

绝密★启用前

2021 学年第一届狗鸽杯线上测试

化 学

姓名_____

准考证号_____

本试题卷分选择题和非选择题两部分。全卷共 10 页，选择题部分 1 至 5 页；非选择题部分 6 至 10 页。满分 100 分，考试时间 90 分钟。

考生注意：

1. 答题前，请务必将自己的姓名、准考证号用黑色字迹的签字笔或钢笔分别填写在试题卷和答题纸规定的位置上。

2. 答题时，请按照答题纸上“注意事项”的要求，在答题纸相应的位置上规范作答，在本试题卷上的作答一律无效。

3. 本卷可能用到的相对原子质量：H—1 N—14 O—16 Na—23 S—32
K—39 Mn—55 I—127 Fe—56 Cr—52

选择题部分 (共 40 分)

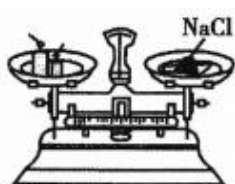
一、选择题：本大题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. (河南 狗鸽本鸽供题) 下列有关化学常识的知识中，正确的是
- A. “天青色等烟雨”描述的是瓷器颜色受烧制过程中由于外界湿度变化的影响
 - B. “银珠小砚”中的银朱 Hg_2Cl_2 易升华，它是一种含有离子键的化合物
 - C. “玉汝于成，功不唐捐”是化学赵老师激励我们的话，其中玉汝于成是指化学变化
 - D. 解缙“落汤螃蟹着红袍”中是由于虾青素发生了物理变化
2. (河南 狗鸽本鸽供题) 2017 年哈佛大学实验室成功制造金属氢：将氢气冷却到略高于绝对零度的温度，在极高压下用金刚石将其压缩，成功获得金属氢。下列说法不正确的是
- A. 金属氢与普通金属一样，具有较好的导电性
 - B. 氢气变成金属氢的过程中，共价键转变为金属键
 - C. 氢气变成金属氢没有形成新物质，因此该过程发生的是物理变化
 - D. 金属氢是一种高密度、高储能材料，用它作燃料会大大减小火箭的体积和重量
3. (山西 睡到自然醒、河南 狗鸽本鸽供题) 下列说法正确的是
- A. 基态锰的电子排布为 $[\text{Ar}]3d^64s^1$
 - B. 沸点： $\text{CO} > \text{NO}$
 - C. 键角： $\text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O}$
 - D. S_6 中 S 原子的杂化方式为 sp^3

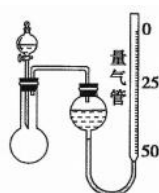
4. (河南 狗鸽本鸽供题) 下列有关实验操作及分析错误的是



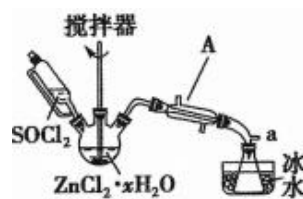
(图一)



(图二)



(图三)



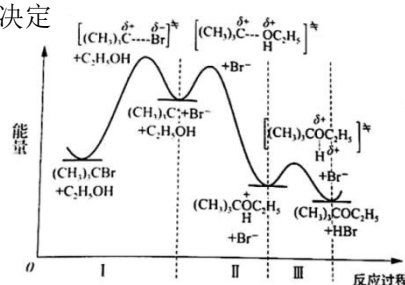
(图四)

- A. 图一中的装置可以检验四氢呋喃是否为极性分子
- B. 图二中称量方式会使所配 NaCl 溶液浓度偏低
- C. 图三量气时要使量气管液面与中间漏斗内液面相平
- D. 图四装置可以制取无水氯化锌

5. (河南 狗鸽本鸽供题) 三级溴丁烷在乙醇中溶剂解的反应进程中的能量变化如图所示。

下列说法错误的是

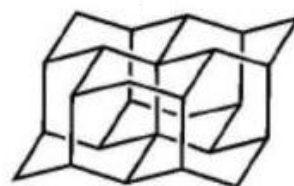
- A. 三级溴丁烷在乙醇中溶剂解的总反应速率由反应 III 决定
- B. 三级溴丁烷在乙醇中溶剂解的总反应属于取代反应
- C. 若三级氯丁烷在乙醇中发生相似的溶剂解, 则反应 I 的焓变 ΔH_1 将增大
- D. 适当升温, 三级溴丁烷在乙醇中溶剂解正反应速率的增大程度小于其逆反应速率的增大程度



(第 5 题图)

6. (湖南 不会飞的海鸥供题) 据报道, 在石油中发现一种新的烷烃分子, 因其结构类似于金刚石, 被称为“分子钻石”, 其结构如图所示。下列有关该分子的叙述正确的是

- A. 该分子分子式 $C_{26}H_{28}$
- B. 由该物质参与合成的纳米材料可能硬度大、耐腐蚀, 但熔点较低
- C. 该分子中没有手性分子



(第 6 题图)

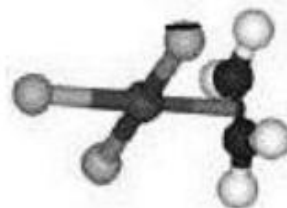
- D. 已知在烷烃分子中直接连接一、二、三、四个碳原子的碳原子被分别称为一、二、三、四级碳原子, 则该分子中共有 4 种不同级的碳原子

7. (湖南 不会飞的海鸥供题) 已知 和 互为芳香异构体, 则分子式为 $C_7H_7NO_2$ 且能与 $NaHCO_3$ 反应的芳香化合物的种数是

- A. 9
- B. 11
- C. 14
- D. 17

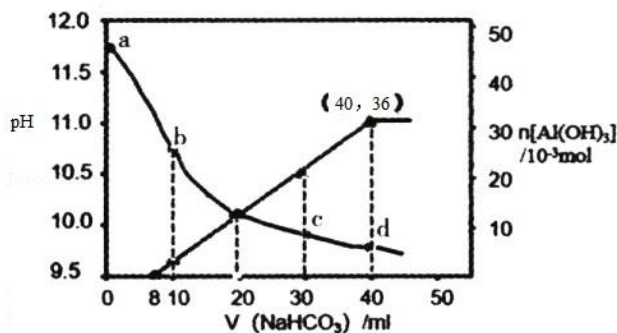
8. (河南 狗鸽本鸽供题) 配位化学(coordination chemistry)是化学研究的方向, 1825 年, 化学家们偶然的发现了组成为 $\text{KCl} \cdot \text{PtCl}_2 \cdot \text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的黄色晶体。近年来, 通过配位化学理论, 证明其中存在的化合物为 $\text{K}[\text{Pt}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{Cl}_3]$ 结构如图所示, 下列说法错误的是

- A. 中心原子 Pt 采用 dsp^2 杂化
B. 配合物中形成配位键的孤对电子仅由成键一方提供
C. 该化合物中中心原子的杂化方式有两种
D. 该化合物可能成为一种新型催化剂



(第 9 题图)

9. (湖北 °愛不言弃こ 供题) 常温下, 向 NaOH 和 NaAlO_2 混合溶液中滴加 NaHCO_3 溶液, 测得溶液 pH 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 生成的量随加入 NaHCO_3 溶液体积的变化情况如图所示。下列说法错误的是

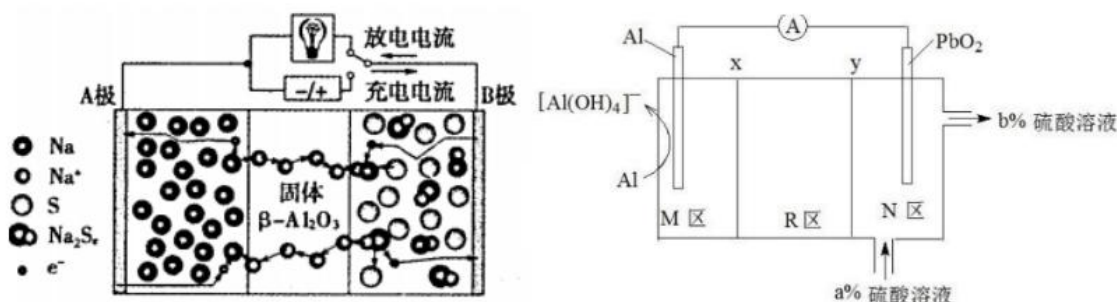


- A. 溶液中水的电离程度: $d < c < b$
B. b 点和 c 点均有 $c(\text{Na}^+) > 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)$
C. NaHCO_3 溶液的物质的量浓度为 $1.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
D. d 点时: $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
10. (狗鸽、弃儿、海鸥供题) 下列各项叙述正确的是
- A. Zn 跟 FeCl_3 反应的离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$
B. 碱性条件下, KMnO_4 与 Na_2SO_3 反应: $2\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- = 2\text{MnO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
C. 将乙醇和 NaBr 溶液混合加热, 可以用来制取溴乙烷
D. 将铜与浓硫酸反应后的溶液冷却, 加入蒸馏水, 溶液变蓝

二、选择题: 本大题共 5 小题, 每小题 4 分, 共 20 分。每小题有一个或多个选项符合题目要求, 全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

11. (湖北 °愛不言弃こ 供题) 将 O_2 和 NH_3 的混合气体 448.0 mL, 通过加热的三氧化二铬, 充分反应后, 再通过足量的水, 最终收集到 44.80 mL 气体, 假设氨全部被氧化, 则原混合气体中 O_2 的体积可能是
- A. 313.6 mL B. 287.5 mL C. 268.8 mL D. 231.5 mL

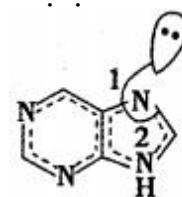
12. (河南 狗鸽本鸽供题) 硫的化学丰富多彩, 其中硫可以形成多聚物如 S_2^{2-} 、 S_4^{2-} 、 S_6^{2-} 等, 如左图是科学家近日设计的一种钠硫电池, 右图是一种 Al-PbO₂ 电池, 三区中电解质为 K₂SO₄、H₂SO₄、KOH(其中 $a>b$), 下列说法正确的是



- A. 图 1 电池驱动灯泡对外做功为 $2A \cdot h$ 时, 生成 Na_2S_x 与消耗 Na 的质量比约为 $2+1.4x$
 B. 充电时, 固体 $\beta-Al_2O_3$ 是离子晶体, 空穴可以传导 Na^+ , 使其从 A 极移到 B 极
 C. 图 2 中 x 为阳离子交换膜, y 为阴离子交换膜, 且 R 区域的溶液浓度不断减小
 D. 当消耗 36g Al 时, N 区域电解质溶液减少 320g, 且 R 区溶液增加 348g

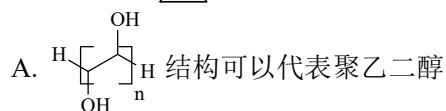
13. (河南 狗鸽本鸽供题) 生物与化学息息相关, 生物化学为化学学科中一个重要分支, 其中嘌呤是一种重要的含氮化合物, 结构简式如图所示, 下列说法正确的是

- A. 该化合物中含有 π_{10}^{10} 离域 π 键
 B. 化合物键角 $\angle 1 > \angle 2$
 C. 该种两个嘌呤之间可以形成两根氢键使其更稳定
 D. 分子中原子的杂化方式为 sp^2 和 sp^3 杂化

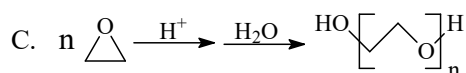


(第 13 题图)

14. (湖南 不会飞的海鸥供题) 分子量为 4000 的聚乙二醇具有良好的水溶性, 是一种缓溶剂, 它不会被消化道吸收, 也不会体内转化, 却能使肠道保持水分。以下有关说法正确的是 (提示: (环氧乙烷) 在酸性条件下发生开环反应产生 $[C-O]^-$)

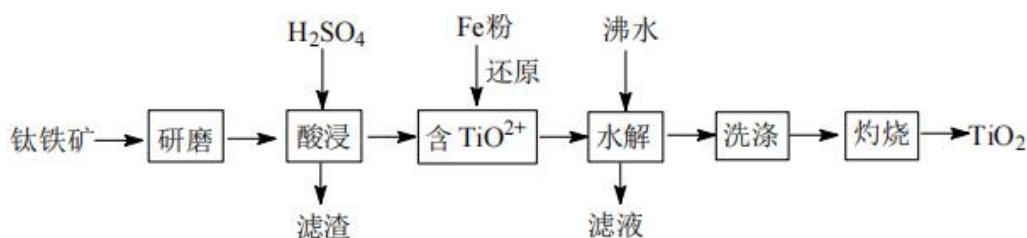


- B. 聚乙二醇能保持肠道水分的原因是其能形成氢键



- D. 两分子乙二醇聚合形成的物质共有 27 种异构体 (不含 $\begin{smallmatrix} OH \\ | \\ -C- \\ | \\ OH \end{smallmatrix}$ 和 $-O-O-O-$ 结构)

15. (河南 狗鸽本鸽供题) 以钛铁矿 (主要成分为 $FeTiO_3$, 含有少量 Fe_2O_3 等其他杂质) 为原料制备二氧化钛的工艺流程如图所示, 下列说法错误的是



已知：水解时，若溶液中存在 Fe^{2+} ，则 Fe^{2+} 会与钛酸分离。

- A. 研磨的目的是增大接触面积，加快反应速率和提高浸取率
- B. 加入铁粉的目的是还原 Fe^{3+}
- C. “水解”时， TiO^{2+} 发生反应的离子方程式为： $\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{TiO}_3 + 2\text{H}^+$
- D. 洗涤中，若向洗涤液中加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，无蓝色沉淀产生，说明已洗涤干净

非选择题部分 (共 60 分)

三、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

16. (8 分) (湖北 °愛不言弃 ° 供题) 水中氧的含量测定步骤如下：

步骤 1：水中的氧在碱性溶液中将 Mn^{2+} 氧化为 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 。

步骤 2：加入碘离子将生成的 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 再还原成 Mn^{2+} 离子。

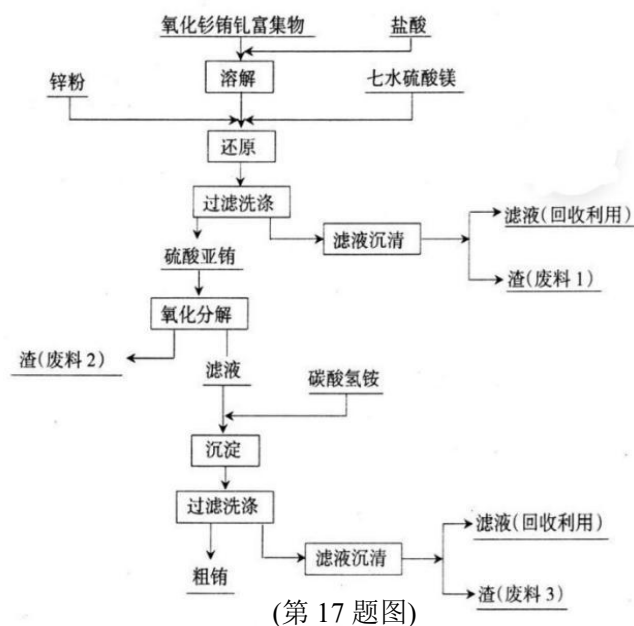
步骤 3：用硫代硫酸钠标准溶液滴定步骤 2 中生成的碘。

有关的测定数据如下：

1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的标定。取 25.00 mL KIO_3 标准溶液 (KIO_3 浓度： $107.0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 与过量 KI 在酸性介质中反应，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定，消耗 12.50 mL。
2. 取 20.0°C 下新鲜水样 103.5mL，按上述测定步骤滴定，消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 11.80mL。已知该温度下水的饱和 O_2 含量为 $9.08\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

- (1) 写出上面 3 步所涉及的离子方程式。
- (2) 计算标准溶液的浓度 (单位 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 及新鲜水样中氧的含量 (单位 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)。

17. (16 分) (湖南 不会飞的海鸥供题) 近年来，稀土湿法分离生产企业间的竞争非常激烈，利润空间变得微乎其微，要想生存下去，只有在生产管理上下功夫，尽可能地降低生产成本，提高收率。高纯氧化铈的制备工艺分为还原分离法制粗铈和锌粉还原-碱度法制取荧光级高纯氧化铈。其中使用还原分离法制取粗铈的工艺流程如下图所示：



已知：1.氧化钕钕富集物的化学式为： $(\text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd})_2\text{O}_3$ ；

2.原料氧化钕钕的主要成分有 $(\text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd})$ ，杂质元素主要有 Fe, Al 等；

3. Eu 主要有II和III两种价态且 Eu (II) 在酸性介质中可被空气氧化；

4.本流程还原步骤中主要反应如下： $\text{Zn} + 2\text{EuCl}_3 = \text{ZnCl}_2 + 2\text{EuCl}_2$ 。

- (1) 写出溶解过程中的主要反应：_____。
- (2) 已知氧化还原电势越高，氧化性越强，试分析为何铈能够被分离出来，且为何要加入锌粉和七水硫酸镁？_____。
- (3) 已知在还原工序中，稀土总量对 Eu_2O_3 回收率有影响。由图 2 知，当氧化钕钕富集物中稀土总量偏低时，非稀土量相位偏高，即铁铝氧化物杂质偏高，造成粗铈回收率低，试分析其原因_____。

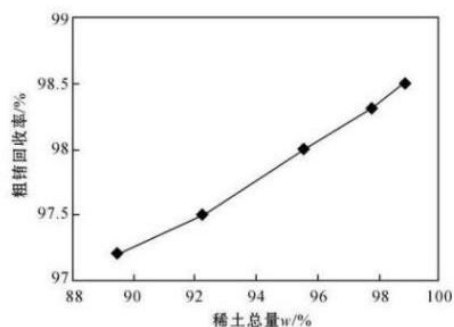


图 2 稀土总量对粗铈回收率的影响

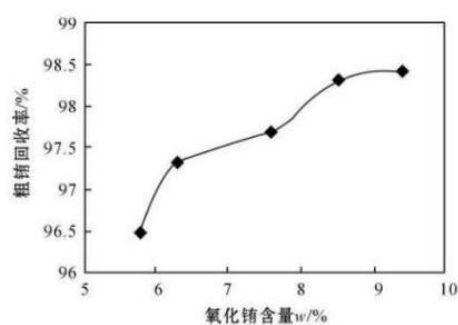


图 3 钕钕富集物中氧化钕含量对粗铈回收率的影响

- (4) 还原结束后 pH 为 5~6，试分析为什么在含有 Fe, Al 杂质时会导致粗铈的回收率降低_____。
- (5) 根据图 3 你能得出什么结论？_____。
- (6) 写出“沉淀”步骤中加入 NH_4HCO_3 生成 $\text{Eu}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式_____。

(7) 沉淀后过滤可使用抽滤操作, 写出抽滤的主要优点, 若在分离第一次滤液中的 Fe、Al 的氢氧化物时可用该方法吗? 为什么? _____。

(8) 硫酸亚铈分解率对回收率的影响较大, 随着硫酸亚铈分解率的降低, 粗铈的回收率也降低。造成硫酸亚铈分解率偏低的原因是, 溶液中存在 K^+ 、 Na^+ 和 NH_4^+ 等, 这些离子容易与稀土硫酸盐形成 $RE_2(SO_4)_3 \cdot Me_2SO_4 \cdot xH_2O$ 型复盐, 其中 Me 为 K^+ 、 Na^+ 和 NH_4^+ , $x=2\sim4$ 。为了保证硫酸亚铈分解完全, 应该采取哪些措施?

(写两条即可) ① _____; ② _____。

(9) 配制流程所需盐酸: $3a\%$ 的盐酸溶液与 $a\%$ 的盐酸酸溶液等体积混合后, 若混合溶液的密度为 $d\text{ g/ml}$, 则混合溶液的物质的浓度是 _____ $\frac{20ad}{36.5}\text{ mol/L}$ (选填 $>$ 、 $<$ 或 $=$)。

18. (12 分) (Energy、海鸥、狗鸽、弃儿供题)

I. 碘元素是人体的必需微量元素之一, 在医药、照相及染料上有重要作用。

(1) 写出 I_2 与热的浓 NaOH 溶液反应的化学方程式 _____;

(2) 下列说法正确的是

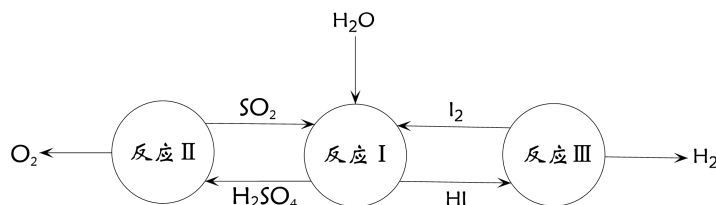
A. 工业上通过海水提取碘单质

B. CCl_4 能从碘的淀粉溶液中萃取碘

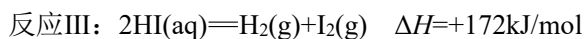
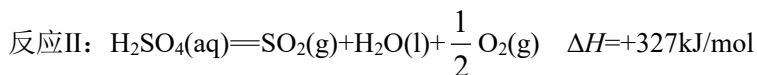
C. 通过升华来分离铁粉和碘的混合物

D. 碘在 KI 溶液中的溶解度比水中的大

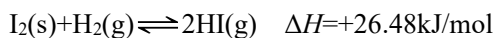
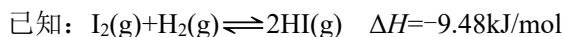
(3) 热化学硫碘循环分解水是一种高效的制氢方法。如图是其反应过程:



相关反应的热化学方程式为:



① 上述反应 I~III 的总反应的热化学方程式为 _____。



② 反应 $I_2(g) \rightleftharpoons I_2(s)$ 的 $\Delta H =$ _____。

(4) 1886 年瑞士化学家 Hans Heinrich Landolt 发现了碘钟反应：向用 H_2SO_4 酸化的 KIO_3 中加入 NaHSO_3 (含少量淀粉溶液)，此时体系中出现无色—蓝色—无色的周期性变化，其中反应分以下三步：

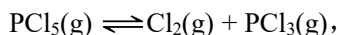
I. _____；

II. $\text{IO}_3^-(\text{aq}) + 5\text{I}^-(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

III. _____；

II. (1) 已知标准平衡常数 K^θ 与温度 T 的关系可用 van't Hoff 方程 $\ln K^\theta = -\frac{\Delta_r H_m^\theta}{R} \frac{1}{T} + C$

来描述 (其中 R 与 C 为常数, $\Delta_r H_m^\theta$ 为反应焓变), PCl_5 的分解反应:



在 473K 达到平衡时, $\text{PCl}_5(\text{g})$ 有 48.5% 分解, 在 573K 达到平衡时, 有 97% 分解, 则此反应的 $\Delta_r H_m^\theta$ _____ 0 (填“>”、“=”或“<”)。

(2) 废水会造成环境的污染, 化工厂的废水中含有大量可回收金属, 现有一废水, 其中三价铁离子和三价铬离子均为 0.1mol/L , 要使 Fe^{3+} 全转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 而 Cr^{3+} 浓度不变, 则溶液 pH 为_____。(参考数据: $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 4 \times 10^{-38}$, $K_{\text{sp}}[\text{Cr}(\text{OH})_3] = 6 \times 10^{-31}$, $\lg \sqrt[3]{4} = 0.2$, $\lg \sqrt[3]{6} = 0.3$, $\lg \sqrt[3]{60} = 0.6$)

(3) N_2 和 H_2 反应生成 NH_3 的反应为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92.4 \text{ kJ/mol}$ 。对于该反应, 其反应速率

$$v = v_{\text{正}} - v_{\text{逆}} = k_{\text{正}} p(\text{N}_2) \cdot p^3(\text{H}_2) - k_{\text{逆}} p^2(\text{NH}_3),$$

其中 $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 分别为正、逆反应速率常数, p 为气体的分压。

① 现若降低温度, 则 $k_{\text{正}} - k_{\text{逆}}$ _____ (填“增大”、“减小”或“不变”);

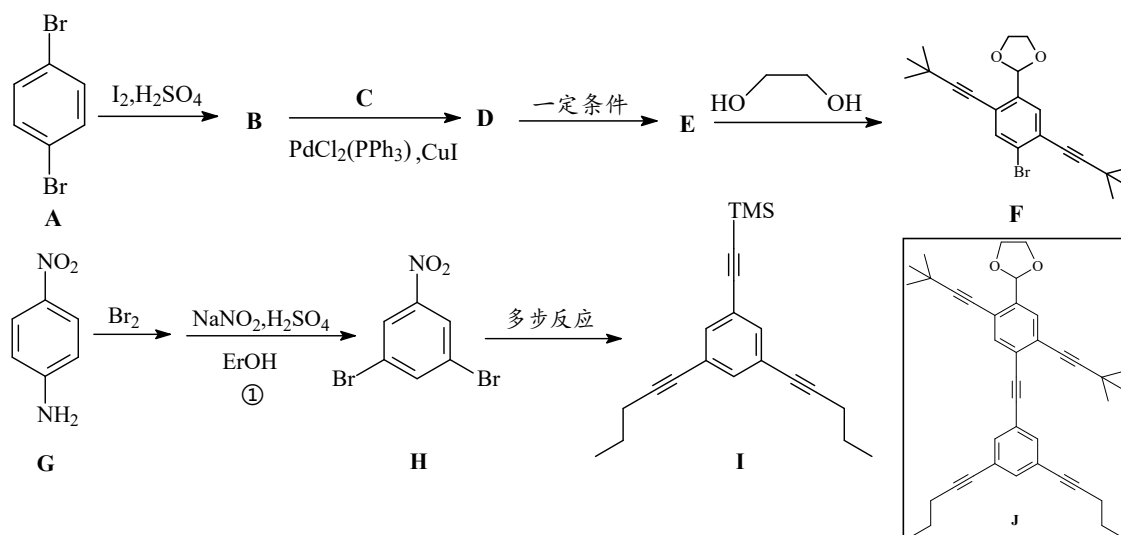
② 若已知其逆反应 NH_3 的平衡转化率为 22%, 当 NH_3 的转化率为 20% 时, 原反应的

$v_{\text{正}} : v_{\text{逆}} =$ _____。(设起初体系中只有 NH_3 , 计算结果保留两位小数)

19. (12 分) (睡到自然醒、狗鸽、弃儿供题) 铜、镁等是非常重要的金属元素, 请根据所学知识完成下列题目。

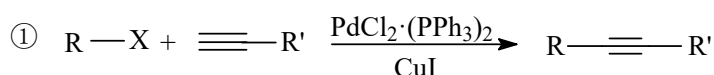
- (1) 基态 Cu 的价电子排布式是_____, 焰色反应时 Cu 的 4s 电子会跃迁至 4p 轨道, 写出 Cu 的激发态电子排布式_____。
- (2) 向 CuSO_4 、 AgNO_3 溶液中加入氨水至过量, 前者生成深蓝色溶液, 后者现象为_____。
 CuSO_4 溶液中反应的离子方程式为_____。
- (3) 若在 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液中通入足量 H_2S 气体, 使 Cu^{2+} 完全沉淀为 CuS , 此时溶液中 H^+ 浓度为_____ (不考虑溶液体积变化)。
- (4) 高温下 CuO 容易转化为 Cu_2O , 试从原子结构角度解释原因: _____。
- (5) 溶液中的水存在 H_3O^+ 、 H_5O_2^+ 等微粒形式, H_5O_2^+ 的结构式为_____, H_3O^+ 空间构型为_____。
- (6) Ni 可形成多种氧化物, 其中一种 Ni_aO 晶体晶胞结构为 NaCl 型, 由于晶体缺陷, a 的值为 0.88, 且晶体中 Ni 分别为 Ni^{2+} 、 Ni^{3+} , 则晶体中 Ni^{2+} 与 Ni^{3+} 的最简整数比为_____, 晶胞参数为 428pm, 则晶体密度为_____ g/cm^3 (N_A 表示阿伏伽德罗常数的值, 列出表达式)。

20. (12 分) (浙江 Energy 供题) 美国 James M Tour 教授合成了纳米分子小人, 合成路线分为下面两步:

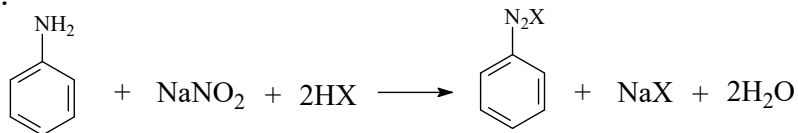


将上半身和下半身组合起来, 即为纳米分子小人 (J)。

已知:



②苯胺的重氮反应：



放氮反应：重氮盐在 Cu_2X_2 催化下与 HX 共热，可生成卤代烃。

请回答：

(1) 化合物 D 的结构简式为_____。

(2) 下列说法正确的是_____。

A. 1mol 有机物 H 能与 3mol H_2 加成

B. 反应①目的是除去氨基

C. 放氮反应的反应类型的取代反应

D. 纳米分子小人的分子式是 $\text{C}_{39}\text{H}_{40}\text{O}_2$

(3) 化合物 E 能发生银镜反应，写出 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的化学方程式_____。

(4) 设计 $\text{H} \rightarrow \text{I}$ 的合成路线（用流程图表示，试剂任选）_____。

(5) 写出化合物 G 同时符合下列条件的同分异构体的结构简式_____。

①分子内均以单键连接；

② $^1\text{H-NMR}$ 谱表示，分子中存在 3 种氢。

提示：正四面体烷 (C_4H_4) 是一种多环烷烃，结构类似一个正四面体。

命题人： 狗鸽本鸽（河南）

睡到自然醒（山西）

° 愛不言弃丿（湖北）

不会飞的海鸥（湖南）

Energy（浙江）

审题人： Energy（浙江）

另： 特别感谢 B 站 up 主小桐子酱对于本次命题作出的修改意见！

特别感谢李政老师对于本次考试的大力宣传！