

# 南 通 大 学 试 卷

2018-2019 学年 第二 学期

课程名称 物理化学

开课部门 化学化工学院

班 级 高分子171、172

学生人数 70 试卷份数 66 (4人缺考)

出卷人 葛明 阅卷人 葛明、贾雪平、朱明、穆建文

复核人 丁津津 登分人 贾雪平

南 通 大 学 教 务 处

序号 \_\_\_\_\_

装订日期 2019.6.20



南通大学 2018—2019 学年第二学期 物理化学 (闭卷) 试卷 (A) 第 1 页 共 3 页

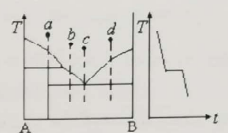
试题	一	二	三	四	五	六	总分
得分	12	7	4	33	6		62

得分 评卷人  
12 葛明

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

- 在一刚性的绝热箱中, 隔板两边均充满空气, (视为理想气体), 只是两边压力不等, 已知  $P_E < P_B$ , 则将隔板抽去后应有 (C) X  
(A)  $Q=0$   $W=0$   $\Delta U=0$  (B)  $Q=0$   $W<0$   $\Delta U>0$   
(C)  $Q>0$   $W<0$   $\Delta U>0$  (D)  $\Delta U=0$ ,  $Q=W \neq 0$
- 在 300 K 时, 2 mol 某理想气体的吉布斯函数 G 与赫姆霍兹函数 A 的差值为 (C)  
(A)  $G-A=1.247$  kJ (B)  $G-A=2.494$  kJ  
(C)  $G-A=4.988$  kJ (D)  $G-A=9.977$  kJ
- 下列各式中, 哪个可同时称为偏摩尔量与化学势 (D)  
(A)  $\left(\frac{\partial U}{\partial n_B}\right)_{S,V,n_C}$  (B)  $\left(\frac{\partial H}{\partial n_B}\right)_{S,p,n_C}$  (C)  $\left(\frac{\partial V}{\partial n_B}\right)_{T,p,n_C}$  (D)  $\left(\frac{\partial G}{\partial n_B}\right)_{T,p,n_C}$
- 由 A 及 B 二种液体组成理想溶液, A、B 的饱和蒸气压分别为  $p_A^*$ 、 $p_B^*$ , x 为液相组成, y 为气相组成, 若  $p_A^* > p_B^*$  (表示纯态), 则: (A) X  
(A)  $x_A > x_B$  (B)  $x_A > y_A$   
(C)  $x_A < y_A$  (D) 无法确定
- 已知气相化学反应  $2NO(g) + O_2(g) = 2NO_2(g)$  是放热反应, 当反应达到平衡时, 可采用下列哪种方法使平衡向右移动: (B) X  
(A) 降温减压 (B) 升温增压  
(C) 升温减压 (D) 降温增压
- 在 101 325 Pa 的压力下,  $I_2$  在液态水和  $CCl_4$  中达到分配平衡 (无固态碘存在), 则该体系的自由度数为: (B)  
(A)  $f=1$  (B)  $f=2$  (C)  $f=0$  (D)  $f=3$

7. 如图, 对于右边的步冷曲线对应是哪个物系点的冷却过程: (C)



- (A) a 点物系 (B) b 点物系  
(C) c 点物系 (D) d 点物系

- 在一定温度和较小浓度下, 增大强电解质溶液的浓度, 则溶液的电导率  $\kappa$  与摩尔电导率  $\Lambda_m$  变化为: (B)  
(A)  $\kappa$  增大,  $\Lambda_m$  增大 (B)  $\kappa$  增大,  $\Lambda_m$  减少  
(C)  $\kappa$  减少,  $\Lambda_m$  增大 (D)  $\kappa$  减少,  $\Lambda_m$  减少
- 298 K 时, 蒸汽苯在石墨上的吸附符合 Langmuir 吸附等温式, 在 40 Pa 时, 覆盖率  $\theta=0.05$ , 当  $\theta=1/2$  时, 苯气体的平衡压力为 (B)  
(A) 400 Pa (B) 760 Pa (C) 1000 Pa (D) 200 Pa
- 质量作用定律适用于 (A) X  
(A) 对峙反应 (B) 平行反应 (C) 连续反应 (D) 基元反应

得分 评卷人  
7 贾军平

二、判断题 (每小题 1 分, 共 10 分)

- 熵变  $\Delta S$  就是过程的热温商 (✓) X
- 可逆过程系统对环境作最小功, 环境对系统作最大功 (✓) X
- 在一定温度压力下, 某反应的  $\Delta_r G_m > 0$ , 所以要选用合适的催化剂, 使反应得以进行 (X) X
- 热力学第三定律规定: 0 K 时纯物质的熵等于零 (X) X
- 单相区内物系点与相点重合; 两相区内只有物系点, 它对应的两个相的组成由对应的相点表示 (✓)
- 易挥发组分在气相中的相对含量大于它在液相中的含量 (✓)
- 用电导测定难溶盐溶解度时, 由于难溶盐本身的电导率很低, 所以水的电导率就不能忽略 (X) X
- 产生物理吸附的力是范德华力, 作用较弱, 因而吸附速度慢, 不易达到平衡 (X) X
- 液体在毛细管内上升或下降决定于该液体的表面张力的表面能大小 (X) X
- 活化能高的反应在同样的温度下, 升高同样的温度, 速率常数  $k$  增加得更多, 即活化能高的对温度更加敏感 (✓)

使用班级

出卷日期 2019 年 6 月 4 日



得分	评卷人
4	黄雪平

三、填空题 (每小题 2 分, 共 10 分)

1. 吉布斯-杜亥姆方程的表达式为  $\sum_B x_B dx_B = 0$
2. 卡诺热机在  $T_1=600\text{ K}$  的高温热源和  $T_2=300\text{ K}$  的低温热源间工作, 其热机效率  $\eta = \frac{1}{2}$
3.  $1\text{ mol}$  理想气体由  $298\text{ K}, 100\text{ kPa}$  作等温可逆膨胀, 若过程  $\Delta G = -2983\text{ J}$ , 则终态压力为  $30\text{ Pa}$  X
4.  $0.001\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ KCl}$  与  $0.001\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ NaNO}_3$  混合水溶液的离子强度  $I = 0.01\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}$  X
5. 二级反应的半衰期与反应物的初始浓度 成正比 X

得分	评卷人
33	朱明

四、计算题 (共 50 分)

6. (10 分) 在一带活塞的绝热容器中有一绝热隔板, 隔板两侧分别为  $2\text{ mol}, 273.15\text{ K}$  的单原子理想气体 A 及  $5\text{ mol}, 373.15\text{ K}$  的双原子理想气体 B, 两气体的压力均为  $100\text{ kPa}$ , 活塞外的压力维持在  $100\text{ kPa}$  不变。今将容器内的绝热隔板撤去, 使两种气体混合达到平衡态, 求末态的温度  $T$  及过程的  $W, \Delta U, \Delta H$ 。

解:  $\therefore$  绝热恒压

$$\therefore \Delta H = Q_p = 0$$

$$\Delta H = \Delta H_A + \Delta H_B = 0$$

$$= n_A C_{p,m}(A)(T - T_A) + n_B C_{p,m}(B)(T - T_B) = 0$$

$$T = 350.93\text{ K}$$

$$\Delta U = \Delta U_A + \Delta U_B$$

$$= n_A C_{v,m}(A)(T - T_A) + n_B C_{v,m}(B)(T - T_B)$$

$$= \frac{3}{2} \times 2 \times 8.314 \times (350.93 - 273.15) + 5 \times \frac{5}{2} \times 8.314 \times (350.93 - 373.15)$$

$$= 554.46\text{ J}$$

----- -2

9. (10 分) 已知在  $-5^\circ\text{C}$ , 冰和水的密度分别为  $916.7\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  和  $999.2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , 在  $-5^\circ\text{C}$  时,

水和冰的平衡压力为  $59.8\text{ MPa}$ , 今有  $1\text{ kg}$  的  $-5^\circ\text{C}$  的水在  $100\text{ kPa}$  下凝固成同温同压下的冰, 求过程的吉布斯函数变。(假设水和冰的密度不随压力变化)

解:  $-5^\circ\text{C}, 100\text{ kPa}$   $\text{H}_2\text{O}(l) \xrightarrow{\Delta G} \text{H}_2\text{O}(s)$   
 $-5^\circ\text{C}, 59.8\text{ MPa}$   $\text{H}_2\text{O}(l) \xrightarrow{\Delta G_2} \text{H}_2\text{O}(s)$

$$\Delta G_1 = \int_{p_1}^{p_2} V dp = V_l (p_2 - p_1) = \left[ \frac{1}{999.2} \times (59.8 \times 10^6 - 100 \times 10^3) \right]$$

$$= 59.748\text{ J} < \dots \dots -1$$

$$\Delta G_3 = \left[ 1.0909 \times 10^{-3} \times (100 \times 10^3 - 59.8 \times 10^6) \right]$$

$$= -65\text{ J}$$

$$\therefore \Delta G = -5.377\text{ J}$$

4. (10 分) 银可能受到  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  的腐蚀而发生下面的反应:  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{Ag}(\text{s}) = \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$

$298\text{ K}, p^\theta$  压力下, 将银放在等体积氢和  $\text{H}_2\text{S}$  组成的混合气中。已知  $298\text{ K}$  时,  $\text{Ag}_2\text{S}(\text{s})$  和  $\text{H}_2(\text{g})$

和标准生成吉布斯函数分别为  $-40.26\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  和  $-33.02\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

- (1) 试问是否可能发生腐蚀而生硫化银。
- (2) 在混合气中, 硫化氢的百分数低于多少, 才不发生腐蚀?

解: (1)  $\Delta_r G_m^\theta = \Delta_f G_m^\theta(\text{Ag}_2\text{S}) - \Delta_f G_m^\theta(\text{H}_2\text{S}) = -7.24\text{ kJ/mol}$   
 $\therefore \Delta_r G_m^\theta < 0$   
 $\therefore$  有可能发生腐蚀。

(2) ----- -4



4. (10 分) 水蒸气迅速冷却至 298.15 K 时可达到过饱和状态。已知该温度下水的表面张力为  $71.97 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ , 密度为  $997 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。当过饱和水蒸气压力为平液面水的饱和蒸汽压的 4 倍时, 计算: (1) 开始形成水滴的半径 (2) 每个水滴中所含水分子的个数。

解: (1)  $\ln \frac{p_r}{p} = \frac{2\gamma M}{\rho r}$

$$r = \frac{2 \times 71.97 \times 10^{-3} \times 0.018}{997 \times 0.314 \times 2.98 \times 1.5 \ln 4} = 7.57 \times 10^{-10} \text{ m}$$

(2)  $V_{\text{水滴}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = 1.815 \times 10^{-27} \text{ m}^3$

$$N = nL = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 \rho}{M} \cdot L = 60 \text{ 个}$$

朱明

5. (10 分) 电池  $\text{Zn(s)} | \text{ZnCl}_2(0.555 \text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}) | \text{AgCl(s)} | \text{Ag(s)}$ 。在 298K 时  $E=1.015 \text{ V}$ 。已知

$$\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_p = -4.02 \times 10^{-4} \text{ V}\cdot\text{K}^{-1}, E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.763 \text{ V}, E^\circ(\text{AgCl}/\text{Ag}) = 0.222 \text{ V}$$

- (1) 写出电池反应 (两个电子得失) (2) 求反应的平衡常数 (3) 求  $\text{ZnCl}_2$  的  $\gamma_{\pm}$   
 (4) 若该反应在恒压反应釜中进行, 不做其他功, 求热效应是多少?  
 (5) 若反应在可逆电池中进行, 热效应是多少?

解: (1)  $\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$

$$2\text{AgCl} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag} + 2\text{Cl}^- \dots -1$$

(2)  $\ln K^\ominus = \frac{zE^\ominus F}{RT} = \frac{2 \times 0.985 \times 96500}{8.314 \times 298}$

$$\therefore K^\ominus = 1.7 \times 10^{11} \quad -1$$

(3)  $E = E^\ominus - \frac{RT}{zF} \ln a_{\text{ZnCl}_2}$

$$= E^\ominus - \frac{RT}{zF} \ln 4 \left(\gamma_{\pm} \frac{m}{m^\ominus}\right)^2$$

$$\therefore \gamma_{\pm} = 0.52$$

(4)  $Q_p = \Delta H = -219 \text{ kJ/mol}$

(5)  $Q = -219 \text{ kJ/mol} \quad \times \quad -2$

得分	评卷人	五、问答题 (共 10 分)
6	缪建文	

1. (10 分) 写出阿累尼乌斯公式并根据公式说明温度及活化能对反应速率常数的影响? 活化能  $E_a$  对基元反应和复杂反应有何不同?

答:  $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$

(1)  $T \uparrow, e^{-E_a/RT} \uparrow \therefore k \uparrow$

$E_a \uparrow, k \uparrow$

(3). 活化能  $E_a$  对两者均指活化分子的能量减去反应物分子能量, 区别在于一个适用于基元反应, 一个适用于总包反应

-4



## 学生期末考试试题参考答案及评分标准纸

课程名称	考试班级	考试标准用时	试卷代号
<p>参考答案及评分标准：</p> <p>一、选择题（2分/题，共20分）                      1、A, 2、C, 3、D, 4、C, 5、D, 6、B, 7、C, 8、B, 9、B, 10、D</p> <p>二、判断题（1分/题，共10分）                      1、×, 2、×, 3、×, 4、×, 5、√, 6、√, 7、√, 8、×, 9、×, 10、√</p> <p>三、填空题（2分/题，共10分）                      1. <math>\sum_B x_B dX_B = 0</math>    2. 50%    3. 30 KPa    4. 0.001    5. 成反比</p> <p>四、计算题（共50分）</p> <p>1、（10分）                      解：单原子理想气体：<math>C_{p,m}(A) = \frac{5}{2}R</math>, <math>C_{v,m}(A) = \frac{3}{2}R</math>                      双原子理想气体：<math>C_{p,m}(B) = \frac{7}{2}R</math>, <math>C_{v,m}(B) = \frac{5}{2}R</math>                      绝热恒压  <math>\Delta H = Q_p = 0</math> (2分)  <math>\Delta H = n_A C_{p,m}(A)(T - T_A) + n_B C_{p,m}(B)(T - T_B) = 0</math>  <math>2 \times \frac{5}{2}R(T - 273.15) + 5 \times \frac{7}{2}R(T - 373.15) = 0</math> (2分)  <math>T = 350.93K</math>  <math>\Delta U = n_A C_{v,m}(A)(T - T_A) + n_B C_{v,m}(B)(T - T_B)</math> (2分)  <math>= \left[ 2 \times \frac{3}{2} \times 8.314 \times (350.93 - 273.15) + 5 \times \frac{5}{2} \times 8.314 \times (350.93 - 373.15) \right] J</math> (2分)  <math>= -369.25J</math> (2分)  <math>W = \Delta U = -369.25J</math> (2分)</p> <p>2、（10分）                      解：                      1kg H<sub>2</sub>O(l)    (1)    1kg H<sub>2</sub>O(l)    (2)    1kg H<sub>2</sub>O(s)    (3)    1kg H<sub>2</sub>O(s)    (2分)                      268.15K    →    268.15K    →    268.15K    →    268.15K                      100 kPa       59.8 MPa       59.8 MPa       100 kPa</p> <p>1kg 水体积 <math>V_{(H_2O,l)} = \frac{1}{999.2} m^3 = 1.0008 \times 10^{-3} m^3</math>                      1kg 冰体积 <math>V_{(H_2O,s)} = \frac{1}{916.7} m^3 = 1.0909 \times 10^{-3} m^3</math>  <math>\Delta G_1 = \int_{p_1}^{p_2} V_{(H_2O,l)} dp = V_{(H_2O,l)}(p_2 - p_1)</math> (3分)  <math>= [1.0008 \times 10^{-3} \times (59.8 \times 10^6 - 100 \times 10^3)]</math>  <math>= 59.748 KJ</math>                      过程二的水的可逆相变过程 <math>\Delta G_2 = 0</math> (1分)  <math>\Delta G_3 = \int_{p_3}^{p_4} V_{(H_2O,s)} dp = V_{(H_2O,s)}(p_4 - p_3)</math> (3分)  <math>= [1.0909 \times 10^{-3} \times (100 \times 10^3 - 59.8 \times 10^6)]</math>  <math>= -65.125 KJ</math>  <math>\Delta G = \Delta G_1 + \Delta G_2 + \Delta G_3 = 59.748 - 65.125 = -5.377 kJ</math> (1分)</p>			
命题人	葛明	命题时间	2019.6.4
审核人	缪敏	审核时间	2019年6月5日



## 学生期末考试试题参考答案及评分标准纸

课程名称	考试班级	考试标准用时	试卷代号
<p><b>3、(10分)</b> 解： (1) <math>\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{Ag}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})</math>  <math>\Delta_r G_m^\ominus = \Delta_f G_m^\ominus(\text{Ag}_2\text{S}(\text{s})) - \Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2\text{S}(\text{g})) = [-40.26 + 33.02] \text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -7.24 \text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1}</math> (2分)  <math>\Delta_r G_m = \Delta_r G_m^\ominus + RT \ln Q_p = [-7.24 + 8.314 \times 10^{-3} \times 298 \ln(0.5 p^\ominus / 0.5 p^\ominus)] \text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -7.24 \text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1}</math> (2分)  <math>\Delta_r G_m &lt; 0</math> (2分)                      有可能被腐蚀，生成 <math>\text{Ag}_2\text{S}</math>                      (2) 设 <math>\text{H}_2\text{S}</math> 的百分数为 <math>x</math>, <math>\text{H}_2</math> 的为 <math>1-x</math>  <math>\Delta_r G = -7240 + 8.314 \times 298 \times \ln\{(1-x)p^\ominus / (xp^\ominus)\} &gt; 0</math> (4分)  <math>x &lt; 0.05149</math></p>			
<p><b>4、(10分)</b> 解： 1) <math>RT \ln \frac{p_r}{p} = \frac{2\gamma M}{\rho r}</math> (2分)  <math>r = \left( \frac{2 \times 71.97 \times 10^{-3} \times 0.018015}{997 \times 8.314 \times 298.15 \ln 4} \right) \text{m} = 7.569 \times 10^{-10} \text{m}</math> (3分)                      2) <math>V_{\text{水滴}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3.14 \times (7.569 \times 10^{-10})^3 = 1.815 \times 10^{-27} \text{m}^3</math> (2分)  <math>V_{\text{水分子}} = \frac{M}{\rho L} = \left( \frac{0.018015}{997 \times 6.022 \times 10^{23}} \right) = 3.00 \times 10^{-29} \text{m}^3</math> (2分)  <math>N = \frac{V_{\text{水滴}}}{V_{\text{水分子}}} = 61</math> (1分)</p>			
<p><b>5、(10分)</b> 解： (1) <math>\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{AgCl}(\text{s}) = 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{ZnCl}_2(0.555 \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})</math> (1分)                      (2) <math>\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K_a^\ominus = -zE^\ominus F</math>  <math>\ln K_a^\ominus = \frac{zE^\ominus F}{RT} = \frac{2 \times 0.985 \times 96500}{8.314 \times 298} \therefore K_a^\ominus = 2.10 \times 10^{33}</math> (2分)                      (3)  <math>E = E^\ominus - \frac{RT}{zF} \ln a_{\text{ZnCl}_2} = E^\ominus - \frac{RT}{2F} \ln(a_+ a_-)^3 = E^\ominus - \frac{RT}{2F} \ln 4(\gamma_\pm \frac{m}{m^\ominus})^3</math>  <math>1.015 = (0.222 + 0.763) - \frac{8.314 \times 298}{2 \times 96500} \ln(4\gamma_\pm^3 \times 0.555^3)</math> (3分)  <math>\therefore \gamma_\pm = 0.521</math>                      (4) <math>Q_p = \Delta_r H_m = -zEF + zFT \left( \frac{\partial E}{\partial T} \right)_p = -219.0 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}</math> (2分)                      (5) <math>Q_R = T\Delta S = zFT \left( \frac{\partial E}{\partial T} \right)_p = -23.12 \text{kJ}</math> (2分)</p>			
<p><b>五、问答题 (共 10 分)</b></p>			
<p>1、(10分) 答: <math>k = Ae^{-E_a/RT}</math> (2分), 根据公式温度增加, 反应速率常数增加; 活化能减小, 反应速率常数增加。(4分)                      基元反应中 <math>E_a</math> 的物理意义是活化分子的平均能量与反应物分子的平均能量之差。在复杂反应中, <math>E_a</math> 仅是各个基元反应活化能的代数和, 无明确的物理意义。(4分)</p>			
命题人	葛明	命题时间	2019年6月4日
审核人	缪建文	审核时间	2019年6月5日

