


西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

## 2018年秋季期中考试试题分析

- 一、判断题（每题1分，共8分）
- 二、不定项选择题（每题2分，共22分）
- 三、填空题（每题1分，共10分）
- 四、简答题（共34分）
- 五、计算题（3道题，共26分）



西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

1. 化学反应的热效应不仅与反应的始态和终态有关，而且还与变化的途径有关。 ✗
2. 热力学标准状态下，反应  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的  $\Delta_r H_m^\ominus$  等于  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的  $\Delta_f H_m^\ominus$ 。 ✗
3. 等温等压只做体积功的条件下，用  $\Delta_r G$  可以判断任何化学反应自发进行的方向。 ✓
4. 通过极性键构成的多原子分子一定是极性分子。 ✗
5. 量子数  $n$  与  $l$  决定了原子轨道的能量与取向。 ✗
6. 气体物质的标准状态是该气体处于 298 K 和 100 kPa 下的状态。 ✗
7. 298 K 时，完美晶体的标准摩尔熵值为 0。 ✗
8. 邻硝基苯酚的熔点比对硝基苯酚的熔点低，这是氢键类型不同导致的。 ✓

西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

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， $\text{SCl}_6$  分子的空间构型是 (A)。

A. 正八面体 B. 三角锥形 C. 平面三角形 D. 正四面体

2. 下列叙述中正确的是 CD。

A.  $\text{BF}_3$ 、 $\text{CS}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{PCl}_3$  均为极性分子；  
 B.  $\text{PCl}_5$ 、 $\text{BeCl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NF}_3$  均为极性分子；  
 C.  $\text{BF}_3$ 、 $\text{CS}_2$  为非极性分子， $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NF}_3$  为极性分子；  
 D.  $\text{SO}_3$ 、 $\text{BCl}_3$  为非极性分子， $\text{SO}_2$ 、 $\text{SnCl}_2$  为极性分子。

3. 在  $\text{SO}_3$  和  $\text{SO}_2$  分子之间存在哪些作用力 (A)。

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

西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

4. 下列叙述正确的是 (ACD)。

A. 离子化合物可能含有共价键  
 B. 构成分子晶体的分子所含共价键键能较大，该分子晶体的熔点越高  
 C. 金属键没有饱和性与方向性  
 D. 非极性分子中可能含有极性键

5. 下列物理量的变化与变化途径相关的一组是 (A)。

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

6. 下列物质中  $\Delta_f H_m^\circ$  不等于零的是 (C)。

A.  $\text{Cl}_2(\text{g})$  B.  $\text{O}_2(\text{g})$  C.  $\text{O}_3(\text{g})$  D.  $\text{Ne}(\text{g})$

西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

7. 已知某反应的 $\Delta_r H_m^\ominus > 0$ ,  $\Delta_r S_m^\ominus > 0$ , 假设 $\Delta_r H_m^\ominus$ 和 $\Delta_r S_m^\ominus$ 随温度的变化可忽略不计, 则该反应 (B)。

A. 低温下为自发过程, 高温下为非自发过程  
B. 高温下为自发过程, 低温下为非自发过程  
C. 任何温度下都为非自发过程  
D. 任何温度下都为自发过程

8.  $\text{NCl}_3$  分子的几何构型为三角锥形, 这是由于 N 原子采用的杂化轨道形式是 (D)。

A.  $sp$     B.  $dsp^2$     C.  $sp^2$     D. 不等性  $sp^3$

9. 下列哪些现象可能与溶液的渗透现象有关 ABC

A. 血液透析    B. 施肥过多造成植物萎蔫  
C. 海水淡化    D. 下雪天在道路上撒盐以防结冰

西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

10. 在标准状态下, 298K 时, 单位物质的量的物质完全燃烧时的焓变, 称为该物质的标准摩尔燃烧焓。以下符合完全燃烧的是 (ABD)

A. C 燃烧为  $\text{CO}_2(\text{g})$     B. H 燃烧为  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
C. H 燃烧为  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$     D. N 燃烧为  $\text{N}_2(\text{g})$

11. 一组量子数  $n, l, m$  不能确定的是 (A)。

A. 电子的数目    B. 原子轨道形状  
C. 原子轨道能量    D. 原子轨道数目

三、填空题 (每空 2 分)

1.  $\text{Ag}(\text{s}) + 1/2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{AgCl}(\text{s})$

2. (1) 五氯·一氨合铂(IV)酸钾; (2)  $\text{Pt}^{4+}$ ; (3)  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_3$ ; (4)  $\text{Cl}$ , N

1. 表示 $\Delta_r H_m^\ominus = \Delta_f H_m^\ominus(\text{AgCl}, \text{s})$ 的反应式为\_\_\_\_\_。

2. 配合物  $\text{K}[\text{PtCl}_5(\text{NH}_3)]$  的名称为\_\_\_\_\_, 中心离子是\_\_\_\_\_, 配体是\_\_\_\_\_, 配位原子是\_\_\_\_\_。

西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY School of Science

3. 已知下列反应的热效应, 则  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$  的生成热  $\Delta_f H_m^\circ$  为  $-103.8\text{KJ/mol}$ 。


(1)  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta_r H_m^\circ = -2219.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2)  $\text{C}(\text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\circ = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3)  $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta_r H_m^\circ = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. 离子极化的强弱一般取决于正离子的 变形性 和负离子的 变形性。

5. 已知某元素的外层电子构型是  $4s^2 4p^2$ , 则此元素是周期表中的第 四 周期, 第 IVA 族元素。



西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY School of Science

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  $3s$ 、 $3p_x$ 、 $3p_y$ 、 $3p_z$ 、 $3d_{xy}$ 、 $3d_{xz}$ 、 $3d_{yz}$ 、 $3d_z^2$ 、 $3d_{x^2-y^2}$  轨道能量相等些轨道的能量相等?

(2) 用符号“>”、“=”排列具有下列量子数的电子的能量顺序:

(A) 4, 1, 1, -1/2; (B) 3, 1, -1, +1/2; (C) 2, 0, 0, +1/2;  
(D) 3, 2, 0, +1/2; (E) 2, 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理或规则? 写出  $\text{Be}_2$ 、 $\text{C}_2$ 、 $\text{O}_2$  分子中电子的分子轨道排布式, 并用分子轨道理论判断哪种分子可能不存在。

2. 遵循 Pauli 不相容原理、能量最低原理和 Hund 规则。 (3 分)

$\text{Be}_2[\text{KK}] (\sigma_{2s})^2 (\sigma_{2s}^*)^2 \quad \text{C}_2[\text{KK}] (\sigma_{2s})^2 (\sigma_{2s}^*)^2 (\pi_{2py})^2 (\pi_{2pz})^2$

$\text{O}_2[\text{KK}] (\sigma_{2s})^2 (\sigma_{2s}^*)^2 (\sigma_{2px})^2 (\pi_{2py})^2 (\pi_{2pz})^2 (\pi_{2py}^*)^1 (\pi_{2pz}^*)^1$

$\text{Be}_2$  可能不存在。(3 分)



西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

③. 试结合价层电子对理论和杂化轨道理论说明  $\text{ClF}_3$  分子和  $\text{ICl}_4^-$  离子中，中心原子的杂化类型以及分子和离子的空间构型。

3. (1)  $\text{ClF}_3$ :  $\text{VP}=5$ ,  $\text{LP}=2$ ; 杂化类型:  $\text{sp}^3\text{d}$ ;  
 $\text{ICl}_4^-$ :  $\text{VP}=6$ ,  $\text{LP}=2$ ; 杂化类型:  $\text{sp}^3\text{d}^2$ 。(6 分)

(2) 分子的空间构型:  $\text{ClF}_3$ : T 型;  $\text{ICl}_4^-$ : 平面正方形 (2 分)

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  $0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。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。

4. 在水中红细胞会发生溶血现象, 这是因为发生了渗透现象, 因为水的渗透压小于红细胞内液的渗透压, 净结果是纯水中水分子渗透到红细胞中导致红细胞涨破。(3 分)  
 在  $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$  溶液中红细胞会发生皱缩, 这是因为  $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$  溶液的渗透压大于血液的渗透压, 使红细胞中的水分子渗入  $\text{NaCl}$  溶液中导致红细胞皱缩。(3 分)

西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

⑤.  $9.14\text{g HgCl}_2$  溶解于  $32.75\text{g}$  乙醇中, 沸点升高了  $1.27^\circ\text{C}$ , 请通过计算说明氯化汞在溶液中是否完全电离。( $M(\text{HgCl}_2)=271.59\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $K_b(\text{乙醇})=1.20\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) (结果保留两位小数)

5. (8 分)  $\Delta T_b = 1.27\text{K}$ ,  $K_b = 1.20\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$m = \frac{9.14}{32.75} \times \frac{1000}{271.59} = 1.03\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} \quad (3\text{分})$$

若  $\text{HgCl}_2$  在乙醇中是非电解质, 则

$\Delta T_b = K_b m = 1.20 \times 1.03 = 1.24\text{K}$ , (3 分) (或  $1.23\text{K}$ )

$1.27 / 1.24 = 1.02$ , 其值远小于完全电离的系数, 故  $\text{HgCl}_2$  在乙醇中没有完全电离。(2 分)

[或者:  $m' = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{1.27}{1.20} = 1.06\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} > 1.03\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]




西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

五、计算题(第1小题5分, 第2小题8分, 第3小题13分, 共26分)

1. 将 10 g 某难挥发物质溶解于 100.7 g 水中, 实验测得溶液的凝固点为 272.61 K, 已知水在 273.15 K 时的  $K_f$  值为  $1.86 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 求该物质的摩尔质量。  
(结果保留两位小数)

1. 解:  $\Delta T_f = 273.15 - 272.61 = 0.54 \text{ K}$  (1分)  
根据公式:  $\Delta T_f = K_f m_B$  得, (2分)

$$0.54 = 1.86 \times \frac{10.0 \times 1000}{M \times 100.7} \quad (1 \text{分})$$


$$\text{得到 } M = \frac{1.86 \times 10.0 \times 1000}{0.54 \times 100.7} = 342.05 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad (1 \text{分})$$


西安交通大学 理学院  
XI'AN JIAO TONG UNIVERSITY School of Science

2. 已知 298 K 时, 反应  $\text{C}(\text{石墨}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$  的石墨、氢及甲烷的标准摩尔燃烧热分别为  $-394.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $-285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  和  $-890.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。求在 298 K 时,  
(1) 甲烷的标准摩尔生成热; (2) 反应的热力学能变。

2. 解: (1)  $\Delta_r H_m^\theta(\text{CH}_4) = \Delta_r H_m^\theta = \Delta_c H_m^\theta(\text{C}) + 2\Delta_c H_m^\theta(\text{H}_2) - \Delta_c H_m^\theta(\text{CH}_4)$   

$$= [-394.1 + 2 \times (-285.8) - (-890.3)] = -75.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad (3 \text{分})$$
(2)  $\Delta U = \Delta_r H_m^\theta - \Delta n RT = -75.4 - (1-2) \times 8.314 \times 298 \times 10^{-3} = -72.92 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad (5 \text{分})$



3. 298 K 下, 已知下列热力学数据, 求反应  $\text{PCl}_5(\text{g}) = \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ :

(1) 298 K, 标准状态下能否自发进行?

(2) 800 K 时能否自发进行?

(3) 估计在标准条件下自发进行的最低温度。(结果保留两位小数)

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	$\text{PCl}_3(\text{g})$	$\text{Cl}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus (\text{kJ/mol})$	-374.9	-287.0	0
$\Delta_f G_m^\ominus (\text{kJ/mol})$	-305.0	-267.8	0

3. 解: (1) 298 K, 标准状态下,

$$\Delta_r G_m^\ominus(298 \text{ K}) = -267.8 - (-305.0) = 37.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > 0,$$

因此 298 K, 标准状态下此反应非自发: (2 分)

(2)  $\Delta_r H_m^\ominus(298 \text{ K}) = -287.0 - (-374.9) = 87.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (2 分)

$$\Delta_r G_m^\ominus = \Delta_r H_m^\ominus - T \times \Delta_r S_m^\ominus$$
 (2 分)

代入吉布斯公式可求得 298 K 下的  $\Delta_r S_m^\ominus$ ,

$$37.2 = 87.9 - 298 \times \Delta_r S_m^\ominus, \text{ 求得 } \Delta_r S_m^\ominus = 0.170 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$
 (2 分)

因此, 800 K, 标准状态时,

$$\Delta_r G_m^\ominus(800 \text{ K}) = \Delta_r H_m^\ominus - T \times \Delta_r S_m^\ominus = 87.9 - 800 \times 0.170 = -48.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0,$$

因此, 800 K, 标准状态下此反应自发进行。 (2 分)

(3)  $T_w = \Delta_r H_m^\ominus / \Delta_r S_m^\ominus = 517.1 \text{ K}$ , 反应的最低温度为 517.1 K。 (3 分)