

2019 年高中化学奥林匹克

北京地区预选赛试题参考答案及评分标准

第 1 题 (30 分, 每小题 5 分)

(1) A (2) D (3) B (4) C (5) B (6) BD

(6) 双选, 答对一个(即, B 或 D) 得 3 分, 对错都有的得 1 分

第 2 题 (25 分)

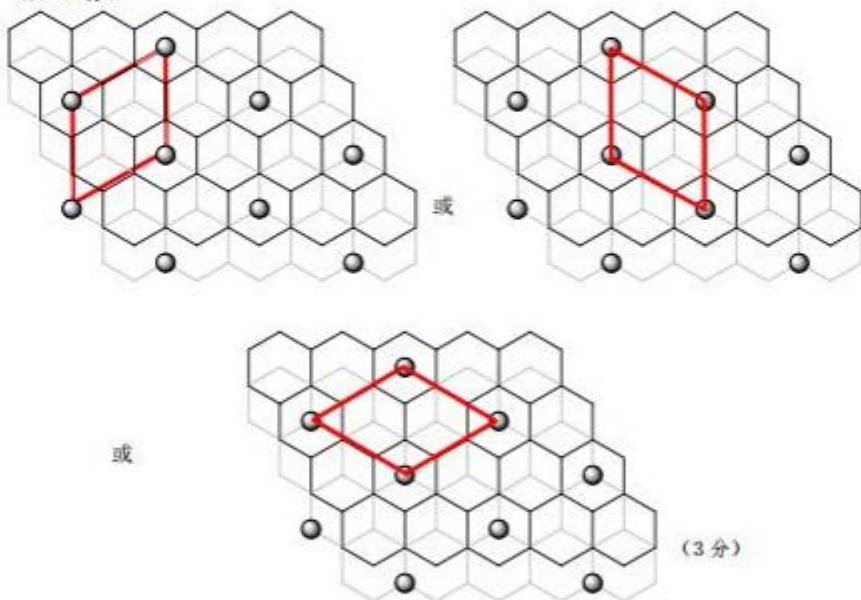
(1) (10 分)

不能 (4 分); 因为进入试管的气体含有 HCl, $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 造成 CaCO_3 溶解。
(方程式 3 分, 解释 3 分, 共 6 分)

写离子方程式满分 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

(2) (3 分) N_2H_4 中 N 上含有孤对电子, 而 $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$ 上的 N 没有孤对电子, 但带有正电荷。两个孤对电子间的排斥力大于两个 $-\text{NH}_3^+$ 间的排斥力, 使得前者的 N—N 键更长。

(3) (5 分)



以任何 Li 球为顶点画出与上面同样形状和大小平行四边形, 均得 3 分。

$N_{\text{Li}} : N_{\text{C}} = 1 : 12$

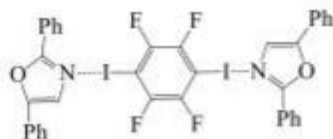
(2 分)

(4) (3 分) 烃和 O_2 完全反应的产物为 CO_2 和 H_2O , 标况下 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 体积可忽略。由题目可知参与反应的 O_2 为 $40\text{ mL} - 10\text{ mL} = 30\text{ mL}$, 生成 CO_2 的体积为 $30\text{ mL} - 10\text{ mL} = 20\text{ mL}$ 。设烃分子式为 C_xH_x , 则有: $\text{C}_x\text{H}_x + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + \frac{x}{2}\text{H}_2\text{O}$ 。解得 $x = 4$ 。因此: $\text{C}_4\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

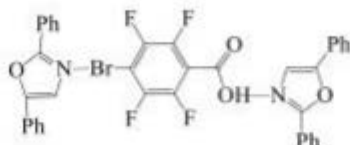
(3 分)

#其他合理推出也得3分

(5) (4分)



(2分)



(2分)

第3题 (14分)

(1) 粉碎, 加热, 搅拌; BaCl_2 溶液 (4分)

(2) CO_3^{2-} , OH^- (2分)

(3) 蒸发、结晶 (2分)

(4) $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2$ (2分)

(5) $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ (2分)

K^+ 很少, 而且 KHCO_3 的溶解度远大于 NaHCO_3 , 不会结晶析出 (2分)

#如果不写 K^+ 很少, 不扣分

第4题 (8分)

(1) 最高氧化数 (化合价) (2分)

(2) B (2分)

(3) 原子的相对原子质量 (2分)

(4) 核外电子排布的周期性变化 (2分)

第5题 (9分)

(1) $\text{VO}_2^+ + \text{V}^{2+} + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{V}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ (2分)

(2) 黄色 (2分)

(3) > (1分)

(4) H^+ ; 正 (各1分, 共2分)

(5) 电解液循环, 保持各离子浓度稳定 (2分)

第6题 (9分)

(1) $\text{Hg}(\text{l}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{HgO}(\text{s}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -90.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}, \Delta_r S_m^\ominus = -108.2 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

298.15 K 下, $\Delta_r G_m^\ominus = -58.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 反应正向自发。 (2分)

加热的目的是加快反应进行。

(2分)

#以 $2\text{Hg}(l) + \text{O}_2(g) = 2\text{HgO}(s)$ 为基础计算, 数值正确也得满分

(2) 对应反应为: $\text{HgO}(s) = \text{Hg}(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g)$

$$\Delta_r H_m^\ominus = 152.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}, \Delta_r S_m^\ominus = 207.3 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \quad (2 \text{分})$$

$$p(\text{Hg}) + p(\text{O}_2) = p^\ominus, \quad p(\text{Hg}) = 2p(\text{O}_2),$$

$$\text{解得, } p(\text{Hg}) = 2/3 p^\ominus, \quad p(\text{O}_2) = 1/3 p^\ominus, \quad Q = [p(\text{Hg})/p^\ominus][p(\text{O}_2)/p^\ominus]^{1/2} = 0.385$$

$$\Delta_r G_m = \Delta_r G_m^\ominus + RT \ln Q = \Delta_r H_m^\ominus - T \Delta_r S_m^\ominus + RT \ln Q = 0 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{分解温度: } T_2 = \Delta_r H_m^\ominus / (\Delta_r S_m^\ominus - R \ln Q) = 152.2 \times 10^3 / (207.3 - 8.314 \times \ln 0.385) = 707(\text{K})$$

(2分)

#如果以液体形式 $\text{Hg}(l)$ 来计算, 扣 2 分

以 $2\text{HgO}(s) = 2\text{Hg}(g) + \text{O}_2(g)$ 为基础计算, 数值正确也得满分

第 7 题 (14 分)

(1) $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} \downarrow + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (2分)

(2) 冰块, 生成水蒸气可将残留在烧瓶和导管中的 NH_3 全部导入锥形瓶中。(2分)

(3) a) 偏大、b) 偏小。 (各 1 分, 共 2 分)

(4) $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$; $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ (各 2 分, 共 4 分)

(5) $n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = cV \times 10 = 0.01547 \times 12.15 \times 10^{-3} \times 10 = 1.880 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (2分)

(6) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (2分)

第 8 题 (8 分)

(1)



(2分)

(2) D

(2分)

(3) 静电作用; 氢键

(2分)

(4) 3.90 nm

(2分)

第 9 题 (11 分)

(1) 化学式: FeN_4 ; 结构基元: 两个 Fe 原子和两个 N 原子 (2分、1分, 共 3分)

分数坐标: Fe (0,0,0) (0,0,1/2); N (1/3,2/3,3/4) (2/3,1/3,1/4)

(每个 0.5 分, 共 2 分)

(2) 化学式: FeN_4

(2分)

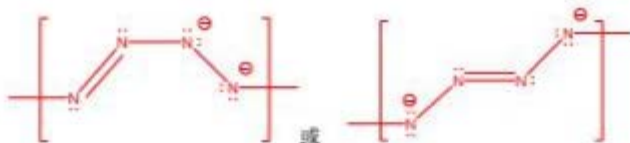
Fe 的配位数是 6

(1分)

N 有 2 种配位数: 两个 N 是 1, 另外两个 N 是 2

(1分)

答 1.5 也得 1 分, 仅答 1 或 2 得 0.5 分



(1分)

(3) 129pm

(1分)

第10题 (22分)

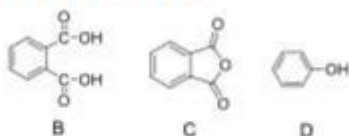
(1) $C_{13}H_{16}O_2$, (酚)羟基 (各1分, 共2分)

(2) 酚醛树脂; 高, 与甲醛相比, 丙酮分子中的甲基是给电子基团, 使得丙酮中羰基的亲电性下降; 亲核加成反应中, 丙酮的空间位阻比甲醛大, 使得其反应活性降低 (1分, 1分, 1分, 共3分)

答出其中一条原因即得满分

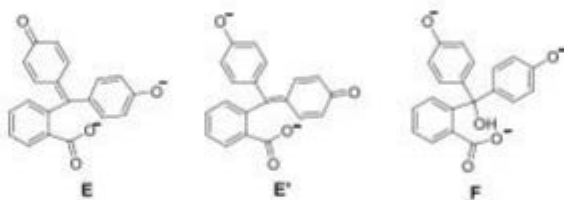
(3) $KMnO_4$, 脱水剂, H^+ , 氧化反应, 取代反应 (各1分, 共5分)

其他合理答案亦得分



(各1分, 共3分)

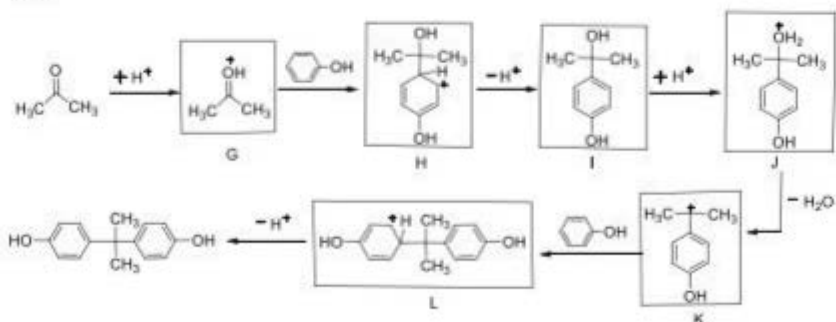
(4)



(各1分, 共3分)

E和E'的结构可互换

(5)



(各1分, 共6分)

给出中间体G-L的其他共振式亦得分