

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。

~~出题人认为这套题好得不得了，如果你认为不好可以与出题人讨论。~~

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

1-4 用大苏打(硫代硫酸钠)滴定 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 NH_4NO_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： H_2SO_4 、 H_2SeO_4 、 H_2TeO_4 ，并简述原因。

2-1-2 比较酸性强弱： H_2S 、 H_2Se 、 H_2Te ，并简述原因。

2-1-3 比较酸性强弱： HClO 、 HClO_3 、 HClO_4 ，并简述原因。

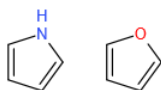
2-2 富兰克林(Franklin)于 1905 年提出酸碱溶剂理论。

2-2-1 写出液态 HF 自耦电离的方程式。

2-2-2 写出 NaNH_2 和 NH_4Cl 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(Gilbert N. Lewis)提出的一种酸碱理论。

2-3-1 比较碱性： NF_3 、 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、MgCl₂、AlCl₃。

3-3 指出分子中的大 π 键：NO₃⁻、HN₃、NO₂、N₂O₃。

3-4 写出 O₂ 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 TiO₂ 的晶胞。较大的小球为 Ti 原子，较小的是 O 原子。

晶胞参数：

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

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

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

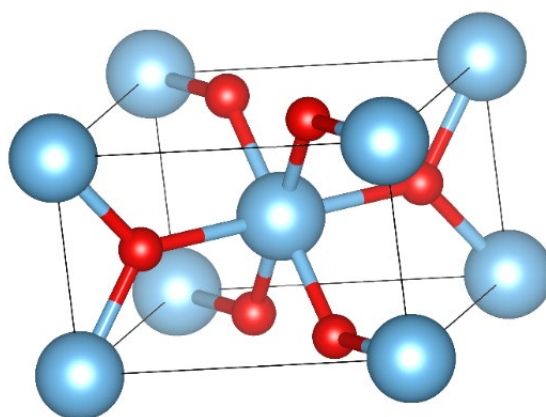
其中一个氧原子坐标为 (0.32700, 0.32700, 0.00000)

4-1 指出这种 TiO₂ 晶体所属晶系。

4-2 计算这种 TiO₂ 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 NH₄HS 分解的反应方程式。

5-1-2 将一定量的 NH₄HS 在一定温度下放在一个真空容器中分解，平衡时总压为 68.0 kPa。求反应的 K[⊖]。

5-2 Fe 是重要的金属元素。现给出下列热力学数据

| | O ₂ | Fe | Fe ₃ O ₄ | Fe ₂ O ₃ | H ₂ O(g) | H ₂ |
|--|----------------|------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| $\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ | 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 1600K, 通过计算确定燃烧后得到的产物, 并求理论上 O₂ 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 $c(\text{HCl}) = 2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

ZnS $K_{sp}^\ominus = 2.5 \times 10^{-22}$, CuS $K_{sp}^\ominus = 6.3 \times 10^{-36}$, H₂S $K_{a1}^\ominus = 1.1 \times 10^{-7}$, $K_{a2}^\ominus = 1.3 \times 10^{-13}$ 。

6-3 在酸性溶液中氧化 Co²⁺ 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 NaHCO₃ 溶液, 计算其 pH。已知 H₂CO₃ $K_{a1}^\ominus = 4.45 \times 10^{-7}$ $K_{a2}^\ominus = 4.69 \times 10^{-11}$ 。

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 $\omega(\text{M})=62.75\%$ ，**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。