

宁波大学 2010 年攻读硕士学位研究生

入学 考 试 试 题 (答案必须写在答题纸上)

考试科目: 无机化学 (A 卷) 考码: 612 专业名称: 无机化学、物理化学

一、选择题 (共 2 题 40 分)

1. $0.40 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 丙酸溶液的 pH 是 ($K_a = 1.3 \times 10^{-5}$) ()
(A) 0.40 (B) 2.64 (C) 5.28 (D) 4.88
2. 均相催化剂加速化学反应的原因是 ()
(A) 降低了正反应的活化能, 升高了逆反应的活化能, 使化学平衡向正反应方向移动, 因而加速了化学反应
(B) 催化剂参加了化学反应, 改变了反应历程, 降低了反应活化能, 因而加速了化学反应
(C) 改变了反应的自由焓变, 即使 ΔG 变为负值, ΔG 越负, 正反应越易进行, 因而加速了化学反应
(D) 使反应物分子之间的碰撞次数增加, 从而提高了反应速率
3. 常温常压下, 偏离理想气体行为最多的气体是 ()
(A) CO (B) CO₂ (C) N₂ (D) NH₃
4. 反应的焓变可代表 KCl 晶格能的是 ()
(A) $\text{K}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) = \text{KCl}(\text{s})$
(B) $\text{K}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) = \text{KCl}(\text{s})$
(C) $\text{K}(\text{s}) + \text{Cl}(\text{s}) = \text{KCl}(\text{s})$
(D) $\text{K}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{KCl}(\text{s})$
5. 在标准压力下, 苯(s)的熔点为 5.5°C , 苯(液)的密度为 $0.90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 苯(固)的密度为 $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 在 $1.0 \times 10^3 \text{ kPa}$ 下苯的熔点为 ()
(A) 5.5°C (B) 稍高于 5.5°C
(C) 稍低于 5.5°C (D) 无法估计
6. 下列关于 O_2^{2-} 和 O_2^- 的性质的说法中, 不正确的是 ()
(A) 两种离子都比 O_2 分子稳定性小
(B) O_2^{2-} 的键长比 O_2^- 键长短
(C) O_2^{2-} 是反磁性的, 而 O_2^- 是顺磁性的
(D) O_2^- 的键能比 O_2^{2-} 的键能大
7. 抽真空可以使容器中的水在室温下沸腾, 这是由于 ()
(A) 水的蒸气压增大 (B) 水的蒸发热减小
(C) 水的温度升高 (D) 压力降低使水的沸点降低
8. 下列分子或离子中的电子为奇数的是 ()
(A) F₂O (B) CO₂ (C) ClO₂ (D) CN

宁波大学 2010 年攻读硕士学位研究生

入学 考 试 试 题 (答案必须写在答题纸上)

考试科目: 无机化学 (A 卷) 考码: 612 专业名称: 无机化学、物理化学

9. $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 平衡体系中 NO_2 与 N_2O_4 分子数比为 1 : 3, 则气体平均相对分子质量为..... ()
 (A) 92.0 (B) 80.5 (C) 69.0 (D) 57.5

10. 能共存于酸性溶液中的一组离子是..... ()
 (A) K^+ , I^- , SO_4^{2-} , MnO_4^- (B) Na^+ , Zn^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^-
 (C) Ag^+ , AsO_4^{3-} , S^{2-} , SO_3^{2-} (D) K^+ , S^{2-} , SO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

11. 电解水生成氧气和氢气, 该过程的 ΔG 、 ΔH 、 ΔS 正确是..... ()
 (A) $\Delta G > 0$, $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$
 (B) $\Delta G < 0$, $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$
 (C) $\Delta G > 0$, $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$
 (D) $\Delta G < 0$, $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$

12. 水的冰点(0 °C)是 ()
 (A) 外压为标准压力时纯水和冰的平衡温度
 (B) 610 kPa 时, 水、冰和水蒸气的平衡温度
 (C) 冰的蒸气压曲线和有空气饱和的水的蒸气压曲线的交点
 (D) 严格地说, 上述几种说法都不对

13. 下列物质的水解产物中既有酸又有碱的是..... ()
 (A) Mg_3N_2 (B) SbCl_5 (C) POCl_3 (D) NCl_3

14. 在 CuSO_4 溶液中加入过量的碳酸钠溶液, 常形成的产物是..... ()
 (A) $\text{Cu}(\text{HCO}_3)_2$ (B) CuCO_3
 (C) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (D) $\text{Cu}(\text{OH})_2$

15. 在微酸性条件下, 通入 H_2S 都能生成硫化物沉淀的是..... ()
 (A) Be^{2+} , Al^{3+} (B) Sn^{2+} , Pb^{2+}
 (C) Be^{2+} , Sn^{2+} (D) Al^{3+} , Pb^{2+}

16. 电解食盐水, 在阴、阳电极上产生的是..... ()
 (A) 金属钠, 氯气 (B) 氢气, 氯气
 (C) 氢氧化钠, 氯气 (D) 氢氧化钠, 氧气

17. $[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]^-$ 具有几何异构体的数目是..... ()
 (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 6

宁波大学 2010 年攻读硕士学位研究生

入学 考 试 试 题 (答案必须写在答题纸上)

考试科目: 无机化学 (A 卷) 考码: 612 专业名称: 无机化学、物理化学

18. 和水反应得不到 H_2O_2 的是..... ()
 (A) K_2O_2 (B) Na_2O_2 (C) KO_2 (D) KO_3
19. 组成黄铜合金的两种金属是..... ()
 (A) 铜和锡 (B) 铜和锌 (C) 铅和锡 (D) 铝和铜
20. 下列化合物中, 不存在氢键的是..... ()
 (A) HNO_3 (B) H_2S (C) H_3BO_3 (D) H_3PO_3

二、填空题 (共 12 题 每空 1 分 30 分)

21. 当 CO_2 通入石灰水时, 根据 CO_2 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 物质的量的比值不同可能生成不同的产物, 当 $n_{\text{CO}_2} / n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} \leq 1$ 时, 其产物为_____, 当 $n_{\text{CO}_2} / n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} \geq 2$ 时, 其产物为_____;
 当 $1 < n_{\text{CO}_2} / n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} < 2$ 时, 其产物为_____。

22. 第一过渡系金属离子当作为配合物中的中心形成体时, 其九条价轨道(5 条 $3d$, 1 条 $4s$, 3 条 $4p$)若处于八面体场中, 其中有轨道分布在 x 、 y 、 z 轴, 指向配位体, 因而这些轨道可以参与形成_____键, 这些轨道分别是_____; 而另外的轨道, 即_____, 因其在 x 、 y 、 z 轴间分布, 在八面体场中对于形成_____键对称性是不匹配的, 但可参与形成_____键。

23. Na_2HPO_4 的水溶液显_____性, 加入 AgNO_3 溶液生成_____沉淀(化学式表示), 溶液的 pH 值变_____。

24. 已知 $\text{CoCl}_3 \cdot x\text{NH}_3$ 的配合物有两种同分异构体。若用 AgNO_3 沉淀 $0.05 \text{ mol } \text{CoCl}_3 \cdot x\text{NH}_3$ 中的氯离子, 其中一种同分异构体消耗了 0.15 mol 的 AgNO_3 ; 另一种则消耗了 0.10 mol 的 AgNO_3 , 这两种配合物的化学式分别是_____和_____。

25. 周期表(主族元素)中具有对角线关系的元素是_____;
 _____;

26. 已知 $K_{\text{稳}}([\text{Au}(\text{SCN})_2]^-) = 1.0 \times 10^{18}$, $\text{Au}^+ + \text{e}^- = \text{Au}$ 的 $\varphi^\ominus = 1.68 \text{ V}$, 则 $\text{Au}(\text{SCN})_2 + \text{e}^- = \text{Au} + 2\text{SCN}^-$ 的 φ^\ominus 为_____。

宁波大学 2010 年攻读硕士学位研究生

入学考试试题(答案必须写在答题纸上)

考试科目: 无机化学 (A 卷) 考码: 612 专业名称: 无机化学、物理化学

27. 如果用反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 设计一个电池, 在该电池正极进行的反应为 _____, 负极的反应为 _____。
28. $\text{pH} = 9.56$ 的 NH_4Cl 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的混合溶液中 NH_4Cl 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的物质的量浓度比是 _____。($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $\text{p}K_b = 4.74$)
29. 分子轨道是由原子轨道 _____ 而成, 这种组合必须符合的原则是 _____、 _____。
30. 立德粉是一种白色颜料, 也叫做锌钡白, 其组成为 _____, 是通过下列反应制得的: _____。
31. 在 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 CH_3-CH_3 分子中形成 $\text{C}-\text{C}$ σ 键的分别是 C 原子的 _____ 和 _____ 杂化轨道。
32. 按顺序(用符号 $>$ 或 $<$)排列下列各组物质的性质:
- (1) 液态 HBr , HCl , HF , HI 的沸点: _____;
- (2) 低温液态 SiH_4 , CH_4 , GeH_4 蒸气压大小: _____。
- 三、计算题 (共 4 题 30 分)
33. (10 分) 已知 $\text{XO}_3^- + 5\text{X}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{X}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 计算当 XO_3^- 和 X^- 分别为 ClO_3^- 和 Cl^- ; BrO_3^- 和 Br^- 及 IO_3^- 和 I^- 时, 正向反应能够进行的最大 pH 值。
- $\varphi^\ominus(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}_2) = 1.47 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.36 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2) = 1.52 \text{ V}$,
 $\varphi^\ominus(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.07 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{IO}_3^-/\text{I}_2) = 1.20 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.54 \text{ V}$
34. (10 分) 某浓度的蔗糖溶液在 -0.250°C 时结冰。此溶液在 25.0°C 时的蒸气压为多少? 渗透压为多少? (已知纯水在 25°C 时的蒸气压为 3130 Pa , 水的凝固点下降常数为 $1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)

入学 考 试 试 题 (答案必须写在答题纸上)

考试科目: 无机化学 (A 卷) 考码: 612 专业名称: 无机化学、物理化学

35. (5 分) SiC 是高温半导体、金属陶瓷和磨料等不可缺少的原料。现在以硅石(SiO_2)和焦炭为原料制备 SiC, 问在 298 K、标准状态下能否获得 SiC? 要获得 SiC, 生产温度最低为多少 (仅从热力学考虑)?

	$\text{SiO}_2(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) = \text{SiC}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$			
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-910.94	0	-111.71	-110.52
$S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	42.09	5.74	16.46	197.4

36. (5 分) 将 0.10 mol C_2H_2 气体放在一个装有 1.00 mol O_2 的 10.0 dm³ 密闭容器中, 令其完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O , 反应完毕时的温度是 150°C, 计算此时的压力。

四、问答题 (共 6 题 50 分)

37. (12 分) 看图解答问题: (法拉利常数 F 为 96500C/mol)

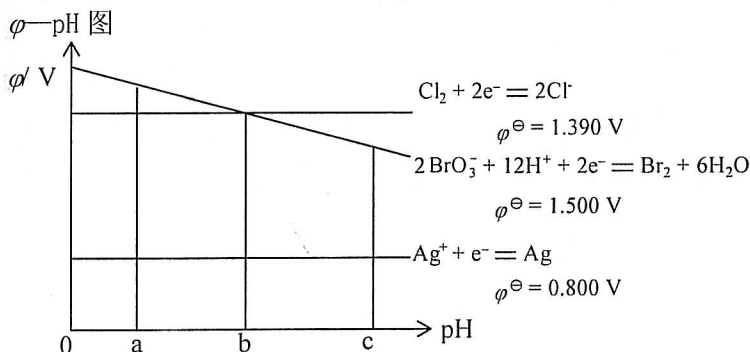
(1) 当 $\text{pH} = c$ 时, 三电对 Cl_2/Cl^- 、 $\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2$ 、 Ag^+/Ag 中最强的还原性物质和最强的氧化性物质分别是什么?

(2) 写出由电极 $\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2$ 、 Cl_2/Cl^- 在标准状态下组成的原电池的电池符号及电池反应;

(3) 当 pH 等于 a , b , c 时, 上述电池反应分别向什么方向自发进行?

(4) 计算上述电池反应 298K 时的 K 和 $\Delta_r G_m^\ominus$;

(5) 在 φ - pH 图中用斜线条画出 BrO_3^- 和 Cl^- 的共同稳定区。



38. (10 分) 已知: $\varphi_A^\ominus: \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+} = 1.33 \text{ V}$ $\varphi_B^\ominus: \text{CrO}_4^{2-}/\text{CrO}_2 = -0.13 \text{ V}$

$$\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 1.78 \text{ V}$$

$$\text{HO}_2/\text{OH}^- = 0.87 \text{ V}$$

$$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2 = 0.68 \text{ V}$$

$$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0.77 \text{ V}$$

$$\text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1.36 \text{ V}$$

(1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 在酸性介质中能氧化哪些物质? 写出反应方程式;

(2) 欲使 CrO_2 在碱性介质中氧化, 选择哪种氧化剂为好? 写出反应方程式;

(3) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 在 $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HCl 中能否使 Cl^- 氧化? 为什么? 如在 $12 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 浓 HCl 中, 反应能否进行? 通过计算说明。

宁波大学 2010 年攻读硕士学位研究生

入学 考 试 试 题 (答案必须写在答题纸上)

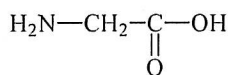
考试科目: 无机化学 (A 卷) 考码: 612 专业名称: 无机化学、物理化学

39. (8 分) 不参考任何数据表, 排出以下物种性质的顺序:

- (1) Mg^{2+} , Ar, Br, Ca^{2+} 按半径增加的顺序
- (2) Na, Na^+ , O, Ne 按第一电离能增加的顺序
- (3) H, F, Al, O 按电负性增加的顺序
- (4) O, Cl, Al, F 按第一电子亲和能增加的顺序

40. (10 分) 白色固体物质 A 用稀盐酸处理放出无色气体 B, B 可以使湿润的石蕊试纸变红。将 B 通入澄清的石灰水生成沉淀 C。少量样品 A 用浓盐酸润湿后放在铂丝上并放入煤气灯的火焰中, 火焰染成绿色。强烈加热 A 分解生成白色固体 D。1.9735 g A 强热后生成 1.5334 g D。这些 D 溶解于水, 并稀释至 250 cm^3 , 取 25 cm^3 用盐酸滴定, 需消耗 20.30 cm^3 $0.0985 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的盐酸, 写出 A 到 D 各化合物的化学式及每一步反应的化学方程式, 并计算 A 的摩尔质量。

41. (5 分)



甘氨酸

中有一个弱酸基 $-\text{COOH}$ 和一个弱碱基 $-\text{NH}_2$, 且 K_a 和 K_b 几乎相等。试用酸碱质子理论判断在强酸性溶液中甘氨酸将变成哪种离子? 在强碱性溶液中将变成什么离子? 在纯水溶液中将存在怎样的两性离子(用化学式表示)?

42. (5 分)

已知在 298K, 100 kPa 下

	$\text{PCl}_3(\text{g})$	P(白)	P(红)	$\text{Cl}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-287.0	0	-17.6	0
$S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	311.67	41.09	22.80	222.96



问: (1) $\Delta_r H_m^\ominus (1)$ 和 $\Delta_r H_m^\ominus (2)$ 哪个大?

(2) 温度升高时, $\Delta_r G_m^\ominus (2)$ 是增大还是减小? 为什么?

(3) 温度升高时, 反应(2)的平衡常数 K_p^\ominus 是增大还是减小? 为什么?