

常州大学

2020 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 820 科目名称: 物理化学 满分: 150 分

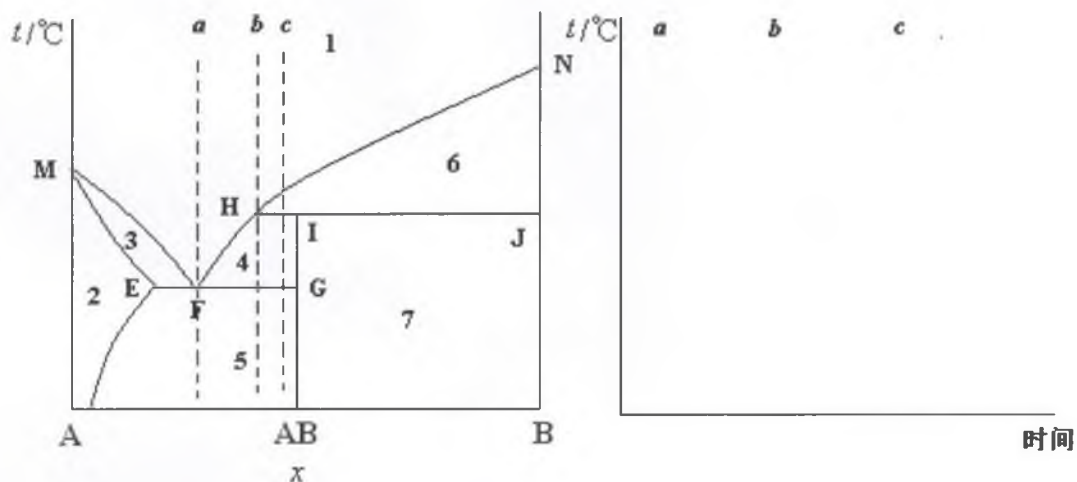
注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、简答题 (共 10 题, 每题 4 分, 共计 40 分)

- 1、400 K、10 kPa 的氮气和 300 K、100 kPa 的氧气, 哪个更接近于理想气体? 请说明理由。
- 2、1 mol 某气体由 300 K、200 kPa 经恒定外压 100 kPa 绝热膨胀至平衡, 此过程是否可逆? 为什么?
- 3、一工作在 500 K 和 300 K 热源间的卡诺热机的效率为多少? 如何提高该热机的效率?
- 4、-10 °C、101.325 kPa 的过冷水凝结为同温同压下的冰, 此过程显然是自发的, 但过程的熵差却是小于 0 的, 这和熵增原理是否相矛盾? 为什么?
- 5、往水中加入适量的食盐, 水的凝固点将发生何种变化?
- 6、合成氨反应是放热且气体分子数减少的反应, 如何通过控制温度及压力来提高氨的平衡产率?
- 7、蔗糖转化实验测的是不同时刻反应系统的旋光度还是电导率? 用的是什么仪器?
- 8、将一小水滴分散为 1000 个大小相同的微小水滴, 表面积将增加多少倍? 若过程中表面张力不变, 那么表面吉布斯函数将增加多少倍?
- 9、将稀的 KBr 溶液滴加进稀的 AgNO₃ 溶液 (AgNO₃ 过量) 可以制备 AgBr 溶胶。试写出此条件下制备得到的 AgBr 溶胶的胶团结构, 并指出哪部分为胶粒, 带什么电?
- 10、简述一级反应的动力学特征 (要求说出 4 条中的任意 3 条)。

二、相图分析题 (共 1 题, 每题 10 分, 共计 10 分)

常压下, 金属 A 和 B 能形成一种不稳定化合物 AB, 其二组分合金系统相图及 7 个区域和相关点如左下图所示:



(1) 请填下表 (按顺序(1)→(12)写在答题纸上):

区域、点或线	区 1	区 2	区 3	区 7	线 HIJ	点 N
平衡共存相态	(1)	(3)	(5)	(7)	(9)	(11)
条件自由度 f	(2)	(4)	(6)	(8)	(10)	(12)

(2) 分别绘出从 a 、 b 、 c 系统点出发的步冷曲线 (绘制在答题纸上);

三、推导题 (共 1 题, 每题 10 分, 共计 10 分)

试从热力学基本方程式及热容定义式出发, 证明以下两个关系式:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V = \frac{C_V}{T}, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \frac{C_P}{T}$$

四、计算题 (共 7 题, 每题 10-16 分, 共计 90 分)

1、(16 分) 1 mol 单原子理想气体, 从 300 K、100 kPa 始态出发, 先在恒温条件下, 可逆压缩到 200 kPa; 再在恒压条件下加热至温度为 400 K 的末态。试绘出状态变化图 (方框图), 求末态体积以及整个过程的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 和 ΔS ($C_{p,m} = 5/2R$)。

2、(10 分) 常压下冰的熔点为 0°C , 比定压热容为 $c_p(\text{s}) = 2.000 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, 比熔化焓 $\Delta_{\text{fus}}h = 333.3 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$; 水的比定压热容为 $c_p(\text{l}) = 4.184 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。现将 0.5 kg、 30°C 的水和 0.5 kg、 -10°C 的冰在绝热容器中混合, 求系统达到平衡后的温度以及冰熔化的质量。

- 3、 (14分) 现有一气相反应 $\text{COCl}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 。已知在 373 K 下, 反应的 $K^\ominus = 8.10 \times 10^{-9}$, $\Delta_r S_m^\ominus = 125.6 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。试计算:
- (1) 373 K 总压为 100 kPa 时 $\text{COCl}_2(\text{g})$ 的解离度;
 - (2) 373 K 下反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 和 $\Delta_r H_m^\ominus$;
 - (3) 总压为 100 kPa, $\text{COCl}_2(\text{g})$ 的解离度为 0.05% 时的温度。设 $\Delta_r S_m^\ominus$ 和 $\Delta_r H_m^\ominus$ 为常数。
- 4、 (12分) 100 °C 时, 纯 CCl_4 及纯 SnCl_4 的蒸气压分别为 $1.933 \times 10^5 \text{ Pa}$ 及 $0.666 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。这两种液体可形成理想液态混合物。假定以某种配比混合成的这种液态混合物, 在外压力为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的条件下, 加热到 100 °C 时开始沸腾。计算:
- (1) 该液态混合物的液相组成 x_B ;
 - (2) 沸腾时的气相组成 y_B 。
- 5、 (10分) 200 °C 时测定 O_2 在某催化剂上的吸附作用, 当平衡压力为 0.1 MPa 及 1 MPa 时, 1 g 催化剂吸附 O_2 的量分别为 2.5 cm^3 及 4.2 cm^3 (标准状况 STP)。设吸附作用服从朗格缪尔等温式, 试计算:
- (1) 吸附平衡常数 b (以 MPa^{-1} 为单位);
 - (2) 当 O_2 的吸附量为饱和吸附量的一半时, 平衡压力为多少?
- 6、 (14分) 电池 $\text{Pt} | \text{H}_2(p^\ominus) | \text{HBr}(a_{\text{HBr}} = 1.0) | \text{AgBr}(\text{s}) | \text{Ag}$ 在 25 °C 时其电动势 $E = 0.0713 \text{ V}$, 当电池可逆放电 $2 \text{ mol } F$ 电量时, 电池反应 $\Delta_r H_m^\ominus = -42.45 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- (1) 写出上述电池的两电极反应及电池反应;
 - (2) 求上述电池在 25 °C 时电池的标准电动势 E^\ominus 以及电池反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$;
 - (3) 求溴化银电极的标准电极电势 $E^\ominus(\text{Br}^- | \text{AgBr} | \text{Ag})$;
 - (4) 求上述电池电动势的温度系数。
- 7、 (14分) 利用反应动力学计算可以预测一定温度下某反应在不同时刻的转化率。现已知某气相反应 $\text{A} \rightarrow \text{B}$, 在一定温度范围 250~500 K 内, 其速率常数与温度的关系式为:
- $$\lg(k/[\text{min}^{-1}]) = -4000[\text{K}]/T + 7.0$$
- (1) 计算该反应的活化能 E_a 和指前因子 A , 并指明反应级数;
 - (2) 试求 $T = 400 \text{ K}$ 时的速率常数 k , 以及反应进行 100 min 时反应物 A 的转化率;
 - (3) 求需控制多高的反应温度, 才能使 5 h 时 A 的转化率为 50%?