization of HN_3 has two delocalized bonds of Π_3^4 , so HN_3 is acidic and the weakest alkaline

C is extremely correct, D has the strongest oxidizing property ClO^- (low symmetry, small bond energy)

1-3 Simple electrochemistry, no explanation.

1-4: Electronic configuration of NO molecule:



Review the basic content of molecular orbitals:

KK means that there are two pairs of electrons in the 1s orbitals of the K layers of the two atoms. The ones that overlap each other are mainly the outer orbits of the atoms, so the 1s electrons in the inner layers of the atoms basically maintain their state in the atomic orbitals.

Elements such as B, C, and N will have **sp hybrid** due to the small energy gap between 2s and 2p orbitals, making $E(\pi_{2p}) < E(\sigma_{2p})$ (but note that the energy order of π antibonding orbitals and σ antibonding orbitals does not change)

What does this do:

1. Explain the **paramagnetism** of B_2
2. What is the influencing molecule **HOMO**?
3. Explain that C_2 has two π bonds and no σ bonds

A: NO key level is 2.5

Key level	NO	NO ⁺	NO ⁻
	2.5	3	2

The order of bond lengths is opposite to that of bond levels, and the order of bond energies is the same as that of bond levels.

B is correct, D is correct.

NO⁻ Molecular electronic configuration:

$$KK(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p_y})^2(\pi_{2p_z})^2(\sigma_{2p_x})^2(\pi_{2p_y}^*)^1(\pi_{2p_z}^*)^1$$

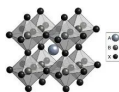
There is a single electron in the molecule, so it is paramagnetic (same reason O₂ also has paramagnetism), C is correct. Based on the above, choose A

1-5 1-6 crystal questions are still in jail, skip it directly

6-8 answers DCB

XeChem 化学竞赛资源: 546110588 151958892 1169372709

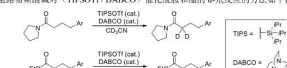
点), 所有 Li⁺均处于由 3 个 O²⁻和 1 个 Cl 构成的四面体中心, 存在有序排列。Li⁺的迁移是一个“跳跃”过程, 从一个四面体中心穿过一个共用面, “跳”到相邻的另一个四面体中心。经研究发现用部分 Br 替代 Cl 形成的 LiOCl_{1-x}Br_x 离子电导率显著提升, 科研人员推测是 Br 的引入增加了阴离子组成晶格的无序度(由 Cl 和 Br 在阴离子晶格上的随机混合), 下列分析正确的是



A. 在 LiOCl 理想晶体中, 每个晶胞含有 4 个“LiOCl”单元, 且 O²⁻与 Cl 的数量之比为 1:1
B. Li⁺的迁移需要经过一个“由两个相邻四面体共面的三角形瓶颈”, 在 LiOCl 中, 瓶颈一定由 2 个 O²⁻和 1 个 Cl 构成
C. 用 Br 部分替代 Cl 后, 由于 Br 半径大于 Cl, 会使晶胞膨胀, 从而直接增大 Li⁺迁移通道的尺寸, 是电导率提升的主要原因
D. 从热力学角度看, Br 的引入使晶格构型熵增加, 同时 Br 与 Li⁺的离子键强度弱于 Cl 与 Li⁺, 降低了 Li⁺的迁移能垒

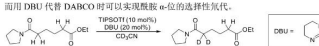
1-7 已知磷酸在水溶液的三级解离常数 K_{a1}=6.9×10⁻³, K_{a2}=6.2×10⁻⁸, K_{a3}=4.8×10⁻¹³, 向磷酸溶液中滴加氢氧化钠, 使水溶液中的含磷物种平均带两个负电荷, 此时溶液的 pH 近似为
A. 7.9 B. 8.6 C. 9.8 D. 10.5

1-8 氙代化合物在药物研发(作为内标、代谢物示踪以及药物本身)、材料研究和材料科学领域扮演着至关重要的角色, 氙同位素交换是最直接、高效的氙代合成策略之一, 一种利用受阻路易斯酸碱对(TIPSOTf/DABCO)催化酰胺和酯的 α-氙反应的方法如下图所示:



反应中由 TIPSOTf 解离出高活性的路易斯酸, 反应的关键步骤是与酰胺氮原子后活化了的羧基 α-H, 以加代乙酮作为先驱, 通过路易斯碱促进的氢离子交换实现了酰胺和酯的 α-氙代。

当底物分子中同时存在酰胺和酯基时, 用 TIPSOTf 和 DABCO 的组合时选择性不好, 而用 DBU 代替 DABCO 时可以实现酰胺 α-位的选择性氙代。



A. 一级胺的酰胺在该条件下, 主要发生 N 上氙的氙代, 得不到 α-氙代的产物
B. 底物分子中同时存在酰胺和酯基时, 酰胺与酯基活性的差别来自于二者 α-H 的酸性差异

2026 年高中化学奥林匹克北京地区预选赛试题 第 2 页 共 18 页

1-7 Simple aqueous solution calculations, using distribution fractions

$$\frac{3\delta(\text{PO}_4^{3-}) + 2\delta(\text{HPO}_4^{2-}) + \delta(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{\frac{3K_{a1}K_{a2}K_{a3} + 2K_{a1}K_{a2}[\text{H}^+] + K_{a1}[\text{H}^+]^2}{K_{a1}K_{a2}K_{a3} + K_{a1}K_{a2}[\text{H}^+] + K_{a1}[\text{H}^+]^2}} = 2$$

Knock on Casio and get $[\text{H}^+] = 1.73 \times 10^{-10}$, $pH = 9.76$

Or because $\delta(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = \delta(\text{PO}_4^{3-})$, $[\text{H}^+] = \sqrt{K_{a2}K_{a3}} = 1.73 \times 10^{-10}$ can also be used

1-8:

- A. 一级胺的酰胺在该条件下，主要发生 N 上氢的氘代，得不到 α -氘代的产物
 B. 底物分子中同时存在酰胺和酯基时，酰胺与酯基氘代活性的差别来自于二者 α -H 的酸性差异

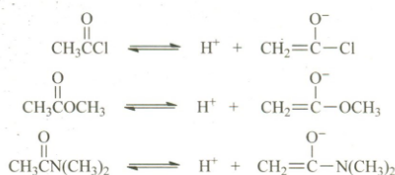
A: The N—H bond in the amide group is significantly more acidic than the α -C—H bond, so under the action of Lewis base, the hydrogen ions in N—H will be preferentially dissociated, and then **hydrogen-deuterium exchange** will occur in the **deuterated reagent** environment.

B: Observing the reaction under the action of DBU, it was found that **hydrogen-deuterium exchange** occurred first in the α -H of the amide, while the ester group α -H did not change. This seems to be the opposite order of the acidity of α -H?

表 13-4 某些羧酸衍生物和腈的 α 氢的酸性比较

化合物	α 氢的 pK_a	化合物	α 氢的 pK_a
CH_3COCl	≈ 16	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	25
CH_3CHO	17	CH_3CN	≈ 25
CH_3COCH_3	20	$\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2$	≈ 30

从表 13-4 可以看到，酰氯的 α 氢酸性比醛、酮的还大，酯较小，而酰胺更小。这可以从这些化合物本身的结构以及它们形成烯醇式后的结构来认识：



在乙酰氯中，氯的吸电子诱导效应大于给电子共轭效应，它的存在增强了羰基对 α 碳的吸电子能力，从而也增强了 α 氢的活性。同时，氯的吸电子效应也使形成的烯醇负离子因负电荷分散而趋于稳定。故酰氯 α 氢的酸性比醛、酮的还强。在酯和酰胺中，烷氧基的氧和氨基氮的给电子共轭效应均大于吸电子诱导效应。烷氧基氧的孤对电子和氨基氮的孤对电子均可与羰基共轭而使体系变得稳定，如果解离 α 氢，形成烯醇负离子，则需要较大的能量，因此它们的酸性比醛、酮弱。酰胺氮上的孤对电子碱性较强，使共轭体系更加稳定，要解离 α 氢形成烯醇负离子需要的能量更多，故酸性比酯还弱。

The highly active Lewis acid is dissociated from TIPSOTf during the reaction. The key step of the reaction is to activate the carbonyl group α -H after coordination with the carbonyl group. Using deuterated acetonitrile as the deuterium source, the α -deuterated amide and ester are realized through hydrogen ion exchange promoted by Lewis base.

The problem lies here. Since **carbonyl oxygen is basic**: amide > ester (why? Judged by the resonance formula), the carbonyl oxygen of the amide is more likely to coordinate with the Lewis base, thereby forming **oxonium ions**, which greatly enhances the acidity of α -H, leading to deuteration, not because α -H is highly acidic. B error

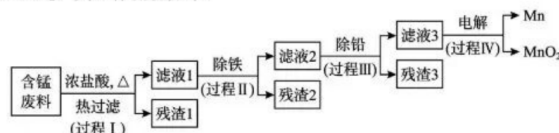
- C. 与 TIPSOTf/DABCO 是受阻路易斯酸碱对不同，TIPSOTf/DBU 可能形成了路易斯酸-碱加合物
 D. 使用酸性更强的质子源（如 D_2O ）不利于得到产物

What is the Lewis acid-base adduct? According to my understanding, it is the combination of Lewis acid and Lewis base, which coordinates the attack on the substrate. One coordinates the amide carbonyl oxygen, and the other pulls out $\alpha\text{-H}$, which promotes the deuteration of the amide $\alpha\text{-H}$ under the catalysis (otherwise, under normal circumstances, it is the ester group $\alpha\text{-H}$ deuteration). C is correct.

D. The proton source is too acidic and may directly protonate the Lewis base used, so D is correct.

第2题 金属 Mn 的提取 (18 分, 占 10%)

以废旧锌锰电池分选出的废料 (MnO_2 、 MnOOH 、 MnO 及少量 Fe、Pb 等) 为原料制备高纯 Mn 和 MnO_2 , 其工作流程如下:



资料 a: Mn 的金属活动性强于 Fe; Mn^{2+} 在酸性条件下较稳定, pH 大于 5.5 时易被 O_2 氧化。

资料 b: 生成氢氧化物沉淀的 pH 如下表。

	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
开始沉淀时	8.1	6.5	1.9
完全沉淀时	10.1	8.5	3.2

注: 表中数据以金属离子的起始浓度为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 计算

2-1 过程 I (浸出锰)。经检验滤液 1 中含有的阳离子为 Mn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Pb^{2+} 和 H^+ 。

2-1-1 MnO_2 与浓盐酸反应的离子方程式是什么。

2-1-2 检验滤液 1 中只含 Fe^{3+} 不含 Fe^{2+} 的操作和现象是什么。

2-1-3 Fe^{3+} 由 Fe^{2+} 转化而成, 可能发生的反应有 (请写出 3 个离子反应方程式)。

2-2 过程 II (除铁)。有如下两种方法: i. 氨水法: 将滤液 1 先稀释, 再加适量 10% 的氨水, 过滤。ii. 焙烧法: 将滤液 1 浓缩得到的固体于 290°C 焙烧, 冷却, 取焙烧物……已知: 焙烧中发生的主要反应为 $4\text{FeCl}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{Cl}_2$, 焙烧时 MnCl_2 和 PbCl_2 不发生变化。

2-2-1 氨水法除铁时, 溶液 pH 应控制在多少之间?

2-2-2 补充 ii 中的操作。

2-3 过程 III (除铅)。从流程中物质循环利用的角度分析, 加入的试剂是什么。

2-4 过程 IV (电解)。得到的电极反应式是什么。

2-1 simple questions

2-2-1 Fe^{3+} is completely precipitated. At the same time, Mn^{2+} cannot be oxidized by oxygen, and Pb^{2+} , Mn^{2+} cannot be allowed to precipitate, so adjust the pH to 3.2-5.5

2-2-2 Add water to dissolve, filter, **Add hydrochloric acid to acidify to pH less than 5.5**

2-3 Lead cannot be removed by precipitating Pb (otherwise, when Pb^{2+} is completely precipitated, Mn^{2+} has begun to precipitate), because Mn has stronger metal activity than Fe, so **add Mn** to reduce Pb^{2+} .

3 Simple calculations of thermodynamics and kinetics, skip

4-7 由实验 I、II 可知, $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 能在溶液中稳定存在, 但 $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)]^+$ 则极易转化为 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, 结合 4-1, 从配离子的结构角度分析其原因。

4-7 $[\text{FeS}_2\text{O}_3]^+$ 中 O 作配位原子, 端基 S 在外侧, 受 Fe^{3+} 吸电子作用的影响, 端基 S 上的负电荷密度减小, 易与另一个配体的端基 S 形成二硫键 ($-\text{S}-\text{S}-$), 从而生成 Fe^{2+} 和 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。而 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 中端基 S 作配位原子, 且 K_{Fe} 很大, 不可能再形成二硫键。(此外, $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 中 Ag^+ 采取 sp 杂化, 电荷分布对称, 使配体自身也难分解) (2 分)

4-7 It should be explained from two perspectives: **dynamics** (remember to connect the previous questions about **coordinated atoms**) and **thermodynamics**

第4题 硫代硫酸根性质的实验探究 (18分, 占10%)

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 常用作配位剂或还原剂。探究其与氧化性金属离子 Ag^+ 、 Fe^{3+} 的反应。

已知: $[\text{AgS}_2\text{O}_3]$ 和 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 无色, $[\text{FeS}_2\text{O}_3]^+$ 和 $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^-$ 为深紫色;

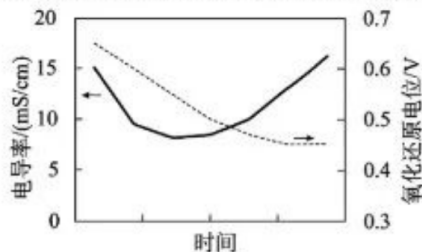
25 °C 的 $K_{\text{稳}}$: $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} \gg [\text{AgS}_2\text{O}_3] \gg [\text{FeS}_2\text{O}_3]^+ > [\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^-$

4-1 结构分析。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 可看作 SO_4^{2-} 中的一个 O 原子被 S 原子取代的产物。

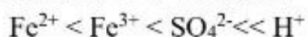
4-1-1 写出 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的结构式, 要求体现其空间结构。

4-1-2 软硬酸碱理论是美国化学家 Ralph G. Pearson (皮尔逊) 于 1963 年提出的, 用于解释和预测酸碱反应中物质结合倾向与配合物稳定性的经验理论。半径小、电荷高的阳离子其电子云的变形性小, 一般属于硬酸, 反之则属于软酸。电负性高、电子云紧密、难被极化的阴离子一般属于硬碱, 反之属于软碱。“软亲软, 硬亲硬” 同类之间更易结合, 形成的化合物更稳定是其理论核心。请用软硬酸碱理论判断, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 Ag^+ 、 Fe^{3+} 配位时, 分别用哪个原子作配位原子。

实验 III: 在烧杯中将 10 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与 20 mL FeCl_3 溶液混合, 持续充分搅拌, 用电导率仪和氧化还原电位计监测反应过程, 结果如下图。经检验, 最终溶液中有大量 SO_4^{2-} 。



已知: 相同温度下离子浓度相同时的电导率关系为:



4-8 结合 4-6 分析为什么起始阶段电导率曲线会陡降?

4-9 此开放体系的反应后期, 电导率快速上升, 同时电位下降趋于平稳。推测该区间的主要反应, 并分析电导率快速上升的原因。

4-8 Analyze the main contradiction (Don't just write $c(\text{Fe}^{3+})$ decline, consider the shift in hydrolysis equilibrium)

4-6 (1) 中最终的氧化产物为 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。分别写出溶液变紫和褪色所对应的离子方程式。

- $\text{Fe}^{3+} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = [\text{FeS}_2\text{O}_3]^+$ reduces ion concentration
- At the same time, the hydrolysis equilibrium of Fe^{3+} shifts backward and $c(\text{H}^+)$ also decreases.

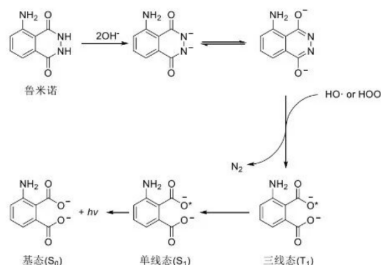
4-9 Through the redox potential of the solution, we know that $\frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c(\text{Fe}^{2+})}$ is basically unchanged (why? The redox potential of 0.4-0.5 can only be generated by Fe^{3+})

In the later stage, the reaction that occurred in the solution was obviously a **oxidation-reduction reaction** (possible coordination reactions had already occurred at the beginning, and sulfate was finally generated). Considering the **open system**, it can only be said that oxygen is used as the oxidant.

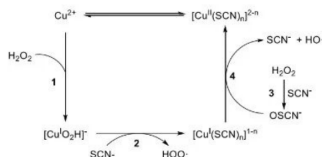
4-9 在 O_2 存在下, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 被进一步氧化成 SO_4^{2-} , 而这一过程中 Fe^{3+} 起了催化作用。 $2\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 7\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 8\text{SO}_4^{2-} + 12\text{H}^+$, H^+ 和 SO_4^{2-} 浓度的增大均能显著提高溶液的电导率。反应过程中 Fe^{3+} 被含硫物种还原, Fe^{2+} 被 O_2 氧化, 其浓度近似动态平衡, $c(\text{Fe}^{3+})/c(\text{Fe}^{2+})$ 基本不变, 因此溶液的氧化还原电位基本不变 (2分)

第5题 荧光振荡 (22分, 占10%)

化学振荡反应, 也称摇摆反应, 其是指在一些自催化反应中, 反应体系中某些物质的浓度随时间或空间发生周期性的变化。 $\text{H}_2\text{O}_2/\text{SCN}^-/\text{Cu}^{2+}/\text{OH}^-$ 振荡反应体系中生成含氧自由基($\text{HO}\cdot$ 和 $\text{HOO}\cdot$), 当含氧自由基达到一定浓度后, 可以氧化鲁米诺发出蓝色荧光, 其发光强度与自由基氧化鲁米诺的反应速率相关。鲁米诺发光原理如下图所示。



实验中振荡过程周而复始, 从而展现出明暗交替振荡的化学发光现象。其催化循环如下图所示, 其中反应3 硫氰根离子的氧化为决速步。经实验分析可知, 反应2 持续进行, 产生的 $\text{HOO}\cdot$ 自由基氧化鲁米诺, 发出持续的较暗的荧光; 慢反应3 反应一段时间后, OSCN^- 离子浓度升高, 引发反应4 快速进行, 瞬间产生大量的 $\text{HO}\cdot$ 自由基, 氧化鲁米诺产生短时间的明亮荧光。



5-1 根据循环示意图, 写出反应1-4的离子反应方程式。

5-2 循环中, 每消耗1 mol H_2O_2 产生多少 mol 自由基。

5-3 画出 SCN^- 和 OSCN^- 的路易斯结构式。

5-4 实验中使用的 Cu^{2+} 溶液混合后浓度为 $3.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 。浓度过高时, 溶液中可能会发生副反应, 影响实验现象的观察, 可能的副反应是什么。(写出离子方程式)

5-5 在一定范围内, Cu^{2+} 浓度增加, 荧光振荡周期缩短, 暗时荧光强度增加, 亮时荧光强度减弱。其原因可能是什么。

5-6 在一定范围内, SCN^- 浓度增加, 荧光振荡周期变长。其原因可能是什么。

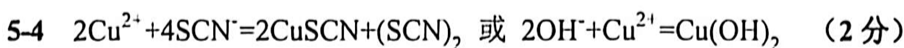
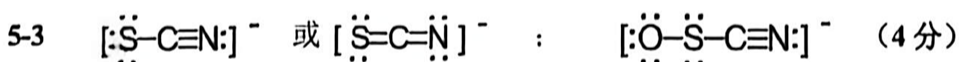
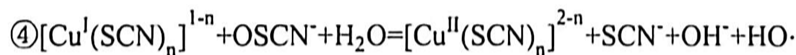
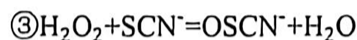
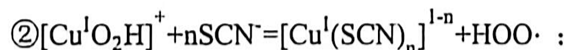
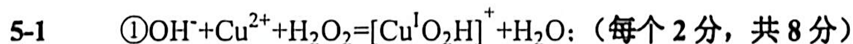
5-1 is a cheat question (it should be $[\text{Cu}^{\text{I}}\text{O}_2\text{H}]^+$ in the picture, and it was also a printing error during the exam)

Note that the ligand in $[\text{Cu}^{\text{I}}\text{O}_2\text{H}]^+$ is not water, but $\text{HOO}\cdot$ (very important for the writing of 2)

When writing the chemical formula of a coordination compound, in order to avoid confusion, the chemical symbols of neutral ligands and cationic ligands should be enclosed in parentheses when necessary, and attention should be paid to understanding what they represent. (N_2) dinitrogen (O_2) dioxygen represents a neutral molecule O_2 without parentheses means O_2^{2-} peroxide radical

- $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- = [\text{Cu}^{\text{I}}\text{O}_2\text{H}]^+ + \text{H}_2\text{O}$
- $[\text{Cu}^{\text{I}}\text{O}_2\text{H}]^+ + \text{SCN}^- = [\text{Cu}^{\text{I}}(\text{SCN})_n]^{1-n} + \text{HOO}\cdot$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SCN}^- = \text{OSCN}^- + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{OSCN}^- + [\text{Cu}^{\text{I}}(\text{SCN})_n]^{1-n} + \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}^{\text{II}}(\text{SCN})_n]^{2-n} + \text{SCN}^- + \text{OH}\cdot + \text{OH}^-$

For ionic reactions containing **free radical** species, as long as **charge conservation** and **atom conservation** should be enough



(铜离子催化过氧化氢分解也可以)

It is important to note that the **Lewis structural formula** uses square brackets to indicate the charge, rather than marking the **formal charge**.



It must be understood that the concentration of Cu^{2+} remains unchanged (because of the balance and material conservation in the above figure), but is affected by the concentration of thiocyanate.

5-5 Cu^{2+} is the reaction **catalyst**. As the concentration increases, the reaction rate accelerates and the oscillation period shortens;

As the concentration of Cu^{2+} increases, the reaction ①② rate accelerates, the $\text{HOO}\cdot$ free radical generation rate accelerates, the luminol luminescence rate triggered by $\text{HOO}\cdot$ free radicals increases, and the fluorescence intensity increases in the dark;

The rate of reaction is almost unchanged (or reduced, the concentration of thiocyanate reacts with copper ions), the accumulated concentration of OSCN^- within an oscillation period decreases, the rate of reaction ④ generated $\text{HO}\cdot$ decreases, the luminol emission rate of $\text{HO}\cdot$ free radicals triggers decreases, and the fluorescence intensity decreases when bright.

5-6 Thiocyanate forms a complex with copper ions, which reduces the reaction catalyst concentration and reduces the reaction rate.

The sixth question is a simple calculation question with no explanation.

For the following crystal problems and organic problems, I will write the analysis after I finish studying them.

E.N.D