

## 1993 年吉林大学物理化学考研试题

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

1993 年吉林大学物理化学试题



# 吉林大学

一九九三年攻读硕士学位研究生入学考试试题

报考专业：化学各专业

研究方向：化学各主生各方向

考试科目：物理化学(含物质结构) 共 5 页

(一) (14分)

在催化剂作用下, 由 298K 标准状态的水蒸气和乙  
烯气体(各 1 mol) 反应生成 498K 压力为 101.325 kPa 的乙  
醇蒸气, 求此反应的  $\Delta_r H_m^\ominus$ ,  $\Delta_r S_m^\ominus$  和  $\Delta_r G_m^\ominus$ .

假设气体皆为理想气体, 298K 时乙醇的蒸发热为  
42.6 kJ·mol<sup>-1</sup> 且已知下列数据

物质	$\Delta_f H_m^\ominus(298K)$ kJ·mol <sup>-1</sup>	$S_m^\ominus(298K)$ J·K <sup>-1</sup> ·mol <sup>-1</sup>	$C_{p,m}$ J·K <sup>-1</sup> ·mol <sup>-1</sup>
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (g)	52.28	219.5	—
H <sub>2</sub> O(g)	-241.83	188.7	—
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(g)	—	282.5	65.44
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(l)	-277.7	—	—

(二) (10分)

分解反应  $2NaHCO_3(s) = Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$

在 298K 进行时  $\Delta_r H_m^\ominus = 156$  kJ·mol<sup>-1</sup>, 平衡体系的总

压力为  $P = 2.2 P_a$ , 假设反应的  $\Delta C_{p,m} = 0$  求

- 1) 298 K 分解反应的平衡常数  $K_p$
- 2) 596 K 时  $NaHCO_3(s)$  在真空容器中分解的  $K_p$
- 3) 596 K 在真空容器中分解达平衡时体系的组分数与自由度

(三) (14分)

若反应  $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$  的速率方程  $-\frac{dp}{dt} = k p_A^{0.5} p_B^{0.5}$

若 A B 摩尔比为 1:1 的混合气体通入 300 K 的恒温密闭容器中, 初始压力为  $6 \times 10^5 P_a$ , 50 秒后压力  $4 \times 10^5 P_a$ 。若反应器的温度为 400 K, 装入反应物的量与前相同, 反应 60 秒后容器内压力为  $5 \times 10^5 P_a$ 。求

- 1) 300 K 反应 200 秒后容器内反应物 A 的分压  $P_A$  为多少。
- 2) 反应的活化能
- 3) 400 K 时反应的半寿期

(四) (12分)

今研究一氧化还原反应  $3 Sn^{4+} + 2 Al = 3 Sn^{2+} + 2 Al^{3+}$  Z

知 298 K 时标准电极电势  $\varphi_{Al, Al^{3+}}^\ominus = -1.66 V$ ,  $\varphi_{Sn^{4+}, Sn^{2+}}^\ominus = 0.007 V$

$$\varphi_{Sn^{4+}, Sn^{2+}}^\ominus = 0.14 V$$

- 1) 根据上述反应设计一电池, 当离子活度皆为 0.1 时, 计算该电池在 298 K 时的电动势。

2) 通过计算说明上述正向反应在给定的条件下能否自发进行, 反应的平衡常数有多大?

(五) (10分)

1. (5分) 在温度为 80.5 K 时氮的蒸气压为 144.79 kPa, 氧的蒸气压为 31.93 kPa, 若空气中  $N_2:O_2 = 4:1$  (摩尔比), 液态空气为理想溶液, 试确定在 80.5 K 时至少需要多大压力才能使空气全部液化?

2. (5分) 已知某气体分子仅分布于基态和第一激发态, 基态能量为  $\epsilon_0$ , 简并度为  $g_0$ , 若以基态能量为能量标度的零点, 则第一激发态的能量为  $\epsilon_1$ , 简并度为  $g_1$ ,

1) 写出分布于两个能级分子数之比

2) 写出分子的配分函数

3) 若体系为  $N$  个粒子的气体, 写出体系的自由能  $G$  的表示式

$$G = -NKT \ln \frac{Q}{N}$$

$$= -NKT \ln \frac{Q_0}{N} + \nu_0$$

## (六) 简要回答 (共 20 分)

1, 什么是厄米算符? 证明  $\frac{d}{dx}$  和  $i\frac{d}{dx}$  是否是厄米算符, 写出这两个算符的本征函数。(5分)

2, 设质量为  $m$  的粒子在边长为  $a$  的一维箱中运动, 粒子所处的状态函数为

$$\psi(x) = 2\sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi}{a} x - 3\sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{2\pi}{a} x$$

求粒子的能量。(5分)

3, 已知氧分子的基态振动能级具有下列形式  
(用波数  $\text{cm}^{-1}$  表示)

$$\tilde{G} = 1585 (v + \frac{1}{2}) - 11.65 (v + \frac{1}{2})^2$$

求分子的振动频率  $\omega$  值和非谐振常数  $\chi$  值。(4分)

4, 图示出下列分子的空间构型, 说明成键情况  
(指出用什么轨道形成什么键及电子提供情况), 写出它们所属的族群

(1)  $\text{CO}$  (2) 苯 (3)  $\text{Ni}(\text{PCl}_3)_4$  (6分)

## (七) (12 分)

求环丁二烯  $\text{C}_4\text{H}_4$  的  $\pi$  分子轨道、能级和共轭能, 由此预测

(1) 该分子的稳定性如何? 3 分

(2) 该分子的基态是单态还是三态?

(11) (8分)

甲基尿素  $\text{CH}_3\text{NHCONH}_2$  属正交晶系, 在 X 射线晶体衍射中只有下列衍射出现系统消光:  $h00$  衍射中  $h =$  奇数,  $0k0$  衍射中  $k =$  奇数,  $00l$  衍射中  $l =$  奇数.

(1) 确定晶体点阵类型.

(2) 晶体中是否有滑移面和螺旋轴.

(3) 写出甲基尿素晶体的空间群.