

安徽师范大学

2020 年硕士研究生招生考试初试试题

科目代码: 911

科目名称: 物理化学

备注: 本科目可使用无字典、存储和编程功能的电子计算器

一、单项选择题 (每小题 3 分, 共 30 分)

- 1、在 N_2 和 O_2 混合气体的绝热可逆压缩过程中, 体系的热力学函数变化值在下列结论中正确的是 ()
A、 $\Delta U=0$ B、 $\Delta A=0$ C、 $\Delta S=0$ D、 $\Delta G=0$
- 2、实际气体进行绝热自由膨胀, ΔU 和 ΔS 的变化为 ()
A、 $\Delta U=0, \Delta S=0$ B、 $\Delta U<0, \Delta S<0$
C、 $\Delta U=0, \Delta S>0$ D、 $\Delta U>0, \Delta S>0$
- 3、范德华气体绝热向真空膨胀后, 气体的温度 ()
A、上升 B、下降 C、不变 D、无法确定
- 4、已知 p^θ 下, 乙醇水溶液的最低恒沸点为 78.13°C , 乙醇质量百分含量为 95.57%, 现用 10% 的乙醇水溶液进行分馏, 能够得到 ()
A、纯水和纯乙醇 B、纯水和恒沸混合物
C、纯乙醇和恒沸混合物 D、恒沸混合物和浓度小于 99.5% 的乙醇
- 5、某双原子分子 AB 取振动基态能量为零, 在温度 T 时的振动配分函数为 2.0, 则粒子分布在基态上的分布分数 N_0/N 应为 ()
A、2.0 B、0 C、1 D、1/2
- 6、下列诸说法正确的是 ()
(1) 溶液的化学势等于溶液中各组分的化学势之和。
(2) 对于纯组分, 则化学势等于其 Gibbs 自由能。
(3) 理想液态混合物各组分在其全部浓度范围内服从 Henry 定律。
(4) 理想液态混合物各组分在其全部浓度范围内服从 Raoult 定律。
A、(1), (2) B、(2), (3) C、(2), (4) D、(3), (4)
- 7、在 298 K 无限稀释的水溶液中, 下列离子摩尔电导率最大的是 ()
A、 La^{3+} B、 Mg^{2+} C、 NH_4^+ D、 H^+

- 8、反应 $\text{Zn(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{p})$ 在 298 K 和 p 压力下，反应的热力学函数变化值分别为 $\Delta_r H_m(1)$, $\Delta_r S_m(1)$ 和 Q_1 ；若将反应设计成可逆电池，在同温同压下，反应进度与上相同，这时各变化值分别为 $\Delta_r H_m(2)$, $\Delta_r S_m(2)$ 和 Q_2 。则其间关系为 ()
- A、 $\Delta_r H_m(1) \neq \Delta_r H_m(2)$, $\Delta_r S_m(1) = \Delta_r S_m(2)$, $Q_1 = Q_2$
- B、 $\Delta_r H_m(1) = \Delta_r H_m(2)$, $\Delta_r S_m(1) \neq \Delta_r S_m(2)$, $Q_1 = Q_2$
- C、 $\Delta_r H_m(1) = \Delta_r H_m(2)$, $\Delta_r S_m(1) = \Delta_r S_m(2)$, $Q_1 \neq Q_2$
- D、 $\Delta_r H_m(1) = \Delta_r H_m(2)$, $\Delta_r S_m(1) = \Delta_r S_m(2)$, $Q_1 = Q_2$
- 9、有关绝对反应速率理论的叙述中，不正确的是 ()
- A、反应分子组实际经历途径中每个状态的能量都是最低
- B、势能垒是活化络合物分子在马鞍点的能量与反应物分子的平均能量之差
- C、活化络合物在马鞍点的能量最高
- D、反应分子组越过马鞍点后可能返回始态
- 10、表面活性剂具有增溶作用，对增溶作用说法不正确的是 ()
- A、增溶作用可以使被溶物的化学势大大降低
- B、增溶作用是一个可逆的平衡过程
- C、增溶作用也就是溶解作用
- D、增溶作用与乳化作用不同

二、填空题（每空 2 分，共 20 分）

- 1、完全互溶的二组分溶液，在 $x_B = 0.6$ 处平衡蒸气压有最高值，那么组成 $x_B = 0.4$ 的溶液在气-液平衡时， $x_B(\text{g})$, $x_B(\text{l})$, $x_B(\text{总})$ 的大小顺序为_____；将 $x_B = 0.4$ 的溶液进行精馏，塔顶将得到_____。
- 2、有理想气体反应： $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) = \text{C}(\text{g})$ 达到平衡。当温度不变时，增大压力则反应平衡常数 K^θ _____(填增大、减小或不变)，平衡将_____移动(填向左、向右或不变)。
- 3、含有某非挥发性溶质的水的稀溶液，在 271K 时凝固，水的 K_f 为 $1.86 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 K_b 为 $0.52 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，该溶液的正常沸点为_____，298.15K 时的渗透压为_____。
- 4、在恒温恒压下，将一液体分散成小颗粒液滴，该过程液体是吸热还是放热？_____；多孔硅胶有强的吸水性能，硅胶吸水后表面吉布斯自由能将_____。

5、极化是电极电位偏离平衡电位或静止电位的现象，由于发生极化现象，电池实际工作时的输出电压 _____ 其可逆电池的电动势。而在电化学实验过程中的搅拌措施是为了尽量消除 _____ 极化。

三、计算及证明题（共 9 题，共 100 分）

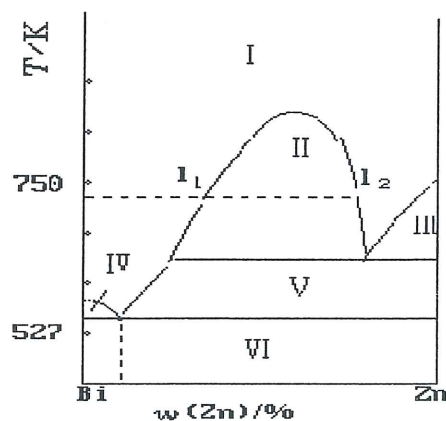
1、（10 分）证明： $\left(\frac{\partial C_p}{\partial p}\right)_T = -T\left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}\right)_p$

2、（10 分）Bi-Zn 相图如下图所示，由相图说明：

（1）各相区存在的相态；

（2）527 K 时，固相 Bi 与 13% Zn 的熔液达平衡，若以纯固态 Bi 为标准态，计算熔液中 Bi 的活度；

相区	I	II	III	IV	V
相态					
自由度 f^*	不填			不填	不填



3、（10 分）在 25°C，将 1 mol 氧气(理想气体)从 10^5 Pa 自始至终用 6×10^5 Pa 的外压恒温压缩至 6×10^5 Pa，求此过程的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔA 和 ΔG 。

4、（10 分）已知 N_2 分子的转动特征温度为 2.86K，用统计力学方法计算在 298 K，101325 Pa 下，1 mol N_2 分子气体的 q_r 和下列转动热力学函数： U_r 、 $C_{V,r}$ 、 S_r 。

5、（10 分）乙烯水合反应 $C_2H_4 + H_2O = C_2H_5OH$ 的 $\Delta_r G_m^\theta$ 服从下式：

$$\Delta_r G_m^\theta / J \cdot mol^{-1} = -3.47 \times 10^4 + 26.4T / K \times \ln T / K + 45.2T / K$$

求：（1）导出标准反应热 $\Delta_r H_m^\theta$ 与温度的关系式；

（2）求 573K 时的 K^θ ；

（3）573K 时的反应熵变 $\Delta_r S_m^\theta$ 。

6、(10 分) 298 K 时, 有一浓度为 x_B 的稀水溶液, 测得渗透压为 1.38×10^6 Pa, 试求:

- (1) 该溶液中物质 B 的浓度 x_B 为多少?
- (2) 该溶液的沸点升高值为多少?
- (3) 从大量的该溶液中取出 1mol 水来放到纯水中, 需做功多少?

已知水的摩尔蒸发焓 $\Delta_{\text{vap}}H_m^\ominus = 40.63 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 纯水的正常沸点为 373 K。

7、(15 分) 电池: $\text{Cu(s)}|\text{Cu}(\text{Ac})_2(0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1})|\text{AgAc(s)}|\text{Ag(s)}$, 已知 298K 时电池的电动势 $E(298\text{K})=0.372\text{V}$, 308K 时 $E(308\text{K})=0.374\text{V}$, 设电动势 E 随温度的变化是均匀的, 又 $\varphi^\ominus(\text{Ag}^+|\text{Ag})=0.799\text{V}$, $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu})=0.337\text{V}$, 设活度系数均为 1, 求:

- (1) 写出电极反应和电池反应;
- (2) 当电池可逆地输出 2mol 电子的电荷量时, 求电池反应在 298K 时的 $\Delta_r G_m$ 和 $\Delta_r S_m$;
- (3) 求 298K 时的 $\varphi^\ominus(\text{Ac}^-|\text{AgAc}|\text{Ag})$;
- (4) 求醋酸银 AgAc(s) 的溶度积 K_{sp}^\ominus 。

8、(10 分) 水蒸气骤冷会发生过饱和现象。在夏天的乌云中, 用飞机喷洒干冰微粒, 使气温骤降至 298K, 水蒸气的过饱和度(p/p_s)达到 4。已知在 298K 时, 水的表面张力为 $0.072\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$, 密度为 $997\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 试计算:

- (1) 在此时开始形成雨滴的半径;
- (2) 每个雨滴中所含水分子的个数。

9、(15 分) $\text{N}_2\text{O(g)}$ 的热分解反应为 $2\text{N}_2\text{O(g)}=2\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})$, 在一定温度下, 反应的半衰期与初始压力成反比。在 970K 时, $\text{N}_2\text{O(g)}$ 的初始压力为 39.2 kPa, 测得半衰期为 1529 s, 在 1030 K 时, $\text{N}_2\text{O(g)}$ 的初始压力为 48.0 kPa, 测得半衰期为 212s。

- (1) 判断该反应的级数;
- (2) 计算两个温度下的速率常数 $k(\text{N}_2\text{O})$;
- (3) 求反应的实验活化能;
- (4) 在 1030 K, 当 $\text{N}_2\text{O(g)}$ 的初始压力为 53.3kPa 时, 计算总压达到 64.0 kPa 所需的时间。