

一、选择题（每小题 1 分，共 32 分）

1. 在 298 K 时，其 pOH 值小于 7 的溶液是.....

( )

(A)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$

(B)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$  和  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$

(C)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$

(D)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$

2. 已知  $E^\ominus(\text{Ti}^+/\text{Ti}) = -0.34 \text{ V}$ ,  $E^\ominus(\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}) = 0.72 \text{ V}$ , 则  $E^\ominus(\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}^+)$  为.....

( )

(A)  $(0.72 + 0.34) / 2 \text{ V}$

(B)  $(0.72 - 0.34) / 2 \text{ V}$

(C)  $(0.72 \times 3 + 0.34) / 2 \text{ V}$

(D)  $0.72 \times 3 + 0.34 \text{ V}$

3. 在  $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  等四种固体试剂中，加入盐酸进行鉴别，若有臭蛋气味的氣體和黄色沉淀产生，则可判断该物质是..... ( )

(A)  $\text{Na}_2\text{S}$

(B)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

(C)  $\text{Na}_2\text{S}_2$

(D)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

4. 下列量子数组组合  $\psi$ , 不能作为薛定谔方程合理解的一组是.....

( )

$n \quad l_i \quad m_i$

(A) 5 3 -3

(B) 4 4 2

(C) 3 2 0

(D) 2 1 -1

5. 在  $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{en})]^-$  中，中心离子  $\text{Co}^{3+}$  的配位数为.....

( )

(A) 3

(B) 4

(C) 5

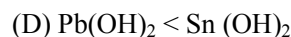
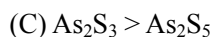
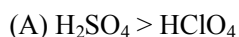
(D) 6

6.  $3d$  电子的排布为  $t_{2g}^3 e_g^0$  的八面体配合物是.....  
 ( )  
 (A)  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  (B)  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$   
 (C)  $[\text{CrF}_6]^{3-}$  (D)  $[\text{MnCl}_6]^{4-}$
7. 制备  $\text{HBr}$  可用  $\text{NaBr}$  与下列酸作用 ( )  
 (A) 稀  $\text{HNO}_3$  (B) 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (C)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (D)  $\text{HCl}$
8. 下列物质中, 存在分子内氢键的是.....  
 ( )  
 (A)  $\text{HNO}_3$  (B)  $\text{C}_2\text{H}_4$  (C)  $\text{HI}$  (D)  $\text{NH}_3$
9. 下列分子或离子中, 显反磁性的是.....  
 ( )  
 (A)  $\text{O}_2$  (B)  $\text{O}_2^-$  (C)  $\text{O}_2^+$  (D)  $\text{O}_2^{2-}$
10. 将  $\text{pH} = 3.00$  和  $\text{pH} = 5.00$  的溶液等体积混合, 混合溶液的  $\text{pH}$  是.....  
 ( )  
 (A) 3.30 (B) 4.00 (C) 8.00 (D) 2.00
11. 金属和浓  $\text{HNO}_3$  反应时, 不可能生成的一种物质是.....  
 ( )  
 (A) 硝酸盐 (B) 氮化物  
 (C) 致密的氧化膜 (D) 金属氧化物
12. 在  $25^\circ\text{C}$ ,  $1.00\text{ g}$  铝在常压下燃烧生成  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 释放出  $30.92\text{ kJ}$  的热, 则  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的标准摩尔生成焓为 (铝的相对原子质量为 27)..... ( )  
 (A)  $30.92\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (B)  $-30.92\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 (C)  $-27 \times 30.92\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (D)  $-54 \times 30.92\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
13. 在  $\text{Cu-Zn}$  原电池中下列叙述不正确的是.....

- ( )
- (A) 盐桥中的电解质可保持两个半电池中的电荷平衡
- (B) 盐桥为原电池构成一个闭合回路, 使两电极反应能继续进行
- (C) 电子通过盐桥流动
- (D) 盐桥中的电解质不能参与电池反应
14. 锂在空气中燃烧时, 生成物主要是 ( )
- (A)  $\text{Li}_2\text{O}$  (B)  $\text{Li}_2\text{O}_2$  (C)  $\text{LiO}_2$  (D)  $\text{LiO}_3$
15. 已知,  $E^\ominus (\text{Sn}^{4+} / \text{Sn}^{2+}) = 0.14 \text{ V}$ ,  $E^\ominus (\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}) = 0.77 \text{ V}$ , 则不能共存于同一溶液中的离子是..... ( )
- (A)  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  (B)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$
- (C)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  (D)  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$
16. 下列几种物质中最稳定的是..... ( )
- (A)  $\text{Co}(\text{NO}_3)_3$  (B)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$
- (C)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  (D)  $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$
17. 下列反应中  $\Delta_r S_m^\ominus > 0$  的是..... ( )
- (A)  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- (B)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$
- (C)  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) = \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
- (D)  $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) = \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
18. 下列各组原子轨道中不能叠加成键的是..... ( )
- (A)  $p_x-p_y$  (B)  $p_x-p_x$  (C)  $s-p_x$  (D)  $s-p_z$

19. 下列各对物质中, 酸性强度顺序正确的是.....

( )



20. 对  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ , 其反应速率可以表示为.....

( )

(A)  $-\frac{d(\text{H}_2)}{dt} = -\frac{d(\text{N}_2)}{dt} = \frac{d(\text{NH}_3)}{dt}$

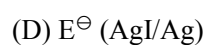
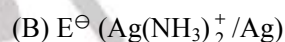
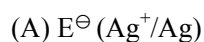
(B)  $-\frac{d(\text{H}_2)}{3dt} = -\frac{d(\text{N}_2)}{dt} = \frac{d(\text{NH}_3)}{2dt}$

(C)  $-\frac{d(\text{H}_2)}{3dt} = -\frac{d(\text{N}_2)}{dt} = \frac{d(\text{NH}_3)}{dt}$

(D)  $-\frac{3d(\text{H}_2)}{dt} = -\frac{d(\text{N}_2)}{dt} = \frac{2d(\text{NH}_3)}{dt}$

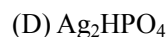
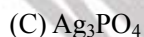
21. 下列电对中  $E^\ominus$  值最大的是.....

( )



22. 在  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液后主要产物是.....

( )



23. 用  $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HAc 和  $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaAc 溶液直接混合(不加水), 配制  $1.0 \text{ L}$   $\text{pH} = 5.00$  的缓冲溶液, 需取  $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HAc 溶液为.....

( )

( $\text{p}K_a^\ominus(\text{HAc}) = 4.75$ )

(A)  $6.4 \times 10^2 \text{ mL}$

(B)  $6.5 \times 10^2 \text{ mL}$

(C)  $3.5 \times 10^2 \text{ mL}$

(D)  $3.6 \times 10^2 \text{ mL}$

24. 在有足够量  $\text{AgCl}$  固体存在的饱和  $\text{AgCl}$  溶液中, 欲使  $\text{AgCl}$  的溶解度加大, 应加入等体积的.....

( )

(A)  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$  溶液

(B)  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$  溶液

(C)  $\text{H}_2\text{O}$

(D)  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaNO}_3$  水溶液

25. 缓冲溶液的 pH 最主要是由下列哪一个因素决定的.....

( )

(A) 共轭对的平衡常数

(B) 共轭对双方的浓度比

(C) 溶液的温度

(D) 共轭对双方总浓度

26. 下列叙述中正确的是.....

( )

(A) 含有多种离子的溶液中, 能形成溶度积小的沉淀者一定先沉淀

(B) 凡溶度积大的沉淀一定会转化成溶度积小的沉淀

(C) 某离子沉淀完全是指其完全变成了沉淀

(D) 当溶液中难溶电解质的离子积小于其溶度积时, 该难溶电解质就会溶解

27. 在  $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$  溶液中, 加入等体积水稀释, 下列哪种粒子的浓度变为

$0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .....

( )

(A)  $\text{Na}^+$

(B)  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$

(C)  $\text{Ag}^+$

(D)  $\text{CN}^-$

28. 硝酸钠的氧化性表现较强的状态

是..... ( )

(A) 与所处的状态无关

(B) 高温时熔融状态

(C) 水溶液状态

(D) 在碱性溶液中

29. 由  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  为原料制备铬酸盐, 应选用的试剂是.....

( )

(A)  $\text{H}_2\text{O}_2$

(B)  $\text{Cl}_2$

(C) 浓  $\text{HNO}_3$

(D)  $\text{KOH(s)}$  和  $\text{KClO}_3\text{(s)}$

30. 下列叙述中正确的是.....

( )

(A) 反应物的转化率不随起始浓度而变

(B) 一种反应物的转化率随另一种反应物的起始浓度不同而异

(C) 平衡常数随起始浓度不同而变化

(D) 平衡常数不随温度变化

31. 对于催化剂特性的描述, 不正确的是.....

( )

(A) 催化剂只能缩短反应达到平衡的时间而不能改变平衡状态

(B) 催化剂不能改变平衡常数

(C) 催化剂在反应前后其化学性质和物理性质皆不变

(D) 加入催化剂不能实现热力学上不可能进行的反应

32. 将  $\text{Mn}^{2+}$  转变为  $\text{MnO}_4^-$ , 可选用的氧化剂为 ( )

(A)  $\text{NaBiO}_3$

(B)  $\text{Na}_2\text{O}_2$

(C)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

(D)  $\text{KClO}_3$

二、填空题 (每空 1 分, 共 28 分)

1. 某配合物的化学式为  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 内界为正八面体构型配离子。1 mol 该化合物溶于水中, 加入过量  $\text{AgNO}_3$ , 有 2 mol  $\text{AgCl}$  生成。它的结构式是 \_\_\_\_\_, 按无机化合物系统命名原则, 命名为 \_\_\_\_\_。

2. 下列物质  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ac}^-$  中, 属于质子酸的是 \_\_\_\_\_, 其共轭碱是 \_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。属于质子碱的是 \_\_\_\_\_，其共轭酸是 \_\_\_\_\_。

3. 分体积是指在相同温度下，组分气体具有和 \_\_\_\_\_ 时所占有的体积。每一组分气体的体积分数就是该组分气体的 \_\_\_\_\_。

5. 原子序数为 24 的元素，其名称为 \_\_\_\_\_，元素符号为 \_\_\_\_\_，价层电子构型为 \_\_\_\_\_。

6. 亚磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )是 \_\_\_\_\_ 元酸，次磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_2$ )是 \_\_\_\_\_ 元酸，这两种酸及其盐的水溶液都具有较强的 \_\_\_\_\_ 性。

7. 反应  $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{D}$  的  $K^\ominus = \frac{[P(D)]^2}{[P(B)]}$ ，升高温度使平衡逆向移动，则正反应是 \_\_\_\_\_ 热反应。增大压力，平衡将向 \_\_\_\_\_ 方向移动。

8.  $\text{Na}^+$  和  $\text{Ag}^+$  的离子半径相近，水合离子的酸性较强的是 \_\_\_\_\_。

9.  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  混合溶液中，各离子浓度均为  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，往溶液中滴加  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  试剂，各离子开始沉淀的顺序为 \_\_\_\_\_。

$K_{\text{sp}}^\ominus(\text{PbCrO}_4) = 1.77 \times 10^{-14}$      $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{BaCrO}_4) = 1.17 \times 10^{-10}$      $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 9.0 \times 10^{-12}$

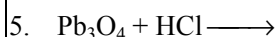
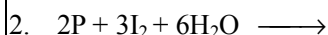
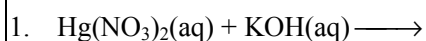
10.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  的磁矩  $\mu = 0 \text{ B. M}$ ，说明中心离子采取 \_\_\_\_\_ 杂化。该配离子的几何构型是 \_\_\_\_\_，是 \_\_\_\_\_ 型配合物(填内轨或外轨)。 $[\text{CoF}_6]^{3-}$  的磁矩  $\mu = 4.5 \text{ B. M}$ ，说明中心离子采取 \_\_\_\_\_ 杂化。

11. 反应  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = 2\text{HI}(\text{g})$  的速率方程为  $v = k(\text{H}_2)(\text{I}_2)$ ，根据该速率方程，\_\_\_\_\_ (填能或不能)肯定该反应是基元反应；\_\_\_\_\_ (填能或不能)肯定该反应是双分子反应。

12. 电镀时，被镀的物件作为 \_\_\_\_\_ 极；作为金属镀层的金属为 \_\_\_\_\_ 极，并发生 \_\_\_\_\_ 反应；电镀液中必须含有 \_\_\_\_\_。



三、完成并配平下列反应方程式（每小题 2 分，共 10 分）



四、问答题

1. （5 分）漂白粉为什么在潮湿的空气中易失效？写出其相应的化学方程式。

2. （5 分）为什么  $\text{LiF}$  在水中的溶解度比  $\text{AgF}$  小，而  $\text{LiI}$  在水中的溶解度比  $\text{AgI}$  大。

3. （10 分）通过杂化轨道理论说明  $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{PCl}_3$ 、 $\text{OF}_2$  分子的几何构型，并解释各分子中键角的变化。

4. （10 分）已知：

$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	$E^\ominus = 0.00 \text{ V}$
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	$E^\ominus = 1.229 \text{ V}$
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	$E^\ominus = -1.18 \text{ V}$
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	$E^\ominus = 0.799 \text{ V}$
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	$E^\ominus = 1.808 \text{ V}$



根据上述标准电极电势，判断下列各个物种  $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Co}^{3+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$  分别置于  $c(\text{H}^+) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的水溶液时能否稳定存在？不能稳定存在的，则写出有关反应式。

五、判断题

1. （10 分）将等物质的量的  $\text{Cu}$ 、 $\text{Fe}$  和  $\text{Zn}$  粉投入一定量的  $\text{FeCl}_3$  溶液里充分反应后：

(1) 若取出部分溶液，加入一滴  $\text{KSCN}$  溶液，呈血红色，则溶液中存在的离子有哪些？

(2) 若溶液呈蓝色，加入  $\text{KSCN}$  溶液不显血红色，则溶液中存在的离子有哪些？可能



存在的金属粉末物质是什么？

(3) 若加入的铁粉质量反应前后没有改变，那么溶液中存在的离子有哪些？

(4) 若加入的金属里 Zn 粉还有剩余，则溶液中存在的离子有哪些？

2. (10 分) 有一橙红色固体 A 受热后得绿色的固体 B 和无色的气体 C，加热时 C 能与镁反应生成灰色的固体 D。固体 B 溶于过量的 NaOH 溶液生成亮绿色的溶液 E，在 E 中加适量  $\text{H}_2\text{O}_2$  则生成黄色溶液 F。将 F 酸化变为橙色的溶液 G，在 G 中加  $\text{BaCl}_2$  溶液，得黄色沉淀 H。在 G 中加 KCl 固体，反应完全后则有橙红色晶体 I 析出，滤出 I 烘干并强热则得到的固体产物中有 B，同时得到能支持燃烧的气体 J。A、B、C、D、E、F、G、H、I、J 各代表什么物质？

## 六、计算题

1. (10 分) 若溶液中  $[\text{MnO}_4^-] = [\text{Mn}^{2+}]$  问：

(1) pH = 3.00 时， $\text{MnO}_4^-$  能否氧化  $\text{Cl}^-$ ， $\text{Br}^-$ ， $\text{I}^-$ ？

(2) pH = 6.00 时， $\text{MnO}_4^-$  能否氧化  $\text{Cl}^-$ ， $\text{Br}^-$ ， $\text{I}^-$ ？

已知： $E^\ominus(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51 \text{ V}$ ， $E^\ominus(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.36 \text{ V}$

$E^\ominus(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.08 \text{ V}$ ， $E^\ominus(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.54 \text{ V}$

2. (10 分) 已知气相反应  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ ，在  $45^\circ\text{C}$  时向 1.00 L 真空容器中引入 6.00 mmol  $\text{N}_2\text{O}_4$ ，当平衡建立后，压力为 25.9 kPa。

(1) 计算  $45^\circ\text{C}$  时  $\text{N}_2\text{O}_4$  的解离度  $\alpha$  和平衡常数  $K^\ominus$ ；

(2) 已知该反应  $\Delta_r H_m^\ominus = 72.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，求该反应的  $\Delta_r S_m^\ominus$ ；

(3) 计算  $100^\circ\text{C}$  时的  $K^\ominus$  和  $\Delta_r G_m^\ominus$ 。

3. (10 分) 已知： $K_a^\ominus(\text{HCOOH}) = 1.8 \times 10^{-4}$ ， $K_a^\ominus(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$ ，

$K_b^\ominus(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ 。

(1) 欲配制  $\text{pH} = 3.00$  缓冲溶液, 选用哪一缓冲对最好?

(2) 缓冲对的浓度比值为多少?

(3) 若有一含有  $c(\text{Mn}^{2+}) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  中性溶液 10 mL, 在其中加 10 mL 上述缓冲液, 通过计算说明是否有  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  沉淀。

$$(K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 4.0 \times 10^{-14})$$