

# 安徽师范大学

## 2020 年硕士研究生招生考试初试试题

科目代码： 711

科目名称： 无机化学

### 请考生自备计算器

一、选择题（每小题 2 分，共 40 分，每小题仅一个正确选项）

- 混合气体中，某组分的分体积是指（ ）。  
A、相同温度下，该组分气体所占的体积；  
B、该组分气体在 298.15K 时所占有的体积；  
C、相同温度下，该组分气体在标准压强时所占有的体积；  
D、该组分气体单独存在且具有与混合气体相同温度和压强时所占有的体积。
- 下列反应中  $\Delta S^\ominus > 0$  的是（ ）。  
A、 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g})$ ； B、 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$   
C、 $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ； D、 $2\text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{s})$
- 对所有零级反应来说，下列叙述中正确的是（ ）。  
A、活化能很低； B、反应速率与反应物浓度无关；  
C、反应速率与温度无关； D、反应速率系数为零。
- 系统中存在下列反应： $2\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ ；如果在一定温度下，向反应容器里加入相同物质的量的 A 和 B，平衡时，一定是（ ）。  
A、 $n(\text{B}) = n(\text{C})$ ； B、 $n(\text{A}) > n(\text{B})$ ； C、 $n(\text{A}) < n(\text{C})$ ； D、 $n(\text{A}) = n(\text{B})$ 。
- 关于催化剂，下列说法正确的是（ ）。  
A、正催化剂就是只能改变正反应速率，不能改变逆反应速率  
B、催化剂的加入是为了加快反应速率，也是为了提高原料的利用率  
C、催化剂能同等倍数地增加或降低正、逆反应的反应速率  
D、催化剂加入后，同一反应会放出更多的热量，因此反应速率会更快
- 第四周期元素 Cr 的原子中未成对电子数是（ ）。  
A、4 个 B、5 个 C、6 个 D、7 个
- 按分子轨道理论，以下微粒中不具有顺磁性的是（ ）。  
A、 $\text{O}_2^+$  B、 $\text{O}_2$  C、 $\text{O}_2^-$  D、 $\text{O}_2^{2-}$
- 下列物质的分子间不存在取向力的是（ ）。  
A、 $\text{CHCl}_3$ ； B、 $\text{SO}_2$ ； C、 $\text{CS}_2$ ； D、 $\text{HCl}$ 。
- 对下列各种类型的正离子来说，在讨论离子极化作用时，应考虑正离子变形性的是（ ）。

- A、正离子的半径较小；            B、正离子的电荷较高；  
C、具有 8 电子构型的正离子；    D、具有 18 电子构型的正离子。
10. 已知碱性溶液中溴的元素电势图： $\text{BrO}_3^- \xrightarrow{0.54\text{V}} \text{BrO}^- \xrightarrow{0.45\text{V}} \text{Br}_2 \xrightarrow{1.07\text{V}} \text{Br}^-$ ，  
则  $E^\ominus(\text{BrO}^-/\text{Br}^-)$  等于 ( )。  
A、1.52V；    B、0.76V；    C、1.30V；    D、0.61V。
11. 配制 pH 值为 7.35 的缓冲溶液最好的体系是 ( )。  
A、NaAc + HAc ( $K_a = 1.76 \times 10^{-5}$ )  
B、 $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3$  ( $K_{a1} = 4.3 \times 10^{-7}$ )  
C、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$  ( $K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$ )  
D、 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3$  ( $K_b = 1.77 \times 10^{-5}$ )
12.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ 、 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  的异构体数目分别为 ( )。  
A、3、2            B、2、2            C、4、4            D、2、4
13. 有关分步沉淀叙述正确的是 ( )。  
A、离子积先达到  $K_{sp}$  者先沉淀出来  
B、沉淀时所需沉淀剂浓度较大者先沉淀出来  
C、溶解度小的物质先沉淀出来  
D、被沉淀离子中浓度大的先沉淀出来
14. 能够制得无水  $\text{AlCl}_3$  的方法是 ( )。  
A、将六水合氯化铝直接加热脱水  
B、将铝粉和干燥的氯气在高温下直接反应  
C、将铝溶解在盐酸中,再将溶液浓缩结晶  
D、将  $\text{Al}(\text{OH})_3$  与盐酸中和,再将溶液浓缩结晶
15. CO 与金属形成配合物的能力比  $\text{N}_2$  强的原因是 ( )。  
A、CO 具有还原性  
B、C 原子外层有空 d 轨道易形成反馈键  
C、CO 的活化能比  $\text{N}_2$  低  
D、CO 中存在  $\text{C} \leftarrow \text{O}$  配键,使 C 原子周围负电荷密度增大
16. Sn(II)的还原性很强,是一种常用的还原剂。在配制  $\text{SnCl}_2$  溶液时,需要加入盐酸,其主要目的是 ( )。  
A、防止  $\text{Sn}^{2+}$  被空气中的氧气氧化    B、抑制  $\text{Sn}^{2+}$  的水解  
C、增强  $\text{Sn}^{2+}$  的还原性                D、抑制杂质离子
17. 氮的氢化物碱性强弱顺序排列正确的是 ( )。  
A、 $\text{NH}_3 < \text{NH}_2\text{OH} < \text{N}_2\text{H}_4$     B、 $\text{NH}_3 < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{NH}_2\text{OH}$   
C、 $\text{N}_2\text{H}_4 < \text{NH}_2\text{OH} < \text{NH}_3$     D、 $\text{NH}_2\text{OH} < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{NH}_3$
18. 下列氢氧化物室温下在空气中易被氧化的是  
A、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ;                    B、 $\text{Co}(\text{OH})_2$ ;  
C、 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ;                    D、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 。
19. 下列试剂中可将  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CuCl}$ ,  $\text{AgCl}$  鉴别开的是 ( )。

A、Na<sub>2</sub>S      B、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      C、NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O      D、KNO<sub>3</sub>

20. 试推测下列哪种物质的化学式是错误的 ( )。

A、Ni(CO)<sub>4</sub>      B、Fe(CO)<sub>5</sub>      C、Cr(CO)<sub>6</sub>      D、Co(CO)<sub>6</sub>

二、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

21. 已知 298K 时,  $\Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}_2, l) = -120.4 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, l) = -237.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f G_m^\ominus(\text{O}_2, g) = 0 \text{ kJ mol}^{-1}$ , 则反应  $\text{H}_2\text{O}_2(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + 1/2\text{O}_2(g)$  的  $\Delta_r G_m^\ominus =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ mol}^{-1}$ , 在标准态下该反应向 \_\_\_\_\_ (填“左”或“右”) 进行。

22. 反应  $\text{C}(s) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2(g)$ , 该反应为吸热反应, 达到平衡后若降低反应温度, 平衡将 \_\_\_\_\_ (填“向左”, “向右”或“不”) 移动, 平衡常数  $K^\ominus$  将 \_\_\_\_\_ (填“增大”, “减小”或“不变”)。

23. 某元素的原子序数小于 36, 当此元素原子失去三个电子后, 它的角量子数为 2 的轨道处于最外层且半充满, 该元素的符号是 \_\_\_\_\_。

24. 根据价层电子对互斥理论, 下列物质的空间构型为:

PbCl<sub>2</sub> \_\_\_\_\_; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> \_\_\_\_\_;

PCl<sub>3</sub> \_\_\_\_\_; CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> \_\_\_\_\_。

25. 命名下列配合物:

K<sub>2</sub>[Cu(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>] \_\_\_\_\_;

Cu<sub>2</sub>[SiF<sub>6</sub>] \_\_\_\_\_;

26. 判断下列电对的  $E^\ominus$  的相对大小:

$E^\ominus([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/\text{Fe})$  \_\_\_\_\_  $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe})$ ;

$E^\ominus([\text{CuCl}_2]^{-}/\text{Cu})$  \_\_\_\_\_  $E^\ominus([\text{Cu}(\text{CN})_2]^{-}/\text{Cu})$ ;

27. 写出次磷酸及偏磷酸的化学式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

28. 硼氢化物中最简单的是乙硼烷, 其分子式是 \_\_\_\_\_。

29. 碳族元素从碳到铅, +2 氧化态稳定性逐渐增强, +4 氧化态稳定性逐渐减弱, 这是由于 \_\_\_\_\_ 效应造成的。

30. 将 \_\_\_\_\_ 盐与硫酸亚铁的混合溶液加入试管中, 再沿着试管壁缓慢倒入浓硫酸, 使浓硫酸进入试管底部, 在浓硫酸与水溶液的界面能观察到棕色环。

31. SbCl<sub>3</sub> 水解的产物是 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。

三、简要回答下列各题(共 30 分)

32. 电子工业中, 常用 Fe<sup>3+</sup> 溶液刻蚀铜基底。已知  $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ V}$ ,  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.334 \text{ V}$ , 请解释上述操作的原理。(5 分)

33. 简述工业上从海水中提溴的过程, 并写出相应的反应方程式。(6 分)

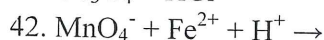
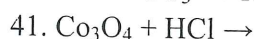
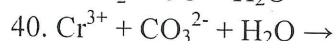
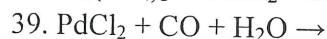
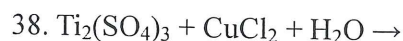
34. 铁、铝等金属氧化物通常难溶于水, 工业生产上常使用 NaHSO<sub>4</sub> 作为熔矿剂。请解释其原因。(4 分)

考生请注意: 答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸上的无效!



35. 某温度下, 反应  $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  为一级反应, 已知该温度下的速率常数为  $2.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ , 若起始  $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$  的质量为 2.0 g 时, 问: (1)  $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$  分解一半时所花费的时间; (2) 分解 2 小时后, 还有多少  $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$  剩余? (5 分)
36. 在煤气灯上加热  $\text{KNO}_3$  晶体时没有棕色气体生成, 但其中混入  $\text{CuSO}_4$  晶体后将有棕色气体生成, 请分析其颜色变化的原因。(5 分)
37. 已知铜的电子排布式是  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ , 当其形成正一价  $\text{Cu}^+$  离子时是先失去 4s 还是 3d 上的一个电子? 请用 Slater 规则的计算结果说明。(5 分)

#### 四、写出下列反应的化学方程式并配平 (每小题 2 分, 共 10 分)



#### 五、分离与推断题(共 20 分)

43. 黑色粉末 A 与白色粉末 B 混合后加入到稀盐酸中, 先得蓝色溶液, 再逐渐变成淡绿色, 同时析出紫红色沉淀 C。过滤沉淀 C 后, 滤液为 D。将沉淀 C 溶于热的浓硫酸中得溶液 E 和气体 F。将 E 蒸干、煅烧后又得到白色粉末 B; 向滤液 D 中加入 NaOH 溶液并鼓入空气, 生成棕红色沉淀 G; 煅烧 G 后得红色粉末 H; H 与铝粉混合燃烧又得到黑色粉末 A。请推断 A-H 各分别代表的物质(写出化学式), 并写出沉淀 C 与浓硫酸反应的化学方程式。(10 分)
44. 溶液中存在  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  等离子, 请设计方案分离它们。(10 分)

#### 六、计算题(每小题 10 分, 共 30 分)

45. 在  $27^\circ\text{C}$  和  $101\text{kPa}$  下, 将干燥空气通过乙二醇(分子量 62, 沸点  $197^\circ\text{C}$ , 摩尔蒸发热为  $41.4\text{kJ mol}^{-1}$ ), 试计算每通过  $1.0 \text{ m}^3$  空气, 最多能带走多少质量的乙二醇? 假定乙二醇蒸汽为理想气体。

46. 氢气的燃烧反应:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 在氢能源的利用中具有重要的意义。已知下列热力学数据:

	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$	0	0	-241.8
$S_m^\ominus / \text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	130.7	205.2	188.8

请估算在标准状态下,  $1000 \text{ K}$  时, 每克氢气最多可做多少非体积功?

47. 已知  $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ V}$ ,  $E^\ominus([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}) = 0.358 \text{ V}$ , 配位反应:  $\text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  的稳定常数为  $1.0 \times 10^{42}$ , 试求配位反应:  $\text{Fe}^{2+} + 6\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  的稳定常数。