

课程 大学化学 I

系 别 _____ 考试日期 2016 年 4 月 24 日

专业班号 _____

姓 名 _____ 学 号 _____ 期中 ☒ 期末 ☐(可能用到的基本物理常数: $R=8.314\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $F=96485\text{C}\cdot\text{mol}^{-1}$)

一、是非题 (错题标“×”, 对题标“√”; 每题 1 分, 共 8 分)

× (√) 1. 以 $|\psi|^2$ 表示的空间图象即为电子云, 电子云越浓密处电子出现的概率必然越大。

√ (√) 2. $[\text{AlF}_6]^{3-}$ 中 Al 原子采用 sp^3d^2 杂化, 则配离子空间构型为正八面体。

× (×) 3. 对氢原子来说, 其原子能级顺序为 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d$ 。

√ (×) 4. 共价键都具有饱和性与方向性, 而离子键没有饱和性与方向性。

× (×) 5. 溶液的蒸汽压下降值与溶液中溶质的摩尔分数成正比。

√ (√) 6. 在同重量的两份水中, 分别加入等物质的量的甘油和蔗糖形成两份稀溶液, 则这两份溶液的沸点一定相同。

× (×) 7. 稳定单质在 100 kPa, 298.15 K 时的标准摩尔生成焓和标准摩尔摩尔熵均为零。

× (×) 8. 等温等压条件下, 用 $\Delta_r G_m^0$ 可以判断任何化学反应自发进行的方向。

二、选择题 (每小题有 1 或多个答案; 每题 2 分, 共 22 分)

1. 价层电子对互斥理论认为, SF_4 分子的空间构型是 (A)。

(A) 变形四面体 B. 三角锥形 C. 平面三角形 D. 正四面体



西安交通大学考试题

2. 根据分子轨道理论, 下列分子或离子不可能存在的是 (C)。

- A. B_2 ; ✓ B. He_2^+ ; ✓ C. Be_2 ; D. O_2^{2+} 。

3. 下列各组量子数中, 对应于能量最低的电子是 (C)。

- A. $(3, 1, 0, +\frac{1}{2})$; B. $(3, 1, 1, -\frac{1}{2})$;
C. $(3, 0, 0, +\frac{1}{2})$; D. $(3, 2, 1, -\frac{1}{2})$ 。

4. 下列叙述中正确的是 (AB)。

- A. CCl_4 、 CO_2 为非极性分子, NH_3 、 PCl_3 为极性分子;
B. PCl_5 、 $BeCl_2$ 为非极性分子, H_2S 、 NH_3 为极性分子;
C. CO_2 、 CCl_4 为非极性分子, PCl_3 、 $BeCl_2$ 为极性分子; ×
D. CO_2 、 BCl_3 为非极性分子, BF_3 、 $BeCl_2$ 为极性分子。×

5. 在 NH_3 和 CCl_4 分子之间存在哪些作用力 (B)。

- A. 取向力和诱导力 B. 色散力和诱导力
C. 取向力和色散力 D. 取向力、色散力和诱导力

6. 在一定温度下, 某容器中含有相同质量的 H_2 、 O_2 、 N_2 和 CO_2 混合气体, 混合气体中分压最小的是 (D)。

- A. 氢气 B. 氧气 C. 氮气 D. 二氧化碳

7. 下列溶液中沸点最高的是 (C)。

- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgCl}_2$ B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$;
C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AlCl}_3$ D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖



8. 下列叙述正确的是(A)。

(A) 离子化合物可能含有共价键 ✓

B. 构成晶体的粒子一定含有共价键 ✗

(C) 共价化合物中也可能含有离子键成份 ✗

D. 非极性分子中一定含有非极性键 ✗

9. 常温常压下 2 mol H_2 和 2 mol Cl_2 在(绝热)钢罐内反应生成 HCl 气体, 则 (C)。

A. $\Delta_r U = 0$, $\Delta_r H = 0$, $\Delta_r S > 0$, $\Delta_r G < 0$ ✗

B. $\Delta_r U < 0$, $\Delta_r H < 0$, $\Delta_r S > 0$, $\Delta_r G < 0$

(C) $\Delta_r U = 0$, $\Delta_r H < 0$, $\Delta_r S > 0$, $\Delta_r G < 0$

D. $\Delta_r U > 0$, $\Delta_r H > 0$, $\Delta_r S = 0$, $\Delta_r G > 0$ ✗

10. 生产水煤气的反应为 $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2(g)$, 该反应的 $\Delta_r H = 131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则该反应 (A)。

(A) 高温正向自发, 低温正向非自发 B. 高温正向非自发, 低温正向自发

C. 任何温度下均正向自发 D. 任何温度下均正向非自发

(11) 下列属于状态函数的一组是 (D)。

A. Q, W, U B. $Q, W, \Delta U$ C. $\Delta U, \Delta H, \Delta S$ (D) G, H, S

三、填空题 (每空 1 分, 共 10 分)

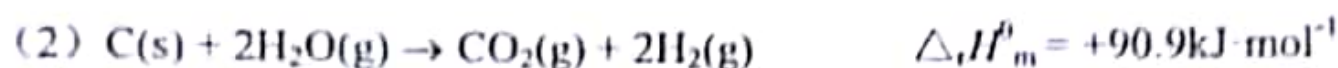
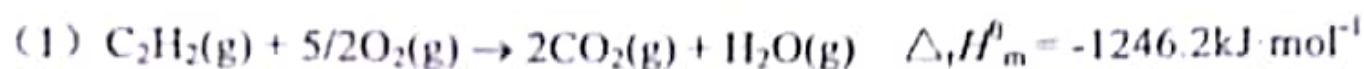
1. 根据现代价键理论, 在 HBr 分子中形成 σ 键的原子轨道是_____和_____。

2. $[Co(NO_2)(NH_3)_5]SO_4$ 的名称为_____, 中心原子是_____, 配体是_____, 配位原子是_____。



3. 已知 M^{2+} 离子的 3d 轨道中有 6 个 d 电子, M (原子) 的核外电子分布为 _____, M 元素在周期表中第 _____ 周期。

4. 已知下列反应的热效应, 则 $C_2H_2(g)$ 的生成热 $\Delta_f H_m^\ominus$ 为 -219 。



5. 标准状态下, 2 mol $NH_3(g)$ 和 2 mol $HCl(g)$ 生成 2 mol $NH_4Cl(g)$ 放出热量为 $352.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 1 mol $NH_3(g)$ 和 1 mol $HCl(g)$ 生成 1 mol $NH_4Cl(g)$ 的热化学方程式为 $NH_3(g) + HCl(g) = NH_4Cl(g) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -176$

四、简答题(1、2、4 小题各 6 分, 第 3、5 小题各 8 分, 共 34 分)

1. 对某一多电子原子来说,

(1) 下列原子轨道 $3s$ 、 $3p_x$ 、 $3p_y$ 、 $3p_z$ 、 $3d_{xy}$ 、 $3d_{xz}$ 、 $3d_{yz}$ 、 $3d_{x^2-y^2}$ 、 $3d_{z^2}$ 中, 哪些是等价 (简并) 轨道?

(2) 用符号“>”、“=”表示具有下列量子数的电子的能量:

(A) 3, 2, 1, +1/2; (B) 4, 3, 2, -1/2; (C) 2, 0, 0, +1/2;

(D) 3, 2, 0, +1/2; (E) 1, 0, 0, -1/2。

2. 按照分子轨道理论, 原子轨道组合成分子轨道后, 电子在分子轨道中的排布要遵循哪些原则? 写出 O_2 分子中电子的分子轨道排布式, 并用分子轨道理论说明其键级和磁性。

3. 试结合价层电子对理论和杂化轨道理论说明 PCl_3 分子和 NO_3^- 中中心原子的杂化类型以及分子和离子的空间构型。



4. 红细胞膜和白细胞膜都是半透膜。血液中溶质的总浓度约为 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

如果把红细胞分别放在纯水和 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 溶液中会发生什么现象？并解释原因。
纯水: 溶血 (3分) 1.0 NaCl: 皱缩 (3分)

5. 9.14 g HgCl_2 溶解于 32.75 g 乙醇中，沸点升高了 1.27°C ， HgCl_2 在乙醇中是电解质吗？通过计算说明。
($M(\text{HgCl}_2) = 271.59 \text{ g/mol}$; $K_b(\text{乙醇}) = 1.20 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$1.058 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} > 1.028 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 故是电解质。

五、计算题(第1小题6分，第2、3小题各10分，共26分)

1. 有一蛋白质的饱和水溶液，每升溶液中含有蛋白质 5.18 g ，已知在 298.15 K 时，溶液的渗透压为 0.413 kPa ，求此蛋白质的相对分子质量。
 $M_r = 31090$

2. 已知 298 K 时， $\text{C}(\text{石墨})$ 、甲烷及氢的标准摩尔燃烧热分别为 $-394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。求 298 K 时在下列情况下甲烷的标准摩尔生成热。

(1) 等压；(2) 等容。
 $(\text{C}(\text{石墨}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}))$ *$\Delta_f H^\circ: -75.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$*

3. 已知 298 K 、标准态时，反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ *$\Delta_f H^\circ: -75.4 + 2 \times 2.47$*

(1) 求该反应在 298 K 时的 $\Delta_r H^\circ$ 、 $\Delta_r S^\circ$ 及 $\Delta_r G^\circ$ ，并判断反应在 298 K ，标准态时能否自发进行。

(2) 计算在标准状态下，该反应正向自发进行所需要的条件。

$T > 964.25 \text{ K}$

