

1999 年全国高中学生化学竞赛（初赛）试题

（1999 年 10 月 9 日 9:00 - 12:00 共计 3 小时）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	总计
满分	12	10	12	12	16	10	12	16	100
得分									
评卷人									

- 竞赛时间 3 小时。迟到超过 30 分钟者不能进考场。开始考试后 1 小时内不得离场。时间到，把试卷（背面朝上）放在桌面上，立即起立撤离考场。
- 试卷装订成册，不得拆散。所有解答必须写在指定的方框内，不得用铅笔填写。草稿纸在最后一页。不得持有任何其他纸张。
- 姓名、报名号和所属学校必须写在首页左侧指定位置，写在其他地方者按废卷论。
- 允许使用非编程计算器以及直尺等文具。

H 1.008	相对原子质量																He 4.003
Li 6.941	Be 9.012											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18
Na 22.99	Mg 24.31											Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
Cs 132.9	Ba 137.3	La-Lu	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.9	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po [210]	At [210]	Rn [222]
Fr [223]	Ra [226]	Ac-Lr															

第一题(12分) 12.0g 含 2 种化合物(由常见元素组成)的近白色固体溶于过量盐酸, 释放出 2.94L 气体(标准状态), 气体密度为同温度下空气密度的 1.52 倍; 剩余的不溶性残渣含氧 53.2%, 既不溶于酸又不溶于稀碱溶液。通过计算分别写出 2 种化学物质的化学式。

计算过程:

化学物质的化学式:

第二题 (10 分) **A** 和 **B** 两种物质互相溶解的关系如图 1 所示, 横坐标表示体系的总组成, 纵坐标为温度, 由下至上, 温度逐渐升高。 T_1 时 **a** 是 **B** 在 **A** 中的饱和溶液的组成, **b** 是 **A** 在 **B** 中的饱和溶液的组成, (T_2 时相应为 **c**、**d**)。 T_3 为临界温度, 此时 **A** 和 **B** 完全互溶。图中曲线内为两相, 曲线外为一相 (不饱和液)。某些物质如 H_2O 和 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$, $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 和 间- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$ 有低的临界温度 (见示意图 2)。请根据上述事实, 回答下列问题:

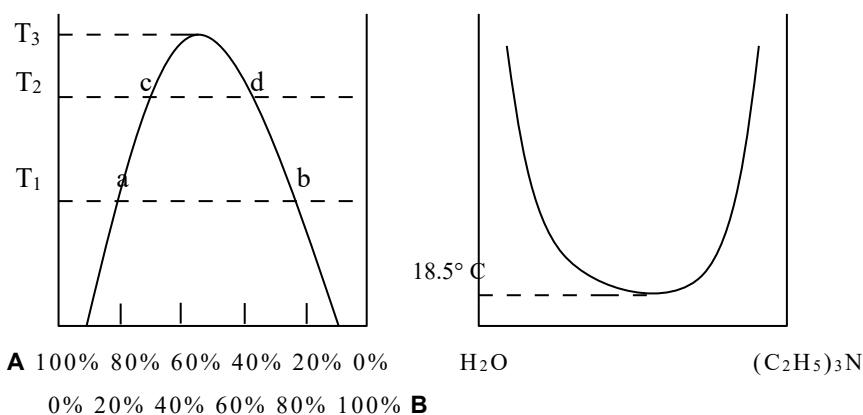


图 1

图 2

2-1 解释图 1 中 T_3 存在的原因。

2-2 说明图 2 所示的两对物质存在低的临界温度的原因。

2-3 描述图 2 所示的两对物质的互溶过程。

第三题 (12分) 铬的化学丰富多采, 实验结果常出人意料。将过量 30% H_2O_2 加入 $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ 的氨水溶液, 热至 50°C 后冷至 0°C , 析出暗棕红色晶体 **A**。元素分析报告: **A** 含 Cr 31.1%, N 25.1%, H 5.4%。在极性溶剂中 **A** 不导电。红外图谱证实 **A** 有 N-H 键, 且与游离氨分子键能相差不太大, 还证实 **A** 中的铬原子周围有 7 个配位原子提供孤对电子与铬原子形成配位键, 呈五角双锥构型。

3-1 以上信息表明 **A** 的化学式为:

A 的可能结构式为: (请画在右边的大方框中)

3-2 **A** 中铬的氧化数为:

3-3 预期 **A** 最特征的化学性质为:

3-4 生成晶体 **A** 的反应是氧化还原反应, 请写出反应方程式:

第四题 (12分) 市场上出现过一种一氧化碳检测器, 其外观像一张塑料信用卡, 正中有一个直径不到 2cm 的小窗口, 露出橙红色固态物质。若发现橙红色转为黑色而在短时间内不复原, 表明室内一氧化碳浓度超标, 有中毒危险。一氧化碳不超标时, 橙红色虽也会变黑却能很快复原。已知检测器的化学成分: 亲水性的硅胶、氯化钙、固体酸 $\text{H}_8[\text{Si}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6] \cdot 28\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{PdCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (注: 橙红色为复合色, 不必细究)。

4-1 CO 与 $\text{PdCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的反应方程式为:

4-2 4-1 的产物之一与 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 反应而复原, 化学方程式为:

4-3 4-2 的产物之一复原的反应方程式为:

第五题 (16 分) 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。

5-1 写出上面 3 步所涉及的化学反应方程式。

步骤 1

步骤 2

步骤 3

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: $174.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 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 12.45 mL。

2: 取 20.0°C 下新鲜水样 103.5 mL, 按上述测定步骤滴定, 消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 11.80 mL。已知该温度下水的饱和 O_2 含量为 $9.08 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

3. 在 20.0°C 下密闭放置 5 天的水样 102.2 mL, 按上述测定步骤滴定, 消耗硫代硫酸钠标准溶液 6.75 mL。

5-2 计算标准溶液的浓度 (单位 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)。

标准溶液浓度:

计算过程:

5-3 计算新鲜水样中氧的含量 (单位 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)。

新鲜水样中氧的含量:

计算过程:

5-4 计算陈放水样中氧的含量（单位 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ）。

陈放水样中氧的含量：

计算过程：

5-5 以上测定结果说明水样具有什么性质？

第六题（10分）曾有人用金属钠处理化合物 **A**（分子式 $\text{C}_5\text{H}_6\text{Br}_2$ ，含五元环），欲得产物 **B**，而事实上却得到芳香化合物 **C**（分子式 $\text{C}_{15}\text{H}_{18}$ ）。

6-1 请画出 **A**、**B**、**C** 的结构简式。

A 的结构式



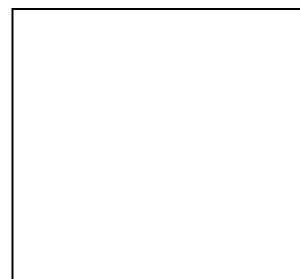
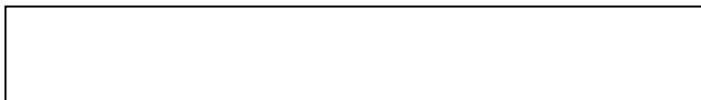
B 的结构式



C 的结构式



6-2 为什么该反应得不到 **B** 却得到 **C**？

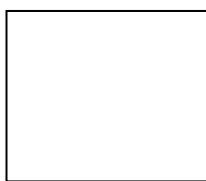


6-3 预期用过量酸性高锰酸钾溶液处理 **C**，得到的产物是 **D**，请将 **D** 的结构式写在右边的大框中。

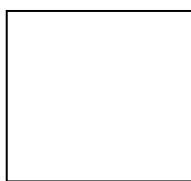
第七题（12分）在星际云中发现一种高度对称的有机分子（**Z**），在紫外辐射或加热下可转化为其他许多生命前物质，这些事实支持了生命来自星际的假说。有人认为，**Z** 的形成过程如下：（1）星际分子 $\text{CH}_2=\text{NH}$ 聚合生成 **X**；（2）**X** 与甲醛加成得到 **Y**（分子式 $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N}_3$ ）；（3）**Y** 与氨（摩尔比 1:1）脱水缩

合得到 **Z**。试写出 **X**、**Y** 和 **Z** 的结构简式。

X 的结构式



Y 的结构式



Z 的结构式



第八题 (16 分) 盐酸普鲁卡因是外科常用药，化学名：对-氨基苯甲酸-β-二乙胺基乙酯盐酸盐，结构式如右上。作为局部麻醉剂，普鲁卡因在传导麻醉、浸润麻醉及封闭疗法中均有良好药效。它的合成路线如下，请在方框内填入试剂、中间产物或反应条件。

