

北京市十一学校 2023-2024 学年第 2 学段 高一学部
化学学科 高中化学 IIIA 课程 教与学诊断 (2024.1)

满分: 100 分 时间: 90 分钟 命题人: 张一丁

可能用到的相对原子质量: H-1, C-12, N-14, O-16, Na-23, Mg-24, Cl-35.5, Mn-55, Cu-64, I-127

第 I 卷 选择题 (共 42 分)

每小题 3 分, 每题只有 1 个选项符合题意, 请将答案填涂在答题卡上。

1. 下列化学用语或图示表达不正确的是

A. 基态 H 原子的电子云图:

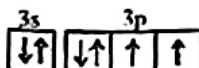


B. 基态 Cl 原子最高能级的电子云轮廓图:



C. 基态 Cr 原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$

D. 基态 S 原子的最外层电子轨道表示式:



2. 下列实验现象中, 不涉及氧化还原反应的是

- A. 固体烧碱放置于空气中, 表面变潮、出现液滴
- B. 把钠投入 CuSO_4 溶液中, 有蓝色沉淀生成
- C. 向酸性 KMnO_4 溶液中加入 H_2O_2 , 溶液紫色褪去
- D. 氯水在阳光下放置一段时间后, 溶液酸性增强

3. 核污染水中含有 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 等多种有害的放射性同位素粒子。下列说法不正确的是

- A. Sr 位于元素周期表中的 s 区
- B. ^{137}Cs 的原子中子比质子多 27 个
- C. 由元素周期律可知 Sr 的金属性比 Cs 强
- D. 可用沉淀法除去核污染水中的 $^{90}\text{Sr}^{2+}$

4. 下列实验设计能达到对应的实验目的的是

选项	A	B	C	D
实验设计				
实验目的	实验室制 Cl_2	比较 Cl、Br、I 得电子能力强弱	除去 Cl_2 中的少量 HCl	配制 100 mL $1.00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 溶液

5. 自然界中由 $^{232}_{90}\text{Th}$ 开始的放射性衰变最终生成 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 。在该衰变过程中发生

- A. 4次 α 衰变和 8次 β 衰变
 B. 4次 α 衰变和 6次 β 衰变
 C. 6次 α 衰变和 8次 β 衰变
 D. 6次 α 衰变和 4次 β 衰变

6. 下列原因分析能正确解释性质差异的是

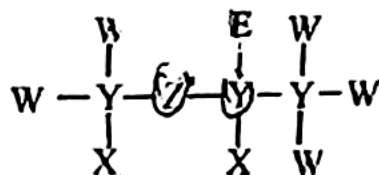
选项	性质差异	原因分析
A	与酸反应剧烈程度: $\text{Mg} > \text{Al}$	原子核对最外层电子吸引能力: $\text{Mg} < \text{Al}$
B	气态氢化物稳定性: $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$	相对分子质量: $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$
C	熔点: $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2$	单质的氧化性: $\text{I}_2 < \text{Br}_2 < \text{Cl}_2$
D	酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 < \text{H}_2\text{SO}_3$	非金属性: $\text{C} < \text{S}$

7. 下列选项中两种描述所指的两个原子不属于同种元素原子的是 (均指基态原子)

选项	描述 1	描述 2
A	3p 能级有一个空轨道	原子核外有 14 种不同运动状态电子
B	2p 能级无空轨道且有 1 个未成对电子	形成具有最强的氧化性的单质
C	M 层全充满且 N 层为 $4s^1$	焰色反应显紫色的金属元素
D	最外层电子数是核外电子总数的 1/5	原子核内有 35 个质子

8. 一种麻醉剂的分子结构式如图所示。其中, X 的原子核只有 1 个质子, Y 元素... 原子序数依次增大, 且均位于 X 的下一周期; 元素 E 的原子比 W 原子多 8 个电子; 原子所连接短线的数目对应该原子距离稳定结构所相差的最外层电子个数。下列说法不正确的是

- A. XEZ_4 是一种强酸
 B. 原子半径: $\text{Y} > \text{W} > \text{E}$
 C. 非金属性: $\text{W} > \text{Z} > \text{Y}$
 D. ZW_2 中, Z 的化合价为 +2 价



9. 将钠投入低温下的液氨中, 可观察到①钠沉入液面下; ②液体变为蓝色 (标志着形成了氨合电子, 可简写为 e^-); ③缓缓产生气泡。下列说法不正确的是

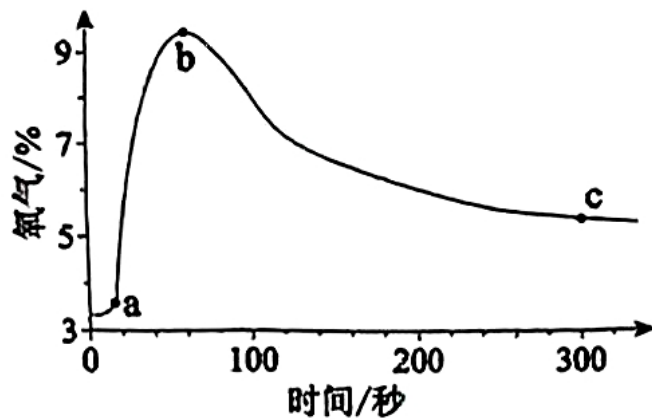
- A. ①表明液氨的密度大于水
 B. ②的方程式可表示为 $\text{Na} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + e^-$
 C. ③中可能发生 $2\text{NH}_3 + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{NH}_2^- + \text{H}_2\uparrow$
 D. 反应后, 液体的导电性增强

10. 氰是一种拟卤素, 有剧毒, 化学式为 $(\text{CN})_2$, 性质跟卤素相似。已知氧化性: $\text{Br}_2 > (\text{CN})_2 > \text{I}_2$, 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HCN} > \text{HCO}_3^-$ 。下列离子方程式或化学方程式中, 正确的是

- A. MnO_2 和 HCN 溶液共热: $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{CN}^- \xrightarrow{\Delta} (\text{CN})_2\uparrow + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 B. 向 KCN 和 KI 的混合溶液中通入少量 Cl_2 : $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$
 C. NaCN 固体和浓硫酸共热: $\text{NaCN} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{HCN}\uparrow + \text{NaHSO}_4$
 D. 向 NaCN 溶液中通入少量 CO_2 : $2\text{NaCN} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCN} + \text{Na}_2\text{CO}_3$

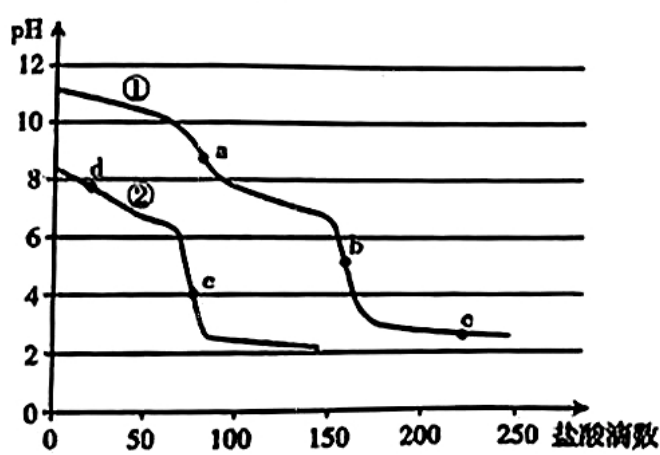


传感器测定 SO_2 与 Na_2O_2 反应过程中 O_2 的含量。向盛有 SO_2 的烧瓶中加入 Na_2O_2 固体， O_2 含量变化如图。已知 SO_2 是酸性氧化物， HNO_3 具有强氧化性。下列说法不正确的是



- A. ab 段主要反应为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2$
- B. bc 段 O_2 含量下降的原因是 $\text{O}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_3 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$
- C. Na_2SO_4 也可能由 SO_2 与 Na_2O_2 直接化合生成
- D. 可用 HNO_3 酸化的 BaCl_2 溶液检验 b 点固体中是否有 Na_2SO_4

12. 分别向相同浓度的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶液中逐滴加入相同浓度的盐酸，反应过程中溶液的 pH 变化如图所示。已知 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ 。下列说法不正确的是



- A. ①表示向 Na_2CO_3 溶液中滴加盐酸的过程
- B. a 点溶液中的主要溶质为 NaHCO_3
- C. 加入等量盐酸时，①和②产生的气体量相等
- D. 所用盐酸的浓度约为 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

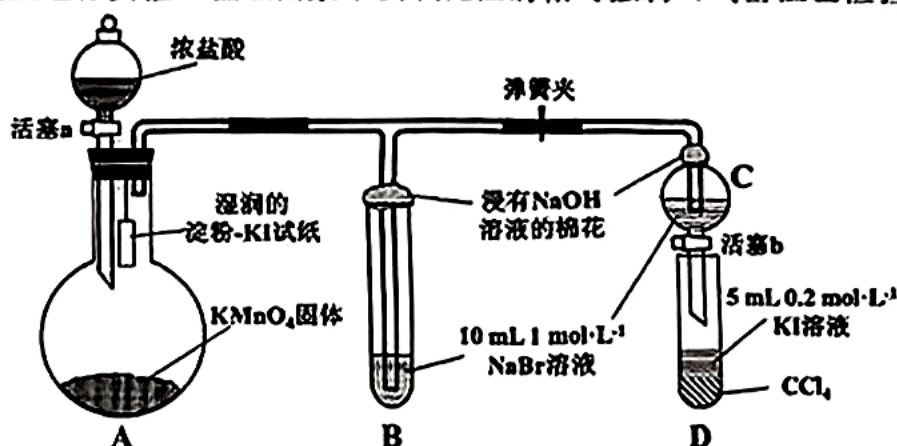
13. 某小组同学探究溶液中的 MnO_4^- 能否被金属钠还原，进行实验：

- ① 在干燥试管中加入绿豆大小的金属钠，逐滴滴加 $1 \text{ mL } 0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KMnO}_4$ 溶液，产生无色气体，溶液由紫红色 (MnO_4^-) 变为浅绿色 (MnO_4^{2-})。
- ② 向 $1 \text{ mL } 0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KMnO}_4$ 溶液中持续通入 H_2 ，水浴加热，溶液颜色无明显变化。
- ③ 向 $1 \text{ mL } 0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KMnO}_4$ 溶液中加入 NaOH 固体，溶液由紫红色变为浅绿色。

下列说法不正确的是

- A. 实验①中还可能观察到钠块浮在溶液表面，燃烧，产生黄色火焰
- B. 实验②中的现象说明实验①中溶液变色的原因与产生的气体无关
- C. 实验③中的现象说明实验①中可能发生 $4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- = 4\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 综合实验①~③的现象可得结论：溶液中的 MnO_4^- 可以被金属钠还原

14. 某小组用如下装置进行实验, 验证卤素单质氧化性的相对强弱 (气密性已检验, 夹持仪器略去)。



实验过程: I. 打开弹簧夹, 打开活塞 a, 滴加浓盐酸; II. 当 B 和 C 中溶液都变为黄色时, 夹紧弹簧夹; III. B 中溶液颜色继续加深, 片刻后关闭活塞 a; IV. 打开活塞 b 放出试管 C 中液体, 振荡 D 后静置、观察现象。以下说法不正确的是

- A. II 中 B、C 里溶液变黄证明氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$
- B. IV 的现象是静置后 D 中液体分层, 下层呈紫红色
- C. IV 的现象不能证明是 Br_2 氧化了 I^-
- D. 结合 II~IV 的现象可得结论: 氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

第 II 卷 非选择题 (共 58 分)

15. (11 分) 下面是长式元素周期表前 4 周期示意图, 其中用代号标注了一些元素。

	A								D	E	G			
	J								I			M		
							Q							

请回答下列问题 (作答时, 涉及的元素需用相应的元素符号表示, 不可用题中字母代号):

15.1 请按照半径从小到大的顺序排列 A、G、J 这三种元素的简单离子: _____ < _____ < _____

15.2 A、D、L 的最高价氧化物对应的水化物中, 酸性最强的是_____

15.3 Q^{2+} 离子的价电子轨道表示式是_____

15.4 E 或 G 可形成多种氢化物, 例如 G 可形成 H_2G 、 H_2G_2 , E 可形成 EH_3 或化合物 R (含 6 个原子)

EH_3 与 R 的关系类似 H_2G 与 H_2G_2 的关系。 H_2G_2 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{G}}:\ddot{\text{G}}:\text{H}$, 则 R 的电子式为_____。

15.5 关于氢元素在周期表中的位置一直存在不同意见, 例如因为其最外层半满, 有意见认为它可与碳同族。此外, 若氢元素既不放在现在的位置也不与碳同族, 它应该置于_____ (填周期表中的位置); 请用一个化学方程式支持该观点: _____。

15.6 将标准状况下 M 的单质气体 11.2 L 全部通入 500 mL 一定浓度的烧碱溶液中 (假设反应后溶液体积仍为 500 mL), 充分反应后测得溶液中 OH^- : MO^- : MO_3^- 三种离子浓度比为 5:2:1。

①总反应的离子方程式是_____。

②烧碱溶液的原始浓度是_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

16. 11 (分) 除“苏打”、“小苏打”外, 苏打兄弟中还有一个“大苏打”: 硫代硫酸钠。硫代硫酸根 ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) 可看作是 SO_4^{2-} 中的一个 O 原子被 S 原子取代的产物。

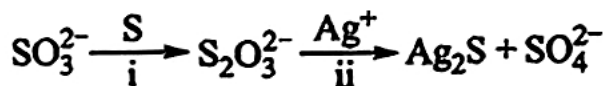
16.1 比较 S 原子和 P 原子第一电离能的大小并结合价电子排布式说明原因: _____。

16.2 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的结构式可表示为 $\ominus \overset{\ominus}{\text{O}}-\overset{\ominus}{\text{S}}-\overset{\ominus}{\text{S}}=\overset{\ominus}{\text{O}}$, 其中每一根短线都表示一对共用电子对 (一根共价键)。结合

元素的电负性推测, 两个 S 原子间的共用电子对更偏向 _____ (填“端基”或“中心”) 的 S 原子。

16.3 共价键可由两个原子 (离子) 分别提供一个电子来共用而形成, 也可以由一个原子 (离子) 提供一对电子 (通常是它未成键的最外层电子)、另一个原子 (离子) 提供空轨道而形成, 后面这种情况所成的共价键称为配位共价键, 简称配位键, 提供电子对的原子称为配位原子, 含有配位原子的微粒称为配体。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 可作为配体, 它的配位原子是 _____ (填“端基”或“中心”) 的 S 原子, 理由是 _____。

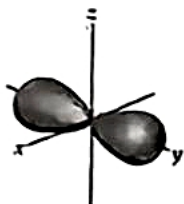
16.4 同位素示踪实验可证实 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中两个 S 原子的化学环境不同, 转化过程如下所示。



16.4.1 Ag 与 Cu 同族且相邻。由基态 Ag 变为基态 Ag^+ 的过程中, 失去的电子的轨道形状最接近 _____ (选填序号); 该电子所在轨道属于第 _____ 能级组。



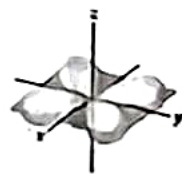
A



B



C



D

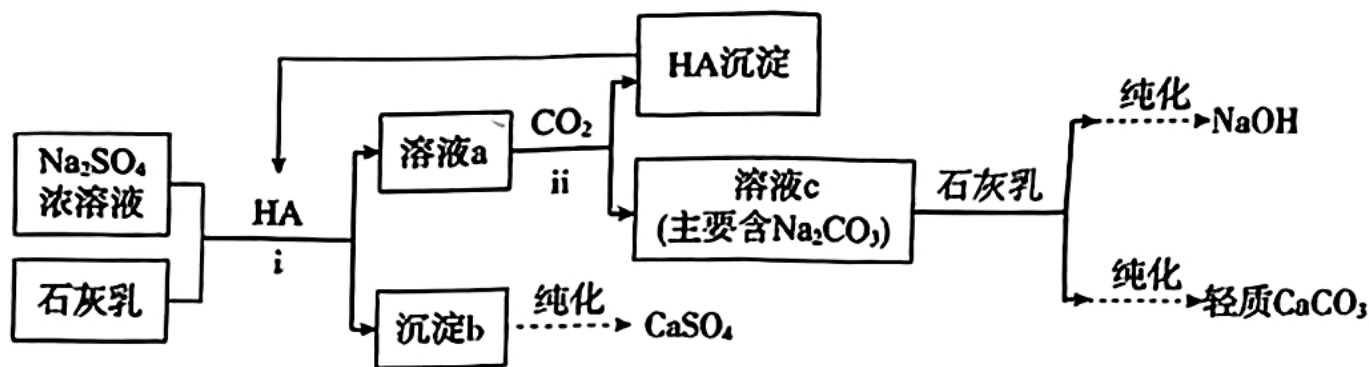


16.4.2 粒子的理论磁矩 (μ) 计算公式为: $\mu = \sqrt{n(n+2)}$ B.M., 式中 n 为粒子的未成对电子数, B.M. 为磁矩的单位“玻尔磁子”。则基态 S 原子的理论磁矩是 _____ B.M.。

16.4.3 过程 ii 中, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 断裂的只有硫硫键。若过程 i 所用试剂是 $\text{Na}_2^{32}\text{SO}_3$ 和 ^{35}S 则过程 ii 含银的产物是 _____ (填化学式)。

16.5 硫代硫酸钠在分析化学中有重要应用, 在碘量法滴定中可与 I_2 定量地反应生成连四硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$)。请写出此反应的离子方程式: _____。

17. (14分) 我国芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)储量居世界第一,由芒硝制备NaOH的方法具有重要价值。以芒硝和石灰石为原料生产NaOH、 CaSO_4 和轻质 CaCO_3 的主要流程如下。



17.1 步骤 i 中涉及的分离操作是_____。

17.2 HA 代表一种弱酸,在上述流程中可循环使用。温度相同时,溶解度 $S[\text{Ca}(\text{OH})_2] < S[\text{CaSO}_4]$, 使用 HA 可以促进沉淀 b 的形成。

17.2.1 溶液 a 的溶质主要是_____ (填化学式)。

17.2.2 步骤 ii 中体现的 HA 的性质有: 难溶于水、_____。



17.3 溶液 c 中会含有少量 NaHCO_3 。

17.3.1 写出生成 NaHCO_3 的化学方程式: _____;

17.3.2 NaHCO_3 的生成不会影响钠的利用率, 原因是_____ (用化学方程式表示)。

17.4 不以芒硝为原料时, 工业上可通过侯氏制碱法制备溶液 c 的主要溶质, 请写出有关的化学方程式:

17.4.1 _____;

17.4.2 _____。

17.5 实验室中, 用一种淡黄色固体与水反应可以生成 NaOH。

17.5.1 请写出此反应的离子方程式: _____;

17.5.2 若上述反应生成的气体含有 $48N_A$ 个质子, 反应中转移电子的物质的量为_____ mol。

18. (11分) 高铜酸钠 (NaCuO_2) 是一种少见的难溶性钠盐, 同时是一种罕见的+3价铜化合物, 为棕黑色

固体, 具有强氧化性。刘同学和程同学尝试在实验室中氧化+2价铜化合物制备高铜酸钠。

18.1 铜在元素周期表中的位置是_____, 按价电子排布它位于_____区; 假如存在 Cu^{3+} , Cu^{3+} 的离子结构示意图是_____。

实验I. 向 2 mL $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中滴加 1 mL 盐酸酸化的 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CuCl_2 溶液, 迅速产生蓝绿色沉淀, 振荡后得到棕黑色的浊液 a, 将其等分成 2 份。

实验II. 将一份浊液 a 过滤、洗涤、干燥, 得到固体 b。

18.2 经实验证实固体 b 是 NaCuO_2 。程同学向 b 中滴加稀 H_2SO_4 , 沉淀逐渐溶解并有气泡产生, 该气泡可使带火星的木条复燃, 并得到蓝色溶液。请写出 NaCuO_2 与稀 H_2SO_4 反应的离子方程式: _____。

实验III. 向另一份浊液 a 中继续滴加酸化的 1.5 mL $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CuCl_2 溶液, 沉淀由棕黑色变为蓝绿色, 溶液变为酸性, 有黄绿色气体产生。

18.3 针对黄绿色气体的来源, 程同学认为是 NaCuO_2 氧化了 Cl^- 。刘同学认为还有其他可能性, 请写出她所想的反应的离子方程式: _____。经验证, 程同学设想的反应为主要过程。

18.4 针对 III 中“向另一份浊液 a 中继续滴加酸化的 CuCl_2 溶液, 有黄绿色气体产生”的现象, 程同学提出假设 1: $c(\text{Cl}^-)$ 增大, Cl^- 的还原性增强。

18.4.1 实验证明假设 1 成立。操作和现象是: 取少量 NaCuO_2 固体于试管中, 滴加_____, 用湿润的淀粉-KI 试纸检验生成的气体, 试纸变蓝。

18.4.2 刘同学提出假设 2: 继续滴加酸化的 CuCl_2 溶液还可能使体系酸性增强, 导致 NaCuO_2 的_____, 经验证, 该假设也成立。

18.5 根据上述实验, 想要制备在水溶液中稳定存在的 NaCuO_2 , 应选用的试剂是 NaClO 溶液、_____溶液和_____溶液 (均填化学式)。



19. (11分) 化学组同学探究 Cu 和 I₂ 反应的产物和产物中 Cu 的价态。张同学认为可类比 Cu 与 Cl₂ 的反应，形成 CuI₂；陈同学认为根据元素周期律，更可能形成 CuI。

查阅资料：① I₂ 易溶于 KI 溶液，发生反应 $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$ (红棕色)；I₂ 和 I₃⁻ 氧化性几乎相同。

② Cu²⁺ 在水溶液中的实际存在形式为 [Cu(H₂O)₄]²⁺ (天蓝色)，Cu²⁺ 也可以和 NH₃ 结合形成 [Cu(NH₃)₄]²⁺ (深蓝色)。

③ CuI 为白色难溶物，I⁻ 浓度增大时它可转化为可溶的 [CuI₂]⁻ (无色)。Cu⁺ 也可以与 NH₃ 结合形成 [Cu(NH₃)₂]⁺ (无色)。

19.1 Cu 和 Cl₂ 反应易生成 CuCl₂ 但 Cu 和 I₂ 反应易生成 CuI，请从原子结构角度解释原因：_____。

张同学将等体积、不同浓度的 KI 溶液分别加入到 m mol 铜粉和 n mol I₂ (n > m) 的固体混合物中，振荡。实验记录如下：

	c(KI)	实验现象
实验 I	0.01 mol·L ⁻¹	极少量 I ₂ 溶解，溶液为淡红色；充分反应后，红色的铜粉转化为白色沉淀，溶液仍为淡红色。
实验 II	0.1 mol·L ⁻¹	部分 I ₂ 溶解，溶液为红棕色；充分反应后，红色的铜粉转化为白色沉淀，溶液仍为红棕色。
实验 III	4 mol·L ⁻¹	I ₂ 完全溶解，溶液为深红棕色；充分反应后，红色的铜粉完全溶解，溶液为深红棕色。

实验 III 所得溶液中，被氧化的铜元素的可能存在形式有 [Cu(H₂O)₄]²⁺ 或 [CuI₂]⁻，进一步进行实验 IV：

步骤 a. 取实验 III 的深红棕色溶液，用 CCl₄ 多次萃取、分液，得到无色的水相溶液。

步骤 b. 取分液后的无色的水相溶液，滴入浓氨水，溶液颜色逐渐变为很浅的蓝色；在空气中放置蓝色逐渐变深。

19.2 步骤 a 多次萃取的目的是除去溶液中的_____ (填化学式)，避免其颜色对铜氧化产物的判断造成干扰。

19.3 实验 III 所得溶液中，被氧化的铜元素的存在形式为_____ (填化学式)。

19.4 已知 [Cu(NH₃)₂]⁺ (无色) 易被空气氧化，用两个离子方程式解释步骤 b 的溶液中发生的变化：

19.4.1 _____；

19.4.2 _____。

19.5 结合实验 III 推测，实验 I 和 II 中的白色沉淀可能是 CuI，则实验 I 中铜被氧化的化学方程式是_____。

19.6 分别取实验 I 和 II 充分反应后的白色沉淀，洗涤后加入浓 KI 溶液，_____ (填实验现象)，观察到红色的铜，由此可知，铜未完全反应的可能原因是白色沉淀覆盖在铜表面，阻止了内部的铜参与反应。

