

电子科技大学
2010 年攻读硕士学位研究生入学试题
考试科目：833 无机化学

注：所有答案必须写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上均无效。

一. 选择最佳答案填空（共 20 分，每小题 1 分。所有考生必做）

- 在植物的叶绿素中，Mg 元素是以（ ）
 (a) 自由离子存在； (b) 沉淀形式存在； (c) 配离子形式存在；
 (d) 以单质形式存在； (e) 以上答案皆不对；
- 钠原子的最外层的一个电子的运动状态，用四个量子数可以表示为（ ）
 (a) (3,2,1,1/2)； (b) (3,0,0,+1/2)； (c) (3,0,1,1/2)；
 (d) (3,0,0,±1/2)； (e) 以上答案皆不是。
- 已知某密闭容器中 PCl_5 (g) 分解前的总压为 1atm，如反应的平衡常数为 0.1，则体系达平衡时 PCl_3 (g) 的分压为（ ）atm。（反应前后温度、体积相同）。
 (a) 0.4； (b) 0.8； (c) 1.0； (d) 2.0； (e) 无正确答案可选；
- 已知氢气的分子量为 2，氧气的分子量为 32，根据气体扩散定律，在同等实验条件下氢气与氧气分子的扩散速率之比为（ ）。
 (a) $U_{\text{氢气}} : U_{\text{氧气}} = 1 : 16$ ； (b) $U_{\text{氢气}} : U_{\text{氧气}} = 1 : 4$ ；
 (c) $U_{\text{氢气}} : U_{\text{氧气}} = 16 : 1$ ； (d) $U_{\text{氢气}} : U_{\text{氧气}} = 4 : 1$ ； (e) 无正确答案可选；
- 石墨、金刚石、碳纳米管皆为碳单质，其中在碳纳米管中碳原子的杂化类型（ ）
 (a) 与石墨相同； (b) 与金刚石相同；
 (c) 部分与石墨相同部分与金刚石相同； (d) 与石墨金刚石皆不相同；
 (e) 无正确答案可选；
- 酸碱电子理论是由科学家（ ）提出
 (a) L.Pauling； (b) 美国科学家 Person； (c) 美国科学家 Lewis；
 (d) 加拿大科学家 N.Bartlett； (e) 无正确答案可选；
- 在标准状态下，下列热力学函数规定不为零的是（ ）；
 (a) 稳定单质 S_m^0 ； (b) 稳定单质 $\Delta_f H_m^0$ ； (c) 稳定单质 $\Delta_f G_m^0$ ；
 (d) 水溶液中 H^+ 的 $\Delta_f H_m^0$ ； (e) 无答案可选；
- 在标准状态下，将 $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的醋酸水溶液稀释至原体积的 10 倍，则稀释后醋酸的解离度为稀释前解离度的（ ）。（已知醋酸的解离常数 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ）。
 (a) 大约 10 倍； (b) 大约 0.1 倍； (c) 大约 5 倍；
 (d) 大约 3 倍； (e) 条件不够，无法计算；
- 根据杂化轨道理论，下列叙述不正确的是（ ）；
 (a) 成键时原子轨道的重新组合过程称为杂化；
 (b) 通过杂化形成的杂化轨道数目等于参与杂化的原子轨道数目；

- (c) 杂化轨道的类型决定分子的几何构型；
 (d) 杂化轨道在空间的伸展方向不同，说明其能量不同；
 (e) 无正确答案可选；
10. 在热的 KOH 溶液中通入 Cl_2 气体，获得的主要产物为 ()
 (a) KCl 和 KOCl; (b) KCl 和 KClO_3 ; (c) KCl 和 O_2 气体;
 (d) KCl 和 KClO_4 ; (e) 只有 KCl;
11. 根据酸碱质子理论，在液 NH_3 中，下列物质中属于酸的是 ()
 (a) NH_4^+ ; (b) NH_3 ; (c) NH_2^- ;
 (d) CH_3NO_2 ; (e) 无正确答案可选。
12. 根据价层电子对互斥理论，下列哪组分子与离子皆是平面三角形结构 ()
 (a) NH_3 与 PH_3 ; (b) BCl_3 与 CO_3^{2-} ; (c) BF_3 与 ClF_3 ;
 (d) H_3PO_4 与 H_2SO_4 ; (e) 以上答案都不对;
13. 某 M 原子形成 +3 离子时的电子组态为 $[\text{Ar}]3d^1$ ，如果向 MCl_4 的水溶液中加入 Al 片，实验现象为 ()
 (a) 生成白色沉淀; (b) 生成黑色沉淀; (c) 溶液转化为无色;
 (d) 生成天蓝色溶液; (e) 溶液转变为紫红色;
14. 有一种白色硝酸盐固体，溶于水后，用下列几种试剂分别处理，(1) 加 HCl 生成白色沉淀；(2) 加稀 H_2SO_4 析出白色沉淀；(3) 加氨水亦析出白色沉淀，但不溶于过量的氨水，这种硝酸盐的阳离子是 ()
 (a) Hg_2^{2+} ; (b) Ba^{2+} ; (c) Ag^+ ; (d) Pb^{2+} ; (e) 以上无合适的答案;
15. 从理论上解释 PbO_2 和 NaBiO_3 等的强氧化性，可以用 () 解释。
 (a) 同离子效应; (b) 平衡移动原理; (c) 酸碱理论;
 (d) 镧系收缩效应; (e) 惰性电对效应;
16. 已知钠的电负性为 0.93，Cl 的电负性为 3.16，则 NaCl 中化学键的离子百分数为 ()
 (a) 100%; (b) 95.2%; (c) 87.81%; (d) 71.15%; (e) 无答案可选;
17. 实际工作中发现 W 与 Mo 很难分离，该性质与 () 有关。
 (a) 同离子效应; (b) 盐效应; (c) 镧系收缩效应;
 (d) 平衡移动原理; (e) 无正确答案。
18. 物质中共价键的方向性来源于 ()
 (a) 成键电子在分子轨道中的填充形式; (b) 成键电子的能量高低。
 (c) 成键原子轨道的能量; (d) 成键原子轨道在空间的电子云分布;
 (e) 无答案可以选择;
19. 元素的电负性是用来表述 ()
 (a) 原子中核对外层电子吸引力大小; (b) 离子中核对外层电子的吸引力大小;
 (c) 原子在分子中吸引电子的能力; (d) 分子中不同基团之间的作用力;
 (e) 无正确答案可选;
20. 氢键生成的条件为 ()
 (a) 分子中必须有氢原子，且氢原子与电负性小的原子直接成键;
 (b) 分子中必须有氢原子，且氢原子与电负性大的原子直接成键;
 (c) 分子中存在可给出孤对电子的原子;

- (d) 需要同时具有 (a)、(c) 两个条件;
 (e) 需要同时具有 (b)、(c) 两个条件;

二. 判断下列叙述是否正确。[正确打√; 不正确打×]

(所有考生必做。共 15 分, 每小题 1.0 分)

- () 1. 在氢原子中 2s 轨道和 2p 轨道能量相同, 而在氯原子中则不同。
 () 2. 将醋酸铵溶于纯水中溶液显中性, 说明醋酸铵在水中不水解。
 () 3. 在稀有气体这种单原子分子之间不存在分子间作用力。
 () 4. 砒霜是 As_4O_6 ; 雄黄是 As_4S_4 。
 () 5. 对于轻金属元素, 其毒性与氧化态有关, 氧化态越高毒性越大。
 () 6. 配位化合物的配位数是指与中心原子相连的配体个数。
 () 7. 电解 NH_4HSO_4 水溶液只能获得 H_2 和 O_2 气体。
 () 8. 一种材料是导体、半导体、还是绝缘体, 可以根据其禁带宽度判断。
 () 9. s 电子绕核运动的轨道为一圆周; 而 p 电子是走 ∞ 形的。
 () 10. 根据价层电子对互斥理论, 分子的几何构形为价层电子对的几何构形;
 () 11. 缓冲溶液的作用原理是同离子效应。
 () 12. 电子属于微观粒子, 其运动特性具有波粒二象性, 故可以用实验测定电子运动的波长。
 () 13. 对于由同种离子为中心体生成的配离子, 当配体不同时, 其颜色不同。
 () 14. 只要分子内存在 H 原子并存在电负性大的 F、O、N 等原子, 就会有氢键形成。
 () 15. 在酸性介质中向 $KMnO_4$ 溶液中滴入 Na_2SO_3 溶液, 可以获得 MnO_2 沉淀。

三. 用化学反应方程式表达下列反应。

(共 30 分, 每小题 6 分, 所有考生必做)

- 写出下列离子鉴别的特征反应, 要求写出实验所用的试剂名称、反应方程式、实验现象。(1) Ni^{2+} ; (2) Fe^{2+} ; (3) CrO_4^{2-} ;
- 在实验室中用单质硅和单质铝制备氢气的反应。
- 向 $FeCl_3$ 溶液中加入 KSCN 溶液, 溶液立即变红, 加入适量 $SnCl_2$ 后, 溶液变成无色。解释反应现象并写出相关反应方程式。
- 工业上制备 $Br_2(l)$ 的工艺过程为: (1) 向酸化后的海水中通入 Cl_2 , 获得 Br_2 单质; (2) 然后, 用空气吹出并用 Na_2CO_3 水溶液吸收; (3) 获得的溶液经过必要的处理后, 再用稀 H_2SO_4 酸化, $Br_2(l)$ 就会从溶液中析出, 获得产品 $Br_2(l)$ 。写出各步骤的主要反应方程式。
- 某些油画中的白色颜料在大气中放久后会发黑、发暗, 用 H_2O_2 来处理可以恢复原貌。

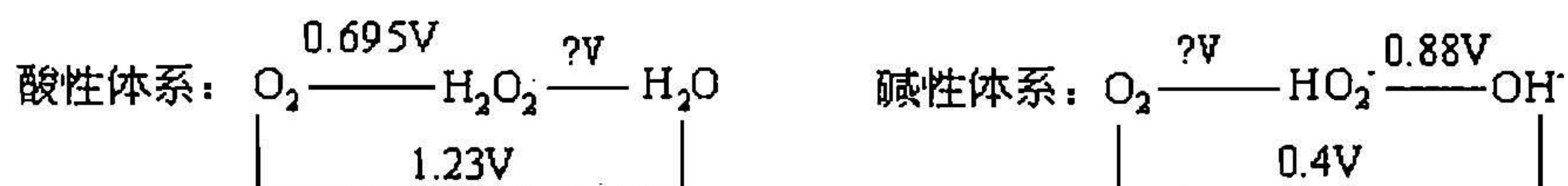
四. 回答下列问题 (共 40 分, 每小题 10 分。所有考生必做)

- 比较氮的氢化物 NH_3 、 N_2H_4 、 NH_2OH 、 HN_3 的酸碱性强弱, 并说明原因。
- 用晶体场理论 (1) 说明 $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 是高自旋, 而 $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ 是低自旋;
(2) 计算它们的磁矩大小;
(3) 并判断 $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 与 $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ 配离子的稳定性。
- 根据分子轨道理论, 画出 O_2^+ 、 O_2 、 O_2^- 分子与离子的分子轨道能级图, 计算分子的键级。并指出它们的磁性、稳定性顺序。
- 简述铅酸蓄电池的工作原理 (必须写出充电与放电时的电极反应式)

五. 计算题 (共 45 分, 每小题 15 分。)

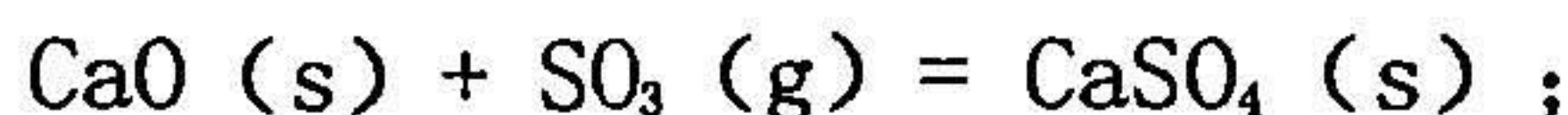
(所有考生任选三小题完成, 即只需完成三个小题, 多做不加分。)

- 在 $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 ZnCl_2 水溶液中通入 H_2S 气体, 当通入的 H_2S 气体至饱和时 ($[\text{H}_2\text{S}]=1.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) 刚好有 ZnS 沉淀生成, 此时溶液中的 pH 值等于多少?
已知: H_2S 水溶液的 $K_{a1}=5.7\times 10^{-8}$, $K_{a2}=1.2\times 10^{-15}$; $K_{sp, \text{ZnS}}=2.0\times 10^{-22}$ 。
- 在印制电路制作中, 常用 FeCl_3 腐蚀覆铜板。(1) 请根据提供的数据, 通过计算说明方法的可行性; (2) 如果将该反应构成电池, 写出相应的电池符号。
已知: $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+}^0 = +0.153\text{V}$; $\varphi_{\text{Cu}^+/\text{Cu}}^0 = 0.521\text{V}$; $\varphi_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0.771\text{V}$;
- 已知氨水的浓度为 $0.2\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, 此条件下氨水的解离常数 $K_b=1.8\times 10^{-5}$, 完成下列各问题。
(1) 求该溶液中的 OH^- 浓度、pH 值和氨的解离度。
(2) 在上述溶液中加入 NH_4Cl 晶体, 使其溶解后 NH_4Cl 的浓度为 $0.20\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。求所得溶液中 OH^- 的浓度、pH 值和氨的解离度。
(3) 比较上述 (1)、(2) 两小题的结果, 说明了什么?
- 下面是氧元素的电势图, 根据此图回答下列问题。



- 算后说明 H_2O_2 在酸性溶液中的氧化性强弱, 在碱性溶液中的还原性强弱。
- 算后说明 H_2O_2 在酸性溶液和碱性溶液中的稳定性。
- 计算 H_2O 的离子积常数。

- 用 $\text{CaO}(\text{s})$ 吸收高炉废气中 SO_3 的反应式如下:



请根据下列热力学数据, 完成下列问题。

- (1) 计算在 373K 时 $\Delta_r G_m^\ominus$;
(2) 计算此反应逆向进行的温度;
(3) 根据计算结果说明用 CaO 防治 SO₃ 污染的合理性。

	$\Delta_f H_m^\ominus$ (KJ. mol ⁻¹)	S_m^\ominus (J. mol ⁻¹)
CaSO ₄ (s)	-1434.5	106.5
CaO (s)	-635.0	38.1
SO ₃ (g)	-395.7	256.8