

## AuChO Junior 1

### 写在前面

这套试题难度整体较低，且面向高一同学。主要考察结构、物理化学、平衡。还有开眼界的附加题。

命题人：大吉猫咪

### T1 雾雨

冬日的雨，在天地间编织起一张细密的网，引发人们无尽的遐想。

写出反应方程式。

1-1 用金红石、一种黑色还原性固体和  $\text{Cl}_2$  可以制得一种易水解的物质。

1-2 用酸性高锰酸钾滴定  $\text{Fe}^{2+}$  时若高锰酸钾过量会生成一种黑色固体而影响滴定结果。其中  $\omega(\text{Mn})=63.19\%$ 。

1-3  $\text{Fe}^{2+}$  在海水中被氧化生成  $\alpha\text{-FeO(OH)}$  而沉积。

1-4 用大苏打(硫代硫酸钠)滴定  $\text{I}_3^-$ 。其中含 S 的阴离子中有 2 个 S 原子为 +5 价，另外 2 个为 0 价。

1-5  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  受热分解生成两种气体，其中一种气体可以与水反应生成一种强酸。另一种气体是一种单质。

### T2 历史的印记

现在的许多科学体系都建立在前人不懈的努力之上。

2-1 瑞典科学家阿伦尼乌斯(Arrhenius)总结大量事实，于 1887 年提出了酸碱电离理论。

2-1-1 比较酸性强弱： $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{SeO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{TeO}_4$ ，并简述原因。

2-1-2 比较酸性强弱： $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{H}_2\text{Se}$ 、 $\text{H}_2\text{Te}$ ，并简述原因。

2-1-3 比较酸性强弱： $\text{HClO}$ 、 $\text{HClO}_3$ 、 $\text{HClO}_4$ ，并简述原因。

2-2 富兰克林(Franklin)于 1905 年提出酸碱溶剂理论。

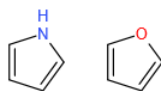
2-2-1 写出液态 HF 自耦电离的方程式。

2-2-2 写出  $\text{NaNH}_2$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  反应方程式。

2-3 路易斯(lewis)酸碱理论，是 1923 年美国物理化学家吉尔伯特·牛顿·路易斯(Lewis G N)提出的一种酸碱理论。

2-3-1 比较碱性： $\text{NF}_3$ 、 $\text{NCl}_3$ 。

2-3-2 比较碱性：



### T3 回忆

列车轮碾过车轨的声音从耳边传来。远处的天边黑暗中透露着紫红的余晖。高楼的漆黑的剪影在远野上飞奔而过。

3-1 写出电子排布式：Cr、Co、Cu、Zn。

3-2 比较熔点：NaCl、MgCl<sub>2</sub>、AlCl<sub>3</sub>。

3-3 指出分子中的大 $\pi$ 键：NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、HN<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

3-4 写出 O<sub>2</sub> 分子轨道电子排布式并计算理论磁矩。

### T4 光明

纯净、光洁、高度的几何对称，这是晶体的美丽。

如图是一种 TiO<sub>2</sub> 的晶胞。较大的小球为 Ti 原子，较小的是 O 原子。

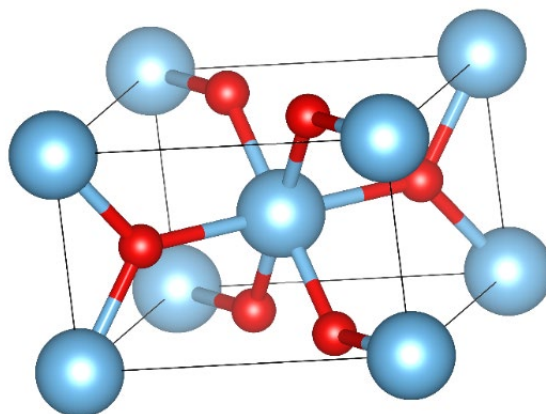
晶胞参数：

$$a = 4.59000 \text{ \AA} \quad \alpha = 90.0000^\circ$$

$$b = 4.59000 \text{ \AA} \quad \beta = 90.0000^\circ$$

$$c = 2.96000 \text{ \AA} \quad \gamma = 90.0000^\circ$$

其中一个氧原子坐标为 (0.32700, 0.32700, 0.00000)



4-1 指出这种 TiO<sub>2</sub> 晶体所属晶系。

4-2 计算这种 TiO<sub>2</sub> 密度。

4-3 写出其中 Ti 原子和 O 原子的坐标。

4-4 写出 Ti 原子和 O 原子各有几种不同的化学环境。

### T5 暗夜

喧哗褪去，夜幕降临。夜晚是留给自己一个人静静思考的。

夜晚的黑暗，或许是另一个地方的光明。

周而复始，是世间的自然规律。

5-1 大部分的铵盐不稳定，受热易分解。

5-1-1 写出 NH<sub>4</sub>HS 分解的反应方程式。

5-1-2 将一定量的 NH<sub>4</sub>HS 在一定温度下放在一个真空容器中分解，平衡时总压为 68.0kPa。

求反应的 K<sup>θ</sup>。

5-2 Fe 是重要的金属元素。现给出下列热力学数据

|  | O <sub>2</sub> | Fe   | Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | H <sub>2</sub> O(g) | H <sub>2</sub> |
|--|----------------|------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| $\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$           | 0              | 0    | -1118.4                        | -824.2                         | -241.8              | 0              |
| $S_m^\ominus / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$ | 205.138        | 27.3 | 146.4                          | 87.4                           | 188.8               | 130.7          |

5-2-1 通过计算确定常温下(298K)铁被氧化得到的最稳定的产物。

5-2-2 通过计算求发生反应  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$  的温度取值范围。

5-2-3 铁丝燃烧时温度约为 1800K，通过计算确定燃烧后得到的产物，并求理论上 O<sub>2</sub> 的最小浓度。

## T6 破晓时分

凌晨。清晨的校园被轻薄的雾气笼罩着。东方的天空，深蓝色中透露着一丝丝绯红，宁静、美好。几个身影走向了不远处的教学楼……

6-1 计算  $0.10\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的 HAc 溶液的 pH。HAc  $K_a^\ominus = 1.8 \times 10^{-5}$ 。

6-2 通过计算说明 ZnS 溶于盐酸而 CuS 不溶。假定  $c(\text{HCl}) = 2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。H<sub>2</sub>S 溶解度为  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

ZnS  $K_{sp}^\ominus = 2.5 \times 10^{-22}$ , CuS  $K_{sp}^\ominus = 6.3 \times 10^{-36}$ , H<sub>2</sub>S  $K_{a1}^\ominus = 1.1 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a2}^\ominus = 1.3 \times 10^{-13}$ 。

6-3 在酸性溶液中氧化 Co<sup>2+</sup> 比较困难，但其配合物易被氧化，求  $E_A^\ominus([\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}/[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+})$ 。已知  $E_A^\ominus(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}) = 1.92\text{V}$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$   $K_{\text{稳}} = 1.3 \times 10^5$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$   $K_{\text{稳}} = 1.6 \times 10^{35}$ 。能斯特方程为  $E = E^\ominus + (0.059\text{V}/z) \times \lg([\text{氧化型}]/[\text{还原型}])$ 。

6-4 现配制了  $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaHCO<sub>3</sub> 溶液，计算其 pH。已知 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  $K_{a1}^\ominus = 4.45 \times 10^{-7}$   $K_{a2}^\ominus = 4.69 \times 10^{-11}$ 。

### Ex1 Lunatic Dreamer (附加题)

元素  $M$  是一种金属元素，可以用于制作合金。 $M$  的单质很活泼，但纯净的  $M$  单质只与王水反应。含  $M$  的化合物  $A$  水解得到一种可燃的气体  $B$  和  $M$  的氢氧化物  $C$ 。将  $C$  高温灼烧得到不与酸碱反应的物质  $D$ 。工业上常将  $D$  和另外一种含  $M$  的化合物共熔电解来制  $M$  的单质。将  $M$  的单质在  $Cl_2$  中点燃是最好的制取纯净且不含结晶水的  $M$  的  $Cl$  盐的方法。在没有溶剂的条件下， $M$  的  $Cl$  盐与硼氢化钠( $NaBH_4$ )反应得到含  $M$  的物质  $E$ 。再加热  $E$  得到含  $M$  的物质  $F$  和另一种易自燃且有毒的气体  $G$ 。

已知  $A$  中  $\omega(M)=74.97\%$ ， $B$  充分燃烧只生成二氧化碳和水。 $E$  中的一个  $M$  原子为 6 配位。 $F$  中含有三种元素，其中的两个  $M$  的原子均为 6 配位， $B$  原子 4 配位。

Ex1-1 写出  $A$ 、 $B$ 、 $E$ 、 $G$  的化学式。

Ex1-2 写出生成  $E$  的化学反应方程式。

Ex1-3 解释“将  $M$  的单质在  $Cl_2$  中点燃是最好的制取纯净的  $M$  的  $Cl$  盐的方法。”

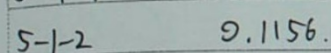
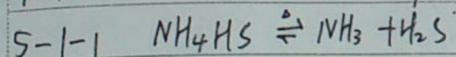
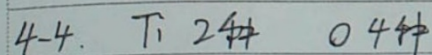
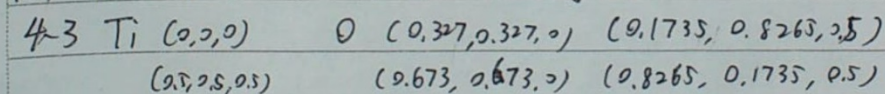
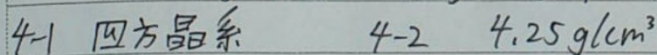
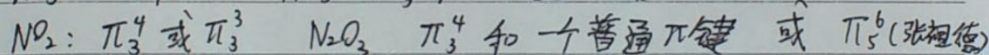
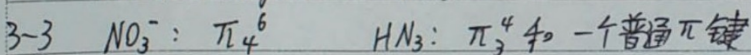
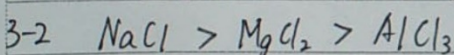
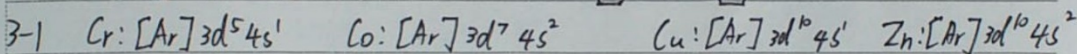
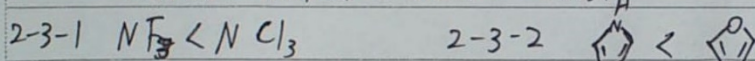
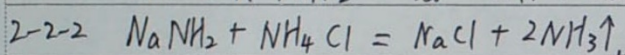
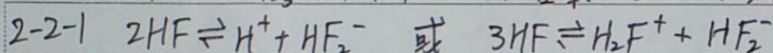
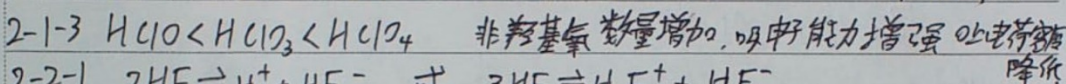
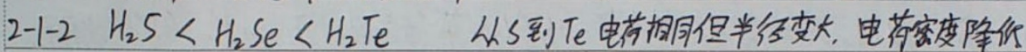
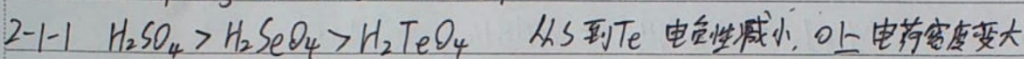
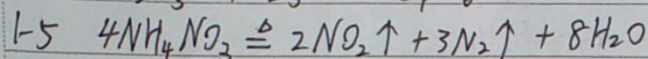
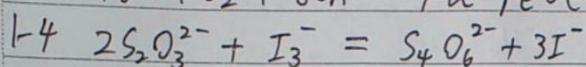
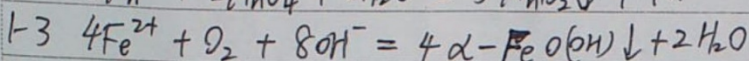
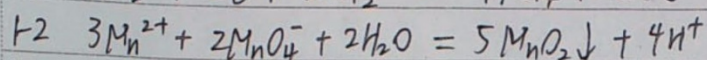
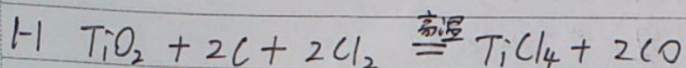
Ex1-4 画出  $F$  的分子结构。

## AuChO Junior 1 答案

这次 5-2-3 数据出锅, 原因是温度对  $\alpha_{\text{H}_2\text{S}}$  和  $S_{\text{H}_2\text{S}}$  有影响, 以及数据来源不同, 将 1600K 改为 1800K 就行了.

6-2 中  $\text{H}_2\text{S}$  溶解度给为 0.1 mol/L, 以为是常识就没写.

想要解析可以找出题人私聊, 或留言 C103 教室, 标注试卷名、题号、问题、手机号、姓名.





5-2-1  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  稳定

5-2-2 不超过 900K

5-2-3. 用 1800K 算:  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $6.8 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ 用 1600K 算:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.83 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ 6-1  $\text{pH} \approx 2.87$ 6-2  $\text{ZnS}$  溶解后  $[\text{H}_2\text{S}] = 0.207 > 0.1$  $\text{CuS}$ :  $[\text{H}_2\text{S}] = 4.2 \times 10^{-8} \ll 0.1$ 

6-3. 0.145 V

6-4 8.34.

Ex 1-1 A:  $\text{Al}_4\text{C}_3$  B:  $\text{CH}_4$ E:  $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$  G:  $\text{B}_2\text{H}_6$ Ex 1-2  $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaBH}_4 = \text{Al}(\text{BH}_4)_3 + 3\text{NaCl}$ Ex 1-3  $\text{AlCl}_3$  溶液蒸发结晶得到的  $\text{AlCl}_3$  带结晶水, 再加热  $\text{AlCl}_3$  水解, 最后得到  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 

Ex 1-4

