

一、判断题 (共 10 分)

(X) 1. Na_2SO_4 溶液是强电解质溶液, 不会产生渗透压。

(X) 2. $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus < 0$ 的反应在任何条件下都能自发进行。

(✓) 3. CO_2 分子间只存在色散力。

(X) 4. 298K, 100kPa 下, 石墨的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 、 S_m^\ominus 均为零。

(X) 5. 分子晶体由非极性分子组成, 因此具有较低的熔点和沸点。

(✓) 6. 根据量子力学理论, 原子核外电子的运动状态须由 n 、 l 、 m 、 m_s 四个量子数确定。



二、单项选择题（共30分）

1. 下列属于封闭体系的是 C

- A. 试管内进行的CO还原CuO反应 B. 烧杯内进行的锌与盐酸反应
C. 密闭容器中进行的金属腐蚀反应 D. 敞口保温瓶中进行的硫升华反应

2. 下列说法正确的是 C

- A. 非极性分子中只有非极性共价键 B. 极性分子中的化学键都有极性
C. 相对分子质量越大，色散力越大 D. 色散力只存在于极性分子之间

3. 298K时，下列物质中标准摩尔熵最大的是 _____

- A. MgF_2 B. MgO C. Mg D. MgSO_4

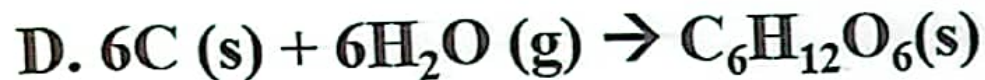
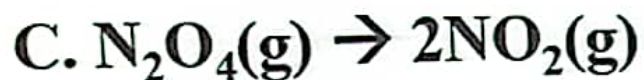
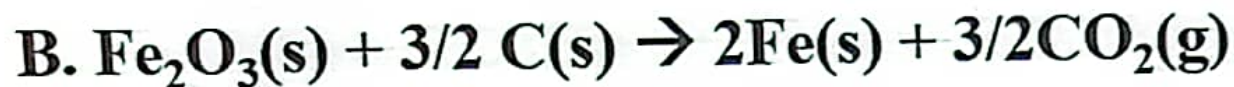




4. 298K, 下列物质中 $\Delta_f H_m^\ominus$ 不等于零的是 D

- A. Fe (s) B. C (石墨) C. Ne (g) D. Cl₂ (l)

5. 下列反应中, 在常温或高温下均为非自发反应的是 D



6. 等温、等压、只做体积功, 某反应的 $\Delta_r G_m = 0$, 则该反应

- A. 正向一定自发 B. 正向一定非自发
C. 不确定 D. 处于平衡状态

7. 在1000g纯水中，分别加入1g的葡萄糖（ $M=180$ ）、NaCl（ $M=58.5$ ）、 CaCl_2 （ $M=111$ ）、 Na_2SO_4 （ $M=144$ ），将其配成稀溶液，则凝固点最低的是 B

A. 葡萄糖溶液 B. NaCl溶液 C. CaCl_2 溶液 D. Na_2SO_4 溶液

8. 对于 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的下列水溶液：（1） $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 、（2）KCl、（3） Na_2CO_3 ，则其渗透压大小顺序正确的是

A. $\Pi(1)=\Pi(2)=\Pi(3)$

B. $\Pi(1)>\Pi(2)>\Pi(3)$

C. $\Pi(1)<\Pi(2)<\Pi(3)$

D. 不确定





9. 下列说法正确的是 B

A. W 和 Q 是状态函数

B. H 、 U 、 G 是具有广度性质的状态函数

C. S 、 p 、 T 是具有强度性质的状态函数

D. ρ 、 T 、 H 是具有广度性质的状态函数

10. 下列液体只需要克服色散力就能使之沸腾的物质是 A

A. O_2 B. SO_2 C. HF D. H_2O

11. 某元素的最外层只有一个 $l=0$ 的电子，则该元素不可能是

A. s区元素 B. ds区元素 C. d区元素 D. p区元素



12. 根据鲍林近似能级图, 在一个多电子原子中, 具有下列各组量子数的电子中能量最高的是 C

A. $(3, 1, 0, 1/2)$; B. $(2, 1, 1, -1/2)$;

C. $(3, 2, -1, -1/2)$; D. $(4, 0, 0, 1/2)$ 。

13. 将氢原子的1s电子分别激发到4s和4p轨道所需的能量是:
C

A. 前者>后者 B. 前者<后者 C. 两者相等 D. 无法判断

14. 下列离子中, 半径最小的是 A

A. Al^{3+} B. Mg^{2+} C. S^{2-} D. Cl^-

15. 下列离子中, 变形性最大的是_____。

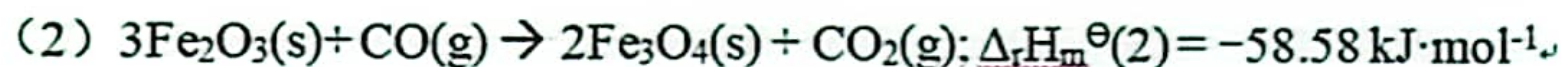
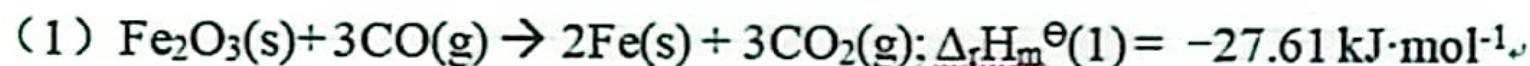
A. Al^{3+} B. Mg^{2+} C. S^{2-} D. Cl^-



三、填空题 (40分)

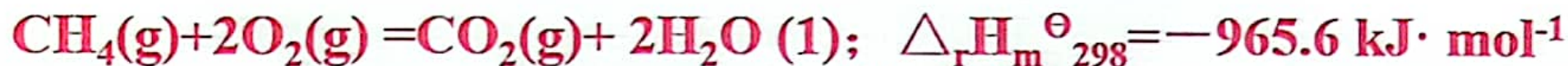
1. 冬季建筑施工, 常在水泥中加入无机盐, 目的是 降低凝固点,
(1分) 海水净化常采用 反渗透 技术。 (1分)
2. 容积为50.0L的容器中含有140.0g CO和20.0g H₂, 温度为300K,
则容器内CO的分压为 $2.49 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2分), H₂的分压
为 $4.99 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。 (2分)
3. 请指出下列分子间存在的作用力类型:
 - (1) 苯和CH₄ 色散力; (2分)
 - (2) 乙醇和甲醇 色散力、取向力、诱导力、氢键。 (2分)

4. 已知下列反应的热效应:



则反应 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的反应热 $\Delta_r H_m^\ominus(4)$ 为 -16.73 kJ/mol 。(2分)

5. 298K, 1mol 甲烷完全燃烧放出 965.6 kJ 热量, 则其热化学方程式为: _____。(2分)



6. 26号元素的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^64\text{s}^2$, 此元素位于第 四 周期第 VIII 族属于 d 区。

7. 根据杂化轨道理论, PCl_3 的分子构型为 三角锥形, 中心原子P采用 sp^3 杂化 (1分), ICl_2^- 离子的几何形状为 直线型 (1分)

其中中心I原子的杂化态为 _____ (1分)。



8. 由离子极化的观点, NaCl 易溶于水, CuCl 难溶于水的原因是 Cu^+ 变形性大, 引起化学键从离子键向共价键过渡 (2分)

9. 乙烯分子中的碳原子是采用 sp^2 (1分) 杂化, 其 $\text{C}=\text{C}$ 键包含一个 σ 键 (1分) 和一个 π 键 (1分)。

10. 二氯化六氨合钴(II)的化学式是 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ (2分);

配合物 $\text{Na}_2[\text{SiF}_6]$ 的命名为 六氟合硅(IV)酸钠 (2分), 其中心离子的氧化数是 +4 (1分), 中心离子的配位数为 6 (1分), 配位原子是 F (1分)。

11. 根据分子轨道理论, 请写出 O_2^+ 电子排布式

$\text{KK}(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\sigma_{2p_x})^2(\pi_{2p_y})^2(\pi_{2p_z})^2(\pi_{2p_y}^*)^1$, 其键级等于 2.5

具有 顺 磁性 (1分)。



12. 根据价层电子对互斥理论, XeF_4 的中心原子价层电子对数 6 (1分), 孤对电子对数 2 (1分), 分子空间构型 平面四方形 (1分)。

五、计算题 (共20分, 每题10分)

1. 与人体血液具有相同渗透压的葡萄糖 (相对分子质量为180) 溶液, 其凝固点降低值为0.543K, 求此葡萄糖溶液的质量分数和血液的渗透压。 (血液温度37°C, 水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。)



12. 根据价层电子对互斥理论, XeF_4 的中心原子价层电子对数 6 (1分), 孤对电子对数 2 (1分), 分子空间构型 平面正方形 (1分)。

五、计算题 (共20分, 每题10分)

1. 与人体血液具有相同渗透压的葡萄糖 (相对分子质量为180) 溶液, 其凝固点降低值为0.543K, 求此葡萄糖溶液的质量分数和血液的渗透压。(血液温度37°C, 水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。)

解: 由 $\Delta T_f = K_f \cdot b$ 可知

$$b = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.543}{1.86} = 0.292 \text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

12. 根据价层电子对互斥理论, XeF_4 的中心原子价层电子对数 6 (1分), 孤对电子对数 2 (1分), 分子空间构型 平面正方形 (1分)。

五、计算题 (共20分, 每题10分)

1. 与人体血液具有相同渗透压的葡萄糖 (相对分子质量为180) 溶液, 其凝固点降低值为0.543K, 求此葡萄糖溶液的质量分数和血液的渗透压。(血液温度37℃, 水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。)

解: 由 $\Delta T_f = K_f \cdot b$ 可知

$$b = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.543}{1.86} = 0.292 \text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

葡萄糖溶液质量分数为: $\frac{0.292 \times 180}{0.292 \times 180 + 1000} \times 100\% = 5.0\%$



对于稀溶液, $c \approx b$,

$$\Pi = cRT = 0.292 \times 8.314 \times 310 \times 10^3 = 7.526 \times 10^5 \text{ Pa}$$

2.制备半导体硅的反应如下： $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) = \text{Si}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$ ，
有关热力学数据如下表，试通过计算：

- (1) 判断此反应在标准条件下，298K时能否自发进行；
- (2) 估计在标准条件下反应自发进行的最低温度。

	$\text{SiO}_2(\text{s})$	$\text{C}(\text{s})$	$\text{Si}(\text{s})$	$\text{CO}(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus (298 \text{ K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-859.4	0	0	-110.5
$S_m^\ominus (298 \text{ K}) / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	41.84	5.74	18.83	197.56





$$\begin{aligned} 2. \text{ 解: } (1) \Delta_r H_m^\ominus (298 \text{ K}) &= \Delta_f H_m^\ominus (\text{Si}) + 2 \Delta_f H_m^\ominus (\text{CO}) \\ &\quad - \Delta_f H_m^\ominus (\text{SiO}_2) - 2\Delta_f H_m^\ominus (\text{C}) \\ &= (0) + 2 \times (-110.5) - (-859.4) - 2 \times (0) \\ &= +638.4 \text{ (kJ}\cdot\text{mol}^{-1}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_r S_m^\ominus (298 \text{ K}) &= \Delta S_m^\ominus (\text{Si}) + 2 \Delta S_m^\ominus (\text{CO}) \\ &\quad - \Delta S_m^\ominus (\text{SiO}_2) - 2\Delta S_m^\ominus (\text{C}) \\ &= (18.83) + 2 \times (197.56) - (41.84) - 2 \times (5.74) \\ &= +360.63 \text{ (J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_r G_m^\ominus (298 \text{ K}) &= \Delta_r H_m^\ominus (298 \text{ K}) - T \Delta_r S_m^\ominus (298 \text{ K}) \\ &= 638.4 - 298 \times 360.63 \times 10^{-3} \\ &= 530.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} > 0 \end{aligned}$$

所以此反应在298K的标准条件下不能自发进行





(2) 要使该反应正向自发进行, 需要满足 $\Delta_r G_m^\ominus \leq 0$, 即:

$$\Delta_r H_m^\ominus - T \cdot \Delta_r S_m^\ominus \leq 0$$

$$T \geq \frac{\Delta_r H_m^\ominus}{\Delta_r S_m^\ominus} = \frac{638.4}{360.63 \times 10^{-3}} = 1770 \text{ K}$$

