

2024 北京八一学校高三 10 月月考

化 学

考试时长 90 分钟

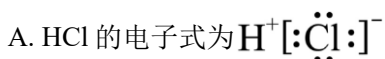
可能用到的相对原子质量：H: 1 C: 12 O: 16 Na: 23 Mg: 24 Ca: 40 V: 51

一、选择题(本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分)

1. 2023 年诺贝尔化学奖授予对量子点的发现有突出贡献的科研工作者。量子点是指尺寸在纳米量级(通常 2~20nm)的半导体晶体，其中铜铟硫(CuInS₂)量子点被广泛用于光电探测、发光二极管以及光电化学电池领域。下列说法不正确的是

- A. 制备过程中得到的 CuInS₂ 量子点溶液能够产生丁达尔效应
- B. 可利用 X 射线衍射技术解析量子点的晶体结构
- C. 已知 In 的原子序数为 49，可推知 In 位于元素周期表第四周期
- D. 基态 Cu⁺ 的价层电子排布式为 3d¹⁰

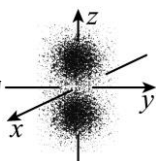
2. 下列化学用语或图示表达不正确的是



B. NO₃⁻ 的 VSEPR 模型:



C. 2p_z 电子云图为



D. NH₃ 的空间结构模型为



3. 用 N_A 代表阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是

- A. 6.2g Na₂O 中的离子总数为 0.2N_A
- B. pH=2 的盐酸中的 H⁺ 总数为 0.01N_A
- C. 2.3g Na 和足量 O₂ 反应转移电子数为 0.1N_A
- D. 标准状况下，5.6L H₂O 所含 O-H 键的数目为 0.5N_A

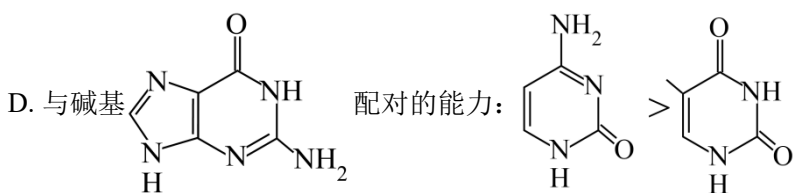
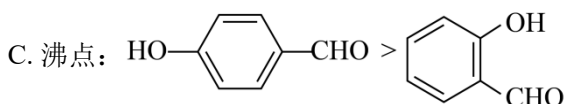
4. 化学创造美好生活。下列劳动项目涉及反应的方程式不正确的是

- A. 工人用 FeCl₃ 溶液制作电路板，利用反应： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
- B. 药剂师用 Al(OH)₃ 作抗胃酸药，利用反应： $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. 船舶工程师在船体上镶嵌锌块，防止反应： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
- D. 工人将模具干燥后再注入熔融钢水，防止反应： $2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$

5. 下列物质性质的比较，与氢键无关的是

- A. 密度：水>冰
- B. 熔点：NH₄Cl > HCl.





6. 依据元素周期律, 下列判断不正确的是

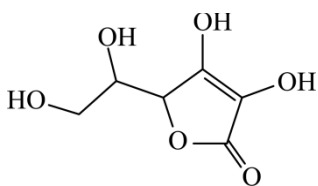
A. 第一电离能: $\text{Li} < \text{Be} < \text{B}$

B. 原子半径: $\text{Mg} < \text{Na} < \text{K}$

C. 电负性: $\text{N} < \text{O} < \text{F}$

D. 酸性: $\text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{HClO}_4$

7. 维生素 C 的结构如图所示。下列说法不正确的是



A. 维生素 C 中所含的官能团是羟基、酯基和碳碳双键

B. 维生素 C 能使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色

C. 维生素 C 可保存在强碱性环境中

D. 维生素 C 分子中含有 σ 键和 π 键

8. 下列各离子组在指定的溶液中一定能够大量共存的是

A. 无色溶液中: Cu^{2+} 、 K^+ 、 SCN^- 、 Cl^-

B. 滴入石蕊溶液变红的溶液中: Fe^{2+} 、 I^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-

C. 由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: Na^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-

D. $\text{pH} = 11$ 的 NaOH 溶液中: CO_3^{2-} 、 K^+ 、 ClO^- 、 SO_4^{2-}

9. 探究 H_2O_2 溶液的性质, 根据实验所得结论不正确的是

	实验	试剂 a	现象	结论
A		溶有 SO_2 的 BaCl_2 溶液	产生沉淀	H_2O_2 有氧化性
B		酸性 KMnO_4 溶液	紫色溶液褪色	H_2O_2 有氧化性
C		KI 淀粉溶液	溶液变蓝	H_2O_2 有氧化性
D		盐酸酸化的 FeCl_2 溶液	溶液变黄	H_2O_2 有氧化性

A. A


B. B

C. C

D. D



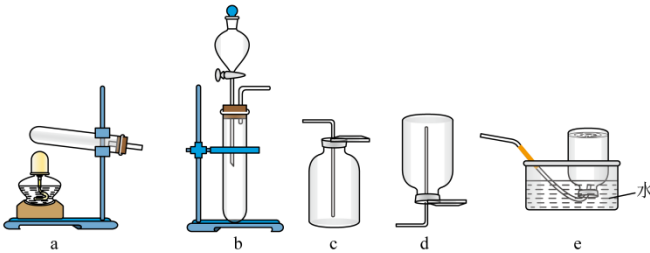
10. 下列实验中相关反应的离子方程式书写不正确的是

装置	编号	溶质 X
<div style="text-align: center;"> <p>2 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液</p>  <p>2 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ X 溶液</p> </div>	①	H_2SO_4
	②	CuSO_4
	③	NaHCO_3
	④	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$



- A. $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
- C. $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
- D. $3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} = 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

11. 实验室制备下列气体所选试剂、制备装置及收集方法均正确的是



	气体	试剂	制备装置	收集方法
A	Cl_2	MnO_2 和浓盐酸	b	e
B	SO_2	Cu 和稀硫酸	b	c
C	NO	Cu 和稀硝酸	b	c
D	NH_3	NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$	a	d

- A. A B. B C. C D. D

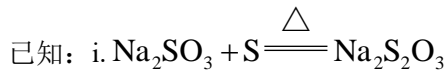
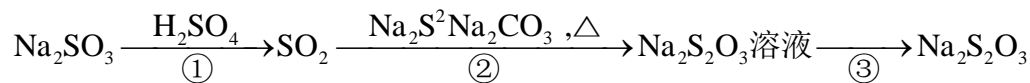
12. 在酸性 KMnO_4 溶液中加入 Na_2O_2 粉末，溶液紫色褪去，其反应的离子方程式为： $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 5\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O} + 10\text{Na}^+$ 。下列说法正确的是

- A. 通常用浓盐酸酸化 KMnO_4 溶液
- B. O_2 是还原产物， Mn^{2+} 是氧化产物

C. KMnO_4 溶液紫色褪去, 说明 Na_2O_2 具有漂白性

D. 此反应产生 22.4 L O_2 (标准状况下) 时转移了 2 mol e^-

13. 实验室用如下方法制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 。



ii. 过程②中溶液先变浑浊再变澄清, 得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液

下列说法不正确的是

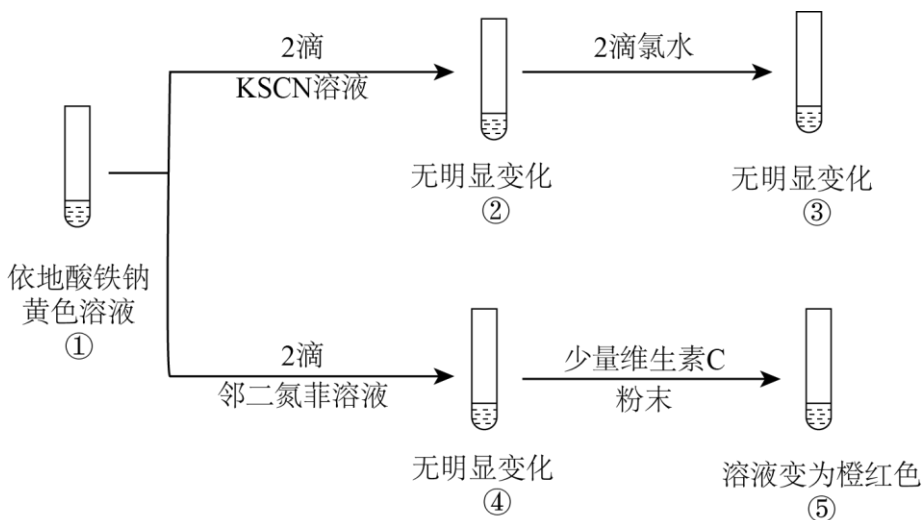
A. 过程②中溶液先变浑浊可能的原因: $2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{SO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{S} \downarrow$

B. 过程②中 Na_2CO_3 的作用: $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CO}_2$

C. 过程②中加入适量乙醇可增大 S 的溶解度, 加快反应速率

D. 过程②中通入过量 SO_2 , 可增大 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的产率

14. 依地酸铁钠是一种强化补铁剂。某实验小组采用如下实验探究该补铁剂中铁元素的化合价。(已知: 依地酸根是常见的配体, 邻二氮菲可与 Fe^{2+} 形成橙红色配合物) 下列说法正确的是



A. 依据现象②和③推测, 依地酸铁钠中不含 Fe(III)

B. 依据现象②和⑤推测, 依地酸铁钠中含 Fe(II)

C. 依据现象①、②和③推测, SCN^- 与 Fe^{3+} 形成配合物的稳定性强于依地酸铁钠

D. 依据现象①、④和⑤推测, 与依地酸根相比, 邻二氮菲与 Fe^{2+} 形成的配合物更稳定

二、填空题(本部分共 5 题, 共 58 分)

15. 锂电池的电解液是目前研究的热点。

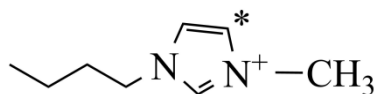
(1) 锂电池的电解液可采用溶有 LiPF_6 的碳酸酯类有机溶液。



①基态 Li^+ 的电子云轮廓图的形状为_____。

②基态 P 原子的价层电子轨道表示式为_____。

(2) 为提高锂电池的安全性, 科研人员采用离子液体作电解液。某种离子液体的阳离子的结构简式如下, 阴离子为 PF_6^- 。

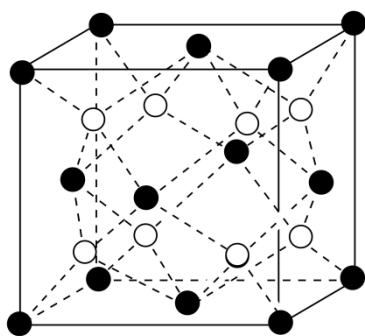


①N、F、P 三种元素的电负性由大到小的顺序为_____。

②该阳离子中, 带“*”的 C 原子的杂化轨道类型为_____杂化。

③根据 VSEPR 模型, PF_6^- 的中心原子上的价层电子对数为_____, 空间结构为正八面体形。

(3) Li_2S 因其良好的锂离子传输性能可作锂电池的固体电解质, 其晶胞结构示意图如图所示, 晶胞的边长为 $a\text{pm}$ ($1\text{pm} = 10^{-10}\text{cm}$)。



①晶胞中的“o”代表_____ (填“ Li^+ ”或“ S^{2-} ”)。

②距离 Li^+ 最近的 S^{2-} 有_____个。

③已知 Li_2S 的摩尔质量是 $M\text{g/mol}$, 阿伏伽德罗常数为 N_A 。该晶体的密度为_____ g/cm^3 。

16. A、B、D、E、X 是原子序数依次增大的五种短周期主族元素。A 是周期表中相对原子质量最小的元素, A、B 能形成两种常温下液态的化合物 A_2B 和 A_2B_2 。D 基态原子的价电子中没有未成对电子, E 的简单离子是本周元素离子半径最小的, X 是本周元素中电负性最大的元素。

(1) A_2B_2 的电子式为_____； A_2B 分子的空间构型是_____；E 在周期表中的位置是_____。

(2) 最高价氧化物对应水化物的碱性 $\text{D} > \text{E}$, 从原子结构角度解释原因: _____。

(3) 实验室制取 X 单质的离子方程式: _____。工业制取漂白粉的化学反应方程式: _____。

(4) E 和 X 的最高价氧化物对应水化物两者发生反应的离子反应方程式: _____。

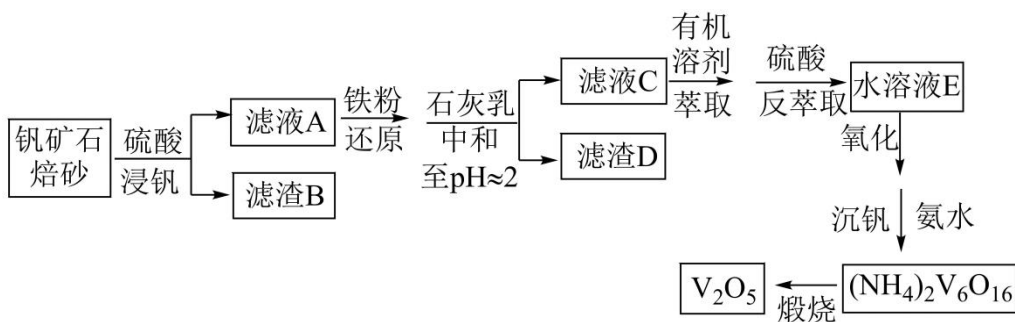
(5) 镓($_{31}\text{Ga}$) 与 E 为同主族元素, 氮化镓(GaN) 作为第三代半导体材料, 具有耐高温、耐高电压等特性, 随着 5G 技术的发展, GaN 商用进入快车道。下列相关说法中, 正确的是(填字母序号)_____。

a. Ga 位于元素周期表的第四周期 p 区 b. GaN 中 Ga 的化合价为 +3

c. Ga^{3+} 的氧化性强于 E^{3+} 的氧化性 d. Ga^{3+} 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^1$

(6) XB_2 是一种高效消毒剂，工业上用其处理中性废水中的锰，使 Mn^{2+} 转化为 MnO_2 沉淀除去，X 被还原至最低价，该反应的离子方程式为_____。

17. 钒(V)被称为钢铁行业的“维生素”。从某钒矿石焙砂中提取钒的主要流程如下：



已知：

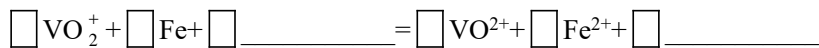
i. 滤液 A 中的阳离子主要有 H^+ 、 VO_2^+ 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等；

ii. “萃取”过程可表示为 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ 。

(1) “浸钒”时，为加快浸出速率可采取的措施有_____ (写出 1 条即可)。

(2) “浸钒”过程中，焙砂中的 V_2O_5 与硫酸反应的离子方程式为_____。

(3) “还原”过程中，铁粉发生的反应有 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$ 、 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 和如下反应，补全该反应的离子方程式_____。



(4) “萃取”前，若不用石灰乳先中和，萃取效果不好，原因是_____。

(5) 写出“煅烧”过程发生反应的化学方程式_____。

(6) 用以下方法测量“浸钒”过程中钒的浸出率。从滤液 A 中取出 1mL，用蒸馏水稀释至 10mL，加入适量过硫酸铵，加热，将滤液 A 中可能存在的 VO^{2+} 氧化为 VO_2^+ ，继续加热煮沸，除去过量的过硫酸铵。冷却后加入 3 滴指示剂，用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液将 VO_2^+ 滴定至 VO^{2+} ，共消耗 $v_1\text{mL}(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液。

已知：a. 所取钒矿石焙砂中钒元素的质量为 ag；所得滤液 A 的总体积为 b mL；

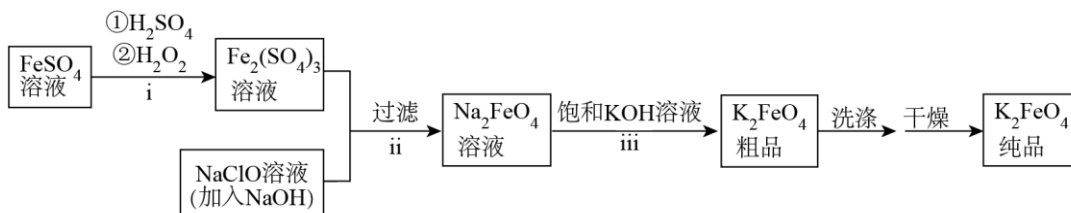
b. 3 滴指示剂消耗 $v_2\text{mL}(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液。

① 用上述方法测得“浸钒”过程中钒的浸出率为_____。

② 若不除去过量的过硫酸铵，钒浸出率的测定结果将_____ (填“偏高”“不变”或“偏低”)。

18. 高铁酸钾(K_2FeO_4)是一种新型的污水处理剂。

(1) K_2FeO_4 的制备：



① i 中反应的离子方程式是_____。

② 将 ii 中反应的离子方程式补充完整：_____ Fe^{3+} + _____ OH^- + _____ ClO^- = _____ FeO_4^{2-} + _____ + _____

③ iii 中反应说明溶解度： Na_2FeO_4 _____ K_2FeO_4 (填“>”或“<”)

(2) K_2FeO_4 的性质：

i. 将 K_2FeO_4 固体溶于蒸馏水中，有少量无色气泡产生，经检验为 O_2 ，液体有丁达尔效应。

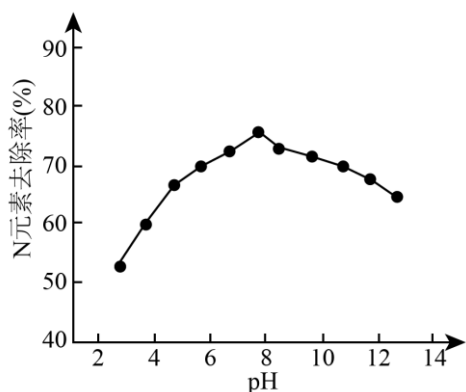
ii. 将 K_2FeO_4 固体溶于浓 KOH 溶液中，放置 2 小时无明显变化。

iii. 将 K_2FeO_4 固体溶于硫酸中，产生无色气泡的速率明显比 i 快。

① K_2FeO_4 溶于蒸馏水的化学反应方程式是_____。

② K_2FeO_4 的氧化性与溶液 pH 的关系是_____。

(3) K_2FeO_4 的应用。 K_2FeO_4 可用于生活垃圾渗透液的脱氮(将含氮物质转化为 N_2)处理。 K_2FeO_4 对生活垃圾渗透液的脱氮效果随水体 pH 的变化结果如下：



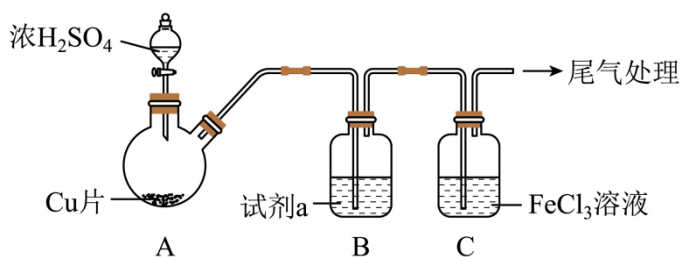
① K_2FeO_4 脱氮的最佳 pH 是_____。

② 根据图推测，pH = 4 时生活垃圾渗透液中含氮物质主要以_____形式存在。

③ pH 大于 8 时，脱氮效果随 pH 的升高而减弱，分析可能的原因：_____。

19. 某小组同学探究 SO_2 与 FeCl_3 溶液的反应。

(1) 实验 I：用如下装置(夹持、加热仪器略)制备 SO_2 ，将 SO_2 通入 FeCl_3 溶液中。



实验现象：A 中产生白雾；C 中溶液由黄色变成红棕色，静置 5min 后，溶液颜色从红棕色变回黄色，检测到 Fe^{2+} ；静置 9h 后，溶液变为浅绿色。

①浓 H_2SO_4 与 Cu 反应的化学方程式是_____。

②试剂 a 是_____。

(2) 分析 C 中溶液颜色变化的原因。

①溶液颜色由黄色最终变为浅绿色的原因是_____。(写离子方程式)。

②针对溶液颜色变为红棕色，提出了两种假设。

假设 1：主要与 SO_2 、 H_2SO_3 有关。

假设 2：主要与 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 有关。

实验 II 证实假设 1 不成立，假设 2 成立。

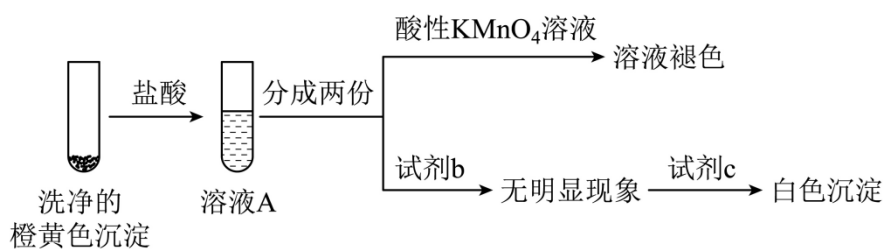
实验 II：向 FeCl_3 溶液中加入 NaHSO_3 溶液，_____ (填现象)，然后滴加_____ (填试剂)，溶液变为黄色。

(3) 进一步探究 FeCl_3 与 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 显红棕色的原因。

查阅资料： $\text{Fe}^{3+} + n\text{SO}_3^{2-} + m\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SO}_3)_n(\text{H}_2\text{O})_m]^{3-2n}$ (红棕色)

实验 III：向 FeCl_3 溶液中滴加 Na_2SO_3 溶液，溶液由黄色变成红棕色，析出大量橙黄色沉淀。

甲同学认为橙黄色沉淀中可能含有 OH^- 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ，并设计如下检验方案。



①乙同学认为酸性 KMnO_4 溶液褪色不能证明橙黄色沉淀中含有 SO_3^{2-} ，理由是_____。

②实验证实橙黄色沉淀中含有 SO_3^{2-} 、不含 SO_4^{2-} ，试剂 b、c 分别是_____、_____。

(4) 实验反思：实验 I 静置 5min 后溶液颜色由红棕色变回黄色可能的原因是_____。



参考答案

一、选择题(本部分共 14 题, 每题 3 分, 共 42 分)

1. 【答案】C

【详解】A. 量子点是指尺寸通常在 2~20nm, 制备过程中得到的 CuInS₂ 量子点溶液属于胶体, 能够产生丁达尔效应, 故 A 正确;

B. X 射线衍射可以分析晶体中原子的排列方式, 可利用 X 射线衍射技术解析量子点的晶体结构, 故 B 正确;

C. 已知 In 的原子序数为 49, 可推知 In 核外有 5 个电子层, 位于元素周期表第五周期, 故 C 错误;

D. Cu 是 29 号元素, 价电子排布式为 3d¹⁰4s¹, Cu 失去最外层 1 个电子得到 Cu⁺, 基态 Cu⁺ 的价层电子排布式为 3d¹⁰, 故 D 正确;


选 C。

2. 【答案】A

【详解】A. HCl 中 H 和 Cl 共用一对共用电子对, 电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$, 故 A 错误;

B. NO₃⁻ 的价层电子对数为 3, 平面三角形, 故 VSEPR 模型: , 故 B 正确;

C. 2p_z 电子云图为 , 故 C 正确;

D. NH₃ 的价层电子对数为 4, 有 1 对孤电子对, 故分子的空间结构模型为三角锥形 , 故 D 正

确;

故选 A。

3. 【答案】C

【详解】A. 6.2g Na₂O 的物质的量为 $\frac{6.2\text{g}}{62\text{g/mol}}=0.1\text{mol}$, 0.1mol Na₂O 中的离子总数为 $0.1 \times 3N_A=0.3N_A$, 故

A 项说法错误;

B. 未告知溶液体积, 无法计算溶液中所含溶质的物质的量, 故 B 项说法错误;

C. 2.3g Na 的物质的量为 $\frac{2.3\text{g}}{23\text{g/mol}}=0.1\text{mol}$, Na 与足量 O₂ 后, Na 失去 1 个电子, 0.1mol Na 完全反应失去

电子数为 $0.1 \times N_A=0.1N_A$, 故 C 项说法正确;

D. 标准状况下, H₂O 不是气体, 不能根据气体摩尔体积计算其物质的量, 因此无法计算其所含化学键数目, 故 D 项说法错误;

综上所述, 说法正确的是 C 项, 故答案为 C。



4. 【答案】D

【详解】A. 用 FeCl_3 溶液和铜反应生成氯化铜和氯化亚铁制作电路板，故 A 正确；

B. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和胃酸反应，故可以做抗胃酸药，故 B 正确；

C. 船体上镶嵌锌块，防止铁被腐蚀生成亚铁离子，故 C 正确；

D. 铁和水高温条件下生成四氧化三铁，故 D 错误；

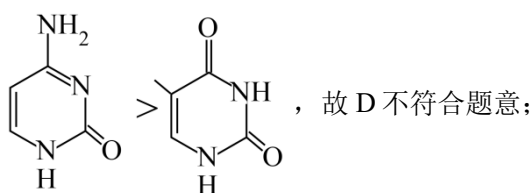
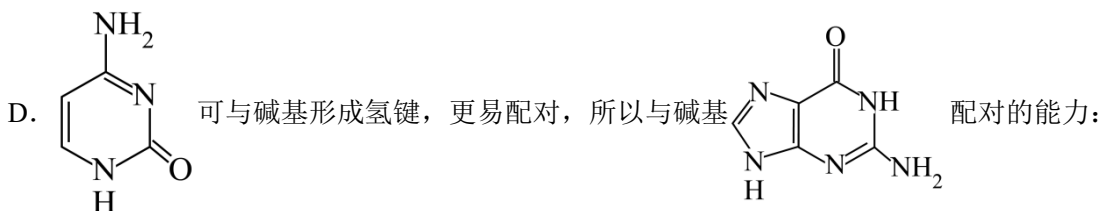
故选 D。

5. 【答案】B

【详解】A. 冰中一个水分子与周围四个水分子以分子间氢键形成四面体结构，氢键有方向性，水结成冰分子间空隙增大，因此密度比水小，故 A 不符合题意；

B. NH_4Cl 固体是离子晶体，固体 HCl 为分子晶体，则熔点： $\text{NH}_4\text{Cl} > \text{HCl}$ ，与氢键无关，故 B 符合题意；

C. 对羟基苯甲醛存在分子间氢键，邻羟基苯甲醛存在分子内氢键，分子间氢键致使熔沸点升高，分子内氢键致使熔沸点降低，因此沸点：对羟基苯甲醛 $>$ 邻羟基苯甲醛，故 C 不符合题意；



故选 B。

6. 【答案】A

【详解】A. 同周期元素，从左到右第一电离能呈增大趋势，铍原子的 $2s$ 轨道为稳定的全充满结构，原子的第一电离能大于相邻元素，则锂、铍、硼的第一电离能由小到大的顺序为 $\text{Li} < \text{B} < \text{Be}$ ，选项 A 错误；

B. 同周期元素，从左到右原子半径依次减小，同主族元素，从上到下原子半径依次增大，则钠、镁、钾的原子半径由小到大的顺序为 $\text{Mg} < \text{Na} < \text{K}$ ，选项 B 正确；

C. 同周期元素，从左到右元素的电负性依次增大，则氮、氧、氟的电负性由小到大的顺序为 $\text{N} < \text{O} < \text{F}$ ，选项 C 正确；

D. 同周期元素，从左到右原子元素的非金属性依次增强，最高价氧化物对应水化物的酸性依次增强，则硅、磷、氯的最高价氧化物对应水化物的酸性由小到大的顺序为 $\text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{H}_2\text{PO}_4 < \text{HClO}_4$ ，选项 D 正确；

故选 A。

7. 【答案】C

【详解】A. 维生素 C 中所含的官能团是羟基、酯基和碳碳双键，A 正确；



- B. 维生素 C 含有碳碳双键能使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色, B 正确;
 C. 维生素 C 含有酯基, 在强碱环境中酯基会发水解, C 错误;
 D. 维生素 C 分子中含有碳碳双键, 含有 σ 键和 π 键, D 正确;
 答案选 C。



8. 【答案】D

- 【详解】A. 铜离子在溶液中显出蓝色, 溶液要求无色, 故 A 错误;
 B. 溶液显酸性, 在酸性溶液中氢离子、亚铁离子、硝酸根不能大量共存, 故 B 错误;
 C. 溶液既可能是酸性, 也可能是碱性, 酸性条件下, 碳酸氢根不能大量共存, 碱性条件下铵根、碳酸氢根不能大量共存, 故 C 错误;
 D. 溶液显碱性, 上述离子之间不反应, 也不和氢氧根反应, 因此能大量共存, 故 D 正确;
 故选 D。

9. 【答案】B

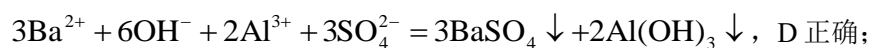
- 【详解】A. 将 H_2O_2 溶液加入溶有 SO_2 的 BaCl_2 溶液中, H_2O_2 先与 SO_2 发生氧化还原反应, 即 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$, H_2O_2 作氧化剂, 体现氧化性, BaCl_2 与生成的 H_2SO_4 反应生成 BaSO_4 沉淀, 即 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$, 故 A 正确;
 B. 将 H_2O_2 溶液加入酸性 KMnO_4 溶液中, 发生氧化还原反应, 即 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, MnO_4^- 中 Mn 元素由 +7 价得电子变成 +2 价, 发生还原反应, 作氧化剂, 生成了 Mn^{2+} , 紫色溶液褪色, H_2O_2 中氧元素由 -1 价失电子变成 0 价, 发生氧化反应, 作还原剂, 体现还原性, 故 B 错误;
 C. 将 H_2O_2 溶液加入 KI 淀粉溶液中, 发生氧化还原反应, 即 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, H_2O_2 中氧元素由 -1 价得电子变成 -2 价, 发生还原反应, 作氧化剂, 体现氧化性, 生成的 I_2 遇淀粉变蓝, 故 C 正确;
 D. 将 H_2O_2 溶液加入盐酸酸化的 FeCl_2 溶液中, 发生氧化还原反应, 即 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, H_2O_2 中氧元素由 -1 价得电子变成 -2 价, 发生还原反应, 作氧化剂, 体现氧化性, 生成了 Fe^{3+} , 溶液变黄, 故 D 正确;
 答案为 B。

10. 【答案】A

【分析】

- 【详解】A. 氢氧化钡和硫酸反应生成硫酸钡沉淀和水, 氢氧化钡完全反应, 钡离子和氢氧根的系数比为 1: 2, 离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 错误;
 B. 氢氧化钡和硫酸铜反应生成硫酸钡沉淀和氢氧化铜沉淀, 离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, B 正确;
 C. 据图可知氢氧化钡少量, 所以氢氧根可以完全反应, 氢氧化钡和碳酸氢钠的系数比为 1: 2, 离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$, C 正确;
 D. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 过量, 则铝离子生成氢氧化铝沉淀, 钡离子和硫酸根生成硫酸钡沉淀, 由于氢氧化钡少量,

所以要保持钡离子和氢氧根的系数比为 1: 2, , 可得离子方程式为



综上所述答案为 A。

11. 【答案】D

【详解】A. MnO_2 和浓盐酸反应需要固液加热装置, b 中无加热装置, 故 A 错误;

B. Cu 和稀 H_2SO_4 不发生化学反应, 故 B 错误;

C. Cu 稀 HNO_3 生成 NO, 会和空气反应生成 NO_2 , 不能用排空气法收集, 故 C 错误;

D. NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 为固固加热, 选用 a 做发生装置, 氨气的密度比空气小, 选向下排空气法, 收集装置选 d, 故 D 正确;

故选: D。

12. 【答案】D

【详解】A. 浓盐酸是强还原性的酸, 不能酸化氧化性强的 KMnO_4 , 两者发生氧化还原反应, 故 A 错误;

B. 该反应中 KMnO_4 中的 Mn 元素的化合价从 +7 价降低 +2 价, 所以 Mn^{2+} 是还原产物, Na_2O_2 中的 O 元素从 -1 价升高到 0 价, 所以 O_2 是氧化产物, 故 B 错误;

C. Na_2O_2 与 KMnO_4 发生氧化还原反应而褪色, 体现 Na_2O_2 的还原性, 而不是漂白性, 故 C 错误;

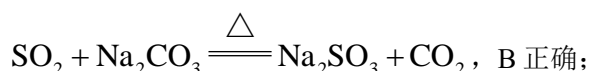
该反应中转移 10 个电子, 生成 5mol 氧气, 故生成标准状况下 22.4L 氧气, 转移 2mol 电子, 故 D 正确。

故选 D。

13. 【答案】D

【详解】A. ii. 过程②中溶液先变浑浊再变澄清, 得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液, 过程②中溶液先变浑浊可能的原因: $2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{SO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{S} \downarrow$, A 正确;

B. 已知: i. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 故过程②中 Na_2CO_3 的作用:



C. 过程②中加入适量乙醇可增大 S 的溶解度, 加快反应速率, C 正确;

D. 过量的 SO_2 使得溶液酸性过强会降低 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的产率: $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, D 错误;

故选 D。

14. 【答案】D

【详解】A. 依据现象②和③推测, 依地酸铁钠与 Fe^{3+} 形成配合物的稳定性强于 SCN^- , 不能说明依地酸铁钠中不含 $\text{Fe}(\text{III})$, A 错误;

B. 依据现象②和③不能推出依地酸铁钠中含 $\text{Fe}(\text{II})$, ⑤中加维生素 C 为还原剂, 可还原 Fe^{3+} 为 Fe^{2+} , 也不能推出依地酸铁钠中含 $\text{Fe}(\text{II})$, B 错误;

C. 依据现象①、②和③推测, 依地酸铁钠与 Fe^{3+} 形成配合物的稳定性强于 SCN^- , C 错误;



D. 加入的维生素 C 为还原剂，溶液变为橙红色，由题可知邻二氮菲可与 Fe^{2+} 形成橙红色配合物，故邻二氮菲与 Fe^{2+} 形成的配合物更稳定，D 正确；

故答案选 D。

二、填空题(本部分共 5 题，共 58 分)

15. 【答案】(1) ①. 球形 ②. $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$
 $\begin{array}{c} 3s \\ 3p \end{array}$

(2) ①. $\text{F} > \text{N} > \text{P}$ ②. sp^2 ③. 6

(3) ①. Li^+ ②. 4 ③. $\frac{4M}{N_A a^3} \times 10^{30}$

【小问 1 详解】

基态 Li^+ 的核外电子排布式为 $1s^2$ ，电子云轮廓图形状为球形；

P 是 15 号元素，最外层电子数为 5，基态 P 原子的价层电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ ；
 $\begin{array}{c} 3s \\ 3p \end{array}$

【小问 2 详解】

一般来说，周期表从左到右，元素的电负性逐渐变大；周期表从上到下，元素的电负性逐渐变小，则 $\text{F} > \text{N} > \text{P}$ ；

由图可知带“*”的 C 原子含有 3 个 σ 键，没有孤电子对，则价电子对数 $n=3$ ，为 sp^2 杂化；

PF_6^- 的 VSEPR 为 $n = \frac{\text{中心原子价层电子数} + \text{配位原子配位数} + \text{阴离子电荷数}}{2} = \frac{5 + 6 + 1}{2} = 6$ ，则价层电子对数为 6；

【小问 3 详解】

根据晶胞的示意图可知实心球的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，O 的个数为 8，O 与实心圆的个数比为 2:1，则

Li_2S 当中 O 代表 Li^+ ；

根据晶胞图可知 Li^+ 最近的 S^{2-} 有 4 个；

密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{nM}{N_A V} = \frac{NM}{N_A a^3} = \frac{4M}{N_A a^3} \times 10^{30} \text{ g/cm}^3$ 。

16. 【答案】(1) ①. $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{H} : \text{O} : \text{O} : \text{H} \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$ ②. V 形 ③. 第三周期 IIIA 族

(2) Na、Al 同周期，Na 原子半径大于 Al，Na 原子核对最外层电子吸引力小于 Al，Na 易失去最外层电子，Na 的金属性大于 Al

(3) ①. $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ②. $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

(5) ab (6) $5\text{Mn}^{2+} + 2\text{ClO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 + 2\text{Cl}^- + 12\text{H}^+$



【分析】A、B、D、E、X是原子序数依次增大的五种短周期主族元素。A是周期表中相对原子质量最小的元素，A是H元素，A、B能形成两种常温下液态的化合物 A_2B 和 A_2B_2 ，B是O元素。D基态原子的价电子中没有未成对电子，D是Na元素，E的简单离子是本周期元素离子半径最小的，E是Al元素；X是本周期元素中电负性最大的元素，X是Cl元素。

【小问1详解】

A_2B_2 是 H_2O_2 ，电子式为 $H:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}:H$ ； H_2O 分子中O原子价电子对数为4，有2个孤电子对，分子的空间构型是V形；E是Al元素，在周期表中的位置是第三周期IIIA族。

【小问2详解】

Na、Al同周期，Na原子半径大于Al，Na原子核对最外层电子吸引力小于Al，Na易失去最外层电子，Na的金属性大于Al，所以最高价氧化物对应水化物的碱性 $NaOH > Al(OH)_3$ 。

【小问3详解】

实验室用二氧化锰和浓盐酸在加热条件下制取氯气，反应的离子方程式为

$MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- = Mn^{2+} + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$ 。石灰乳和氯气反应取漂白粉，反应化学方程式
 $2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 = Ca(ClO)_2 + CaCl_2 + 2H_2O$ 。

【小问4详解】

Al和Cl的最高价氧化物对应水化物分别是 $Al(OH)_3$ 、 $HClO_4$ ，两者发生反应的离子反应方程式为
 $Al(OH)_3 + 3H^+ = Al^{3+} + 3H_2O$ 。

【小问5详解】

- a. 镓($_{31}Ga$)与Al为同主族元素，Al位于元素周期表p区，所以Ga位于元素周期表的第四周期p区，故a正确；
 b. Ga是元素IIIA族元素，GaN中Ga的化合价为+3，故b正确；
 c. Al的还原性小于Ga，所以 Ga^{3+} 的氧化性小于 Al^{3+} 的氧化性，故c错误；
 d. Ga^{3+} 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ ，故d错误；
 选ab。

【小问6详解】

ClO_2 是一种高效消毒剂，工业上用其处理中性废水中的锰，使 Mn^{2+} 转化为 MnO_2 沉淀除去，Cl被还原至最低价 Cl^- ，根据得失电子守恒，该反应的离子方程式为

$5Mn^{2+} + 2ClO_2 + 6H_2O = 5MnO_2 \downarrow + 2Cl^- + 12H^+$ 。

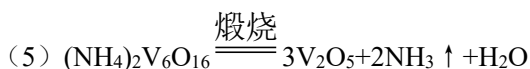
17. 【答案】(1) 搅拌(合理给分)

(2) $V_2O_5 + 2H^+ = 2VO_2^+ + H_2O$

(3) $2VO_2^+ + Fe + 4H^+ = 2VO^{2+} + Fe^{2+} + 2H_2O$



(4) 若不用石灰乳中和, 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 较大, 不利于平衡 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ 正向移动, 对 VO^{2+} 萃取效果不好。



(6) ①. $\frac{c(v_1 - v_2) \times 51 \times b \times 10^{-3}}{a} \times 100\%$ ②. 偏高



【分析】 钒矿石焙砂用硫酸浸钒, 滤液 A 中的阳离子主要有 H^+ 、 VO_2^+ 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等, 加铁粉把 VO_2^+ 还原为 VO^{2+} 、把 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 加石灰乳调节 $\text{pH}=2$; 滤液 C 用有机溶剂萃取 VO^{2+} , $\text{VOA}_2(\text{有机相})$ 中加硫酸使 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ 平衡逆向移动, 反萃取 VO^{2+} , 把 VO^{2+} 氧化为 VO_2^+ , 加氨水生成 $(\text{NH}_4)_2\text{V}_6\text{O}_{16}$ 沉淀, $(\text{NH}_4)_2\text{V}_6\text{O}_{16}$ 煅烧得 V_2O_5 。

【小问 1 详解】

根据影响反应速率的因素, “浸钒”时, 为加快浸出速率可采取的措施有搅拌、钒矿石焙砂磨成粉、适当提高硫酸浓度等;

【小问 2 详解】

“浸钒”后滤液 A 中的阳离子主要有 VO_2^+ , 可知焙砂中 V_2O_5 与硫酸反应生成 VO_2^+ , 反应的离子方程式为 $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+ = 2\text{VO}_2^+ + \text{H}_2\text{O}$;

【小问 3 详解】

“还原”过程中, 铁粉把 VO_2^+ 还原为 VO^{2+} , V 元素化合价由 +5 降低为 +4, Fe 被氧化为 Fe^{2+} , 铁元素化合价由 0 升高为 +2, 根据得失电子守恒, 电荷守恒、元素守恒, 该反应的离子方程式 $2\text{VO}_2^+ + \text{Fe} + 4\text{H}^+ = 2\text{VO}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$;

【小问 4 详解】

“萃取”过程可表示为 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$, “萃取”前, 若不用石灰乳先中和, 氢离子浓度大, 不利于 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ 平衡正向移动, 所以萃取效果不好;

【小问 5 详解】

根据元素守恒, “煅烧”过程中 $(\text{NH}_4)_2\text{V}_6\text{O}_{16}$ 分解生成 V_2O_5 、 NH_3 、 H_2O , 发生反应的化学方程式 $(\text{NH}_4)_2\text{V}_6\text{O}_{16} \xrightarrow{\text{煅烧}} 3\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

【小问 6 详解】

VO_2^+ 被 Fe^{2+} 还原为 VO^{2+} , V 元素化合价由 +5 降低为 +4, Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , Fe 元素化合价由 +2 升高为 +3, 根据得失电子守恒, VO_2^+ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的反应比为 1:1, 则 1mLA 溶液中含 VO_2^+ 的物质的量为

$c(v_1 - v_2) \times 10^{-3} \text{mol}$;

① “浸钒”过程中钒的浸出率为

$$\frac{c(V_1 - V_2) \times 10^{-3} \text{mol} \times b \times 51 \text{g/mol}}{ag} \times 100\% = \frac{c(V_1 - V_2) \times 10^{-3} \times b \times 51}{a} \times 100\%$$

②若不除去过量的过硫酸铵，过硫酸铵氧化 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ，消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的物质的量偏大，钒浸出率的测定结果将偏高。

18. 【答案】 ①. $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ②. 2 ③. 10 ④. 3 ⑤. 2 ⑥. 3Cl^- ⑦. $5\text{H}_2\text{O}$ ⑧. $>$ ⑨. $4\text{K}_2\text{FeO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{O}_2\uparrow + 8\text{KOH}$ ⑩. pH 越小，氧化性越强 ⑪. $\text{pH} \approx 8$ ⑫. NH_4^+ ⑬. $\text{pH} > 8$ 的溶液，随 pH 增大， K_2FeO_4 氧化性减弱，不利于将含氮物质氧化

【分析】将硫酸亚铁与酸性过氧化氢溶液反应，得到硫酸铁，硫酸铁与氢氧化钠和次氯酸钠发生氧化还原反应，得到高铁酸钠，再加入氢氧化钾，可以得到高铁酸钾；

(1)①i 中是 2Fe^{2+} 和酸性 H_2O_2 溶液发生氧化还原反应；

②根据电荷守恒和元素守恒完成并配平离子方程式；

③ iii 中由高铁酸钠溶液转化为高铁酸钾粗品，说明溶解度减小；

(2)①根据 K_2FeO_4 固体溶于蒸馏水中，有少量无色气泡产生，经检验为 O_2 ，液体有丁达尔效应的现象，完成化学方程式。

②根据将 K_2FeO_4 固体溶于硫酸中，产生无色气泡的速率明显比 i 快的现象，得出 pH 越小，氧化性越强；

(3)①根据图象， $\text{pH} \approx 8$ 时， K_2FeO_4 脱氮率最高；

②图象可以得出， $\text{pH} = 4$ 时，氮元素的去除率为百分之六十，生活垃圾渗透液的脱氮(将含氮物质转化为 N_2)生活垃圾中的含氮物质为 NH_4^+ ；

③由于 pH 越小，高铁酸钾的氧化性越强，则 PH 增大，会使高铁酸钾的氧化性减弱；

【详解】将硫酸亚铁与酸性过氧化氢溶液反应，得到硫酸铁，硫酸铁与氢氧化钠和次氯酸钠发生氧化还原反应，得到高铁酸钠，再加入氢氧化钾，可以得到高铁酸钾；

(1).①i 中是 2Fe^{2+} 和酸性 H_2O_2 溶液发生氧化还原反应， $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

②根据电荷守恒和元素守恒完成并配平离子方程式， $2\text{Fe}^{3+} + 10\text{OH}^- + 3\text{ClO}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为：2；10；3；2； 3Cl^- ； $5\text{H}_2\text{O}$ ；

③iii 中由高铁酸钠溶液转化为高铁酸钾粗品，说明溶解度减小，

故答案为： $>$ ；

(2).①将 K_2FeO_4 固体溶于蒸馏水中，有少量无色气泡产生，经检验为 O_2 ，液体有丁达尔效应根据现象写出化学方程式 $4\text{K}_2\text{FeO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{O}_2\uparrow + 8\text{KOH}$ ，

故答案为： $4\text{K}_2\text{FeO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{O}_2\uparrow + 8\text{KOH}$ ；

②根据将 K_2FeO_4 固体溶于硫酸中，产生无色气泡的速率明显比 i 快的现象，得出 pH 越小，氧化性越强，

故答案为：pH 越小，氧化性越强；

(3).①根据图象， $\text{pH} \approx 8$ 时， K_2FeO_4 脱氮率最高，



故答案为: pH≈8;

②图象可以得出, pH = 4 时, 氮元素的去除率为百分之六十, 生活垃圾渗透液的脱氮(将含氮物质转化为 N₂)生活垃圾中的含氮物质为 NH₄⁺,

故答案为: NH₄⁺;

③由于 pH 越小, 高铁酸钾的氧化性越强, 则 PH 增大, 会使高铁酸钾的氧化性减弱,

故答案为: pH>8 的溶液, 随 pH 增大, K₂FeO₄ 氧化性减弱, 不利于将含氮物质氧化;



19. 【答案】(1) ①. Cu+2H₂SO₄ (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CuSO₄+SO₂↑+2H₂O ②. 饱和 NaHSO₃ 溶液

(2) ①. 2Fe³⁺+SO₂+2H₂O=2Fe²⁺+SO₄²⁻+4H⁺ ②. 溶液变为红棕色 ③. 硫酸 (或盐酸)

(3) ①. 溶液 A 中含有盐酸, 也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 干扰亚硫酸根的检验; ②. BaCl₂ 溶液

③. H₂O₂ (氯水等合理即可)

(4) 三价铁与二氧化硫发生氧化还原反应导致三价铁离子浓度减小, 反应生成的氢离子使亚硫酸根减小,

Fe³⁺+nSO₃²⁻+mH₂O ⇌ [Fe(SO₃)_n(H₂O)_m]³⁻²ⁿ 逆向移动, 溶液由红棕色变为黄色。

【小问 1 详解】

浓 H₂SO₄ 与 Cu 反应的化学方程式是 Cu+2H₂SO₄ (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CuSO₄+SO₂↑+2H₂O; 试剂 a 是除杂试剂饱和 NaHSO₃ 溶液, 去除二氧化硫中混有的杂质气体而不损耗二氧化硫;

【小问 2 详解】

溶液颜色由黄色最终变为浅绿色的原因是 2Fe³⁺+SO₂+2H₂O=2Fe²⁺+SO₄²⁻+4H⁺; 向 FeCl₃ 溶液中加入 NaHSO₃ 溶液, 溶液变为红棕色, 然后滴加硫酸或盐酸, 溶液变为黄色。

【小问 3 详解】

溶液 A 中含有盐酸, 也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 干扰亚硫酸根的检验; 试剂 b、c 分别是 BaCl₂ 溶液、H₂O₂ (氯水等合理即可), 先滴加氯化钡无明显现象说明不含硫酸根, 再加氧化剂生成沉淀说明亚硫酸根被氧化成硫酸根;

【小问 4 详解】

实验 I 静置 5min 后溶液颜色由红棕色变回黄色可能的原因是三价铁与二氧化硫发生氧化还原反应导致三价铁离子浓度减小, 反应生成的氢离子使亚硫酸根减小, Fe³⁺+nSO₃²⁻+mH₂O ⇌ [Fe(SO₃)_n(H₂O)_m]³⁻²ⁿ 逆向移动, 溶液由红棕色变为黄色。