

2017 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 876 科目名称: 材料物理化学 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、判断题 (在答题纸上写清题号, 并用“×”表示错, “√”表示对) (每题 2 分, 共 22 分)

1. 体系在等压过程中从环境吸收的热量等于焓的增加量 ΔH 。
2. 纯液态物质的标准态就是温度为 T 及 100kPa 下的纯态。
3. 气体的标准态就是温度为 T 及压力为 100kPa 时的纯态。
4. 水的生成热就是氢气的燃烧热。
5. 对于大多数体系来说, 当温度升高时, 表面张力下降。
6. 体系表面积增大过程中得到的表面功等于吉布斯自由能的增加量。
7. 离子导体的电阻随着温度升高而升高; 电子导体则正好相反。
8. AlCl_3 水溶液的质量摩尔浓度若为 b , 则其离子强度 I 等于 $6b$ 。
9. 用 Λ_m 对 \sqrt{c} 作图外推的方法, 可以求得 HAc 的无限稀薄摩尔电导率。
10. 恒温、恒压下, $\Delta G > 0$ 的反应不能进行。
11. 一个化学反应的级数越大, 其反应速率也越大。

二、问答题 (每题 8 分, 共 48 分)

1、简单说明, 一定量理想气体(系统为封闭系统)的温度、热力学能和焓都有确定值的时候, 系统是否具有确定的状态?

2、理想气体恒温条件下反抗恒外压膨胀, 则下面两种说法:

(A) $\Delta H = \Delta U + \Delta(pV)$, $\Delta U = 0$, $\Delta(pV) = 0$, 故 $\Delta H = 0$

(B) $\Delta H = \Delta U + p\Delta V$, $\Delta U = 0$, $p\Delta V \neq 0$, 故 $\Delta H \neq 0$

哪个正确, 哪个错误? 为什么?

3、请分别指出, 进行下述过程时, 系统的 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 和 ΔG 中哪个(哪些)函数为零?

(1) 非理想气体的卡诺循环; (2) 隔离系统的任意过程;

(3) 在 100°C , p^\ominus 下 1mol 水蒸发成水蒸气; (4) 绝热可逆过程。

4、图 1 为 A-B 二元系相图, 图中 C、D 表示 A 与 B 所形成的两种化合物, 请指

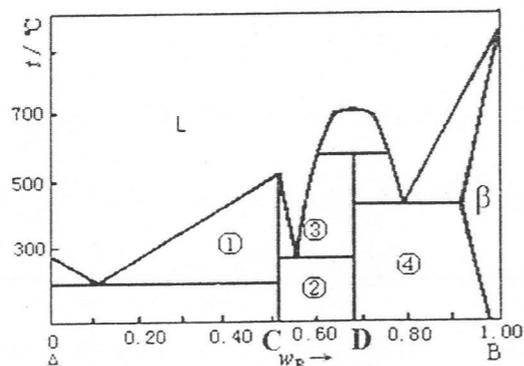


图1

出图中相区 ①~④中的平衡相:

5、关于化学反应, 试回答:

(1) “反应进度 $\xi = 1\text{mol}$ ”是什么意思?

(2) 反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 是什么意思? 它是否等于标准状态下的 $\Delta_r G_m$?

6、什么叫极化? 什么叫超电势? 由于超电势的存在, 阴极、阳极电极电势的变化有什么规律?

三、计算题 (每题 10 分, 共 50 分)

1、(10 分) 0°C 下, 压力为 $5 \times 10^5 \text{Pa}$, 体积 2dm^3 的 N_2 气体分别在以下条件下定温膨胀到压力为 10^5Pa :

(1) 可逆膨胀, (2) 外压恒定在 10^5Pa ,

试分别计算此两过程的 Q 、 W 、 ΔU 和 ΔH (设 N_2 为理想气体)。

2、(10 分) 固态氨和液态氨的蒸气压(分别用 p_s 和 p_l 表示)与绝对温度的函数关系如下:

$$\ln(p_s/\text{Pa}) = 27.92 - \frac{3754}{T/\text{K}} \quad \ln(p_l/\text{Pa}) = 24.38 - \frac{3063}{T/\text{K}}$$

试求 (1) 氨的三相点的温度和压力;

(2) 氨的气化热 $\Delta_{\text{vap}}H_m$ 、升华热 $\Delta_{\text{sub}}H_m$ 和熔化热 $\Delta_{\text{fus}}H_m$ 。

3、(10 分) 在 25°C 附近, 电池 $\text{Hg}|\text{Hg}_2\text{Br}_2(\text{s})|\text{Br}^-|\text{AgBr}(\text{s})|\text{Ag}$ 的电动势与温度的关系为: $E = [-68.04 - 0.312 \times (t/^\circ\text{C} - 25)] \text{mV}$, 试写出通电量 $2F$ 时, 电池反应的 $\Delta_r G_m$ 、 $\Delta_r H_m$ 和 $\Delta_r S_m$ 。

4、(10 分) 已知反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 及 $\Delta_r S_m^\ominus$ 分别为 $180.50 \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 与 $24.8 \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$, 并且设其不随温度变化。计算:

(1) 当反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 为 $125.52 \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 时, 反应的温度为多少?

(2) 当温度为 2300K 时, 由等摩尔量的 $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 开始按上述反应式进行反应, 达到平衡时 N_2 的转化率为多少?

5、(10 分) 298K 时摩尔浓度为 c_B 的稀水溶液, 测得渗透压为 $1.38 \times 10^6 \text{Pa}$, 求:

(1) 该溶液中物质 B 的摩尔分数 c_B 为多少?

(2) 该溶液的沸点比水的沸点高多少?

已知水的摩尔蒸发焓 $\Delta_{\text{vap}}H_m(\text{H}_2\text{O}) = 40.63 \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 纯水正常沸点 373K 。

四、证明题 (每题 15 分, 共 30 分)

1、(15 分) 求证: $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_p = T - \frac{Tp}{C_p} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$

2、(15 分) 求证: (1) $dU = C_v dT + \left[T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v - p\right] dV$

(2) $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U = \frac{1}{C_v} \left[p - T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v\right]$