

中国科学院大学
2020 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：无机化学

考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

一、选择题 (以下各小题所列答案中只有一个是正确的，共 20 小题，每小题 2 分，共 40 分。)

- 1、对于任意一过程，下列叙述正确的是 ()
A、体系所作的功与反应途径无关
B、体系的内能变化与反应途径无关
C、体系所吸收的热量与反应途径无关
D、以上叙述均不正确
- 2、等体积混合 pH=2.00 和 pH=11.00 的强酸和强碱溶液，所得溶液的 pH 值为 ()
A、6.50 B、4.82 C、3.46 D、2.35
- 3、反应 $A+2B=2Y$ 的速率方程为： $v=k[A][B]$ ，则该反应是 ()
A、基元反应 B、三级反应 C、一级反应 D、二级反应
- 4、两个半电池，电极相同，电解质溶液中的物质也相同，都可以进行电极反应，但溶液的浓度不同，它们组成的电池的电动势 ()
A、 $E^{\ominus}=0, E \neq 0$ B、 $E^{\ominus} \neq 0, E \neq 0$
C、 $E^{\ominus} \neq 0, E=0$ D、 $E^{\ominus}=0, E=0$
- 5、某反应的 $\Delta_r H_m^{\ominus} < 0$ ，当温度升高时，其平衡常数的数值将 ()
A、增大 B、不变 C、减小 D、无法判断

- 6、 $(\text{CN})_2$ 是拟卤素，下列反应中与卤素无相似之处的是 ()
- A、 $(\text{CN})_2 + 2\text{OH}^-$ 生成 $\text{CN}^- + \text{OCN}^- + \text{H}_2\text{O}$
B、 $(\text{CN})_2 + 2\text{O}_2$ 加热生成 $2\text{CO}_2 + \text{N}_2$
C、与氢气反应生成 HCN
D、与银、汞、铅反应得难溶盐
- 7、稀溶液依数性中起决定性的性质是 ()
- A、溶液的蒸气压下降
B、溶液的沸点升高
C、溶液的凝固点降低
D、溶液具有渗透压
- 8、下列化合物中具有氢键的物质是 ()
- A、 CH_2Cl_2 B、 CH_3OCH_3 C、 CH_3OH D、 CH_4
- 9、下列离子不能被金属锌还原的是 ()
- A、 TiO^{2+} B、 VO^{2+} C、 Fe^{3+} D、 V^{2+}
- 10、锰的下列物种能在酸性溶液中发生歧化反应的是 ()
- A、 MnO_4^{2-} B、 MnO_2 C、 MnO_4^- D、 Mn^{2+}
- 11、下列化合物中，没有反馈 π 键的是 ()
- A、 $[\text{Pt}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{Cl}_3]^-$ B、 $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$ C、 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ D、 $[\text{FeF}_6]^{3-}$
- 12、M 为中心原子，a、b、d 为单齿配体。下列配合物中有顺反异构体的是 ()
- A、 Ma_2bd (平面正方形) B、 Ma_3b (平面正方形)
C、 Ma_2bd (四面体) D、 Ma_2b (三角形)
- 13、制备 Fe^{2+} 的标准溶液，最合适的方法是 ()
- A、 FeCl_2 溶于水 B、硫酸亚铁铵溶于水
C、 FeCl_3 溶液中加铁屑 D、铁屑溶于稀酸
- 14、 γ 射线是 ()
- A、高能电子 B、低能电子 C、高能电磁波 D、高能核子
- 15、下列氢氧化物中，碱性最强的是 ()
- A、 LiOH B、 $\text{Be}(\text{OH})_2$

24、(6分) O_3 分子中有_____个 σ 键和一个含_____电子的大 π 键, 氧原子之间的键级为_____, 该分子中单电子数为 _____. $[CuCl_2]$ 是_____磁性的, 而 $[CuCl_4]^{2-}$ 是_____磁性的。

25、(5分) 用 > 或 < 符号表示下列各对物质的热稳定性的相对大小:

ZnO_____HgO; Na_2SO_4 _____ Na_2SO_3 ; $CuCl_2$ _____ $CuBr_2$;
 $PbCl_2$ _____ $PbCl_4$; AsH_3 _____ PH_3 。

26、(2分) 可逆循环过程的熵变为_____; 孤立体系不可逆过程的熵变_____。

三、计算题 (共 5 小题, 共 50 分)

27、(8分) 人体血液中有 $H_2CO_3 \sim HCO_3^-$ 缓冲对, 若测得人血的 $pH=7.20$, 已知 H_2CO_3 的 $pK_a^{\ominus}=6.10$, 计算:

(1) $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ 的比值;

(2) $[HCO_3^-]=0.023 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 求 $[H_2CO_3]$ 的值。

28、(8分) 100 mL 的亚砷酸钠 (NaH_2AsO_3) 溶液在碱性介质中与 0.02 mol 的 I_2 反应, 过量的 I_2 恰好与含 0.01 mol 硫代硫酸钠 ($Na_2S_2O_3$) 的溶液反应完全。请写出上述两个反应的离子方程式, 并计算原来亚砷酸钠溶液的浓度。

29、(10分) 某同学在确定所制备的 $K_3[Fe(C_2O_4)_3]\cdot 3H_2O$ 晶体中 FeC_2O_4 杂质的含量时, 进行了以下实验: 将一定量的样品加入稀硫酸中, 微热溶解后用 $0.05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的高锰酸钾溶液进行滴定, 用去 108.00 mL; 再加入适量还原剂将三价铁还原为二价铁后, 同样用此高锰酸钾溶液滴定, 恰好用去 20.00 mL。试:

(1) 给出滴定反应的离子反应式;

(2) 计算所合成样品的组成 (不考虑结晶水)。

30、(12分) 将 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} AgNO_3$ 与 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} KCl$ 溶液以等体积混合, 加入浓氨水 (忽略加入浓氨水所引起的体积变化) 使 $AgCl$ 沉淀恰好溶解。试给出

- (1) 混合溶液中游离氨的浓度；
(2) 混合溶液中加入固体 KBr，并使 KBr 浓度为 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，有无 AgBr 沉淀产生？

已知 $K_{\text{稳}}([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) = 1.6 \times 10^7$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.0 \times 10^{-10}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = 5.0 \times 10^{-13}$ 。

31、(12 分) 已知 $\varphi^\ominus(\text{Tl}^+/\text{Tl}) = -0.34 \text{ V}$ ， $\varphi^\ominus(\text{Tl}^{3+}/\text{Tl}^+) = 1.25 \text{ V}$ ，

- (1) 请计算 $\varphi^\ominus(\text{Tl}^{3+}/\text{Tl})$ 的值；
(2) 请计算 298 K 时 $2\text{Tl} + \text{Tl}^{3+}(\text{aq}) = 3\text{Tl}^+(\text{aq})$ 反应的平衡常数 K^\ominus ；
(3) 根据上述平衡常数 K^\ominus 说明 Tl^+ 的稳定性如何，并简述其原因。

已知：通用气体常数 $R = 8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{L}^{-1}$ ，法拉第常数 $F = 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

四、简答题（共 5 小题，共 30 分）

32、(6 分) 常温下测得卤化氢气体对空气的相对密度是：HF 1.78；HCl 1.26；HBr 2.79；HI 4.44。由此可以计算出卤化氢的分子量，HCl、HBr、HI 均接近理论值，唯 HF 的分子量与理论值 20 相差很大，试说明其原因。

33、(6 分) 对于气相反应 $\text{I}_2(\text{g}) = 2\text{I}(\text{g})$ 处于平衡时：

- (1) 压缩体积时， $\text{I}_2(\text{g})$ 的解离度如何变化？为什么？
(2) 恒容条件下充入 $\text{N}_2(\text{g})$ ， $\text{I}_2(\text{g})$ 的解离度如何变化？为什么？
(3) 恒压条件下充入 $\text{N}_2(\text{g})$ ， $\text{I}_2(\text{g})$ 的解离度如何变化？为什么？

34、(6 分) 试根据原子结构理论预测：

- (1) 第八周期将包括多少种元素？
(2) 核外出现第一次 5g 电子的元素其原子序数是多少？
(3) 第 116 号元素属于第几周期？第几族？

35、(6 分) 只用单一试剂 AgNO_3 溶液将 NaCl、 Na_2S 、KI、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 四种物质区别开来，请描述相关实验现象。

36、(6 分) 变色硅胶中的吸湿指示剂的成分是什么？它是如何发挥作用的？

(请将试卷与答题卷一同交回)