

# 扬州大学

## 2020 年硕士研究生招生考试初试试题 ( A 卷)

科目代码 **826** 科目名称 **物理化学(工学)**

满分 **150**

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、填空题(每空 2 分, 共 15 空格, 共计 30 分, 答题时写上空格编号与答案)

1. 系统与环境之间既有物质交换, 又有能量交换, 该系统称为 (1)。
2. 理想气体在绝热条件下向真空膨胀, 则系统的熵值将 (2) (填减小、增加或不变)。
3. 在 273 K 时, 将一个  $22.4 \text{ dm}^3$  的盒子用隔板一分为二, 一方放  $0.5 \text{ mol O}_2$ , 另一方放  $0.5 \text{ mol N}_2$ , 当抽去隔板后, 两种气体混合过程的熵变为 (3)。
4. 非理想的二组分液态混合物对 Raoult 定律产生较大的负偏差, 则在  $T-x$  图产生 (4) (填最高点或最低点)。
5. 当把  $0.1758 \text{ g}$  某不挥发未知物溶于  $20 \text{ cm}^3$  苯时, 苯的沸点升高  $0.450 \text{ }^\circ\text{C}$ , 设苯的沸点升高常数为  $2.67 \text{ K}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{kg}$ , 苯的比重为  $0.879 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。该物质的分子量为 (5) ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )。
6. 二组分系统中, 系统的自由度最大是 (6), 最小是 (7)。
7. 在外加电场作用下, 带电的介质通过多孔膜作定向移动, 这种现象称为 (8)。
8. 已知在某温度下水银的表面张力为  $0.48 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ , 水银的密度为  $13.5\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , 重力加速度  $g=9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ 。将内径为  $1.0\times 10^{-4} \text{ m}$  的毛细管插入水银中, 管内液面将下降 (9) (设接触角近似等于  $180^\circ$ )。
9. 用等体积的  $2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的 KI 溶液与  $1.6 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液相混合的方法制得 AgI 溶胶, 试写出该溶胶的胶团结构 (10)。三种电解质  $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{MgSO}_4$  和  $\text{FeCl}_3$  对该溶胶的聚沉能力由大到小的顺序 (11)。
10. 可逆电池的测定实验中, 常用的参比电极有 (12) 等, 采用盐桥的目的是为了 (13)。
11. 零级反应速率常数  $k$  的单位是 (14), 一级反应的半衰期与反应物起始浓度 (15) (填成正比、成反比或无关)。

### 二、单项选择题(每小题 2 分, 共 10 小题, 共计 20 分)

1. 利用节流膨胀致冷的控制条件是

(A)  $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H > 0$  (B)  $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H < 0$

(C)  $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = 0$  (D) 只考虑能否完全绝热

2. 下列函数中属于强度性质的是

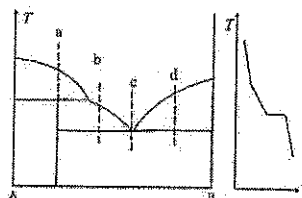
(A)  $S$  (B)  $H$  (C)  $\left(\frac{\partial A}{\partial n_B}\right)_{T,V,n_c}$  (D)  $G$

3. 由热的定义可知, 热
- (A) 不是系统的性质, 也不是系统的状态函数  
 (B) 不是系统的性质, 是系统的状态函数  
 (C) 是系统的性质, 不是系统的状态函数  
 (D) 是系统的性质, 也是系统的状态函数
4. 已知在 269.25K 时冰的蒸气压为 3.37 mHg, 水的蒸气压为 3.508 mmHg, 此时的化学势应当是

(A)  $\mu(\text{水}) < \mu(\text{冰})$  (B)  $\mu(\text{水}) > \mu(\text{冰})$  (C)  $\mu(\text{水}) = \mu(\text{冰})$  (D) 无法确定

5. 如右图, 对于右边的步冷曲线对应的不可能是哪个物系点的冷却过程

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



6. 相同温度下, 均为无限稀释的 HCl、KCl、CaCl<sub>2</sub> 三种溶液, 下列说法中不正确的是

(A) Cl<sup>-</sup>离子的淌度都相同 (B) Cl<sup>-</sup>离子的迁移数都相同  
 (C) Cl<sup>-</sup>离子的摩尔电导都相同 (D) Cl<sup>-</sup>离子的迁移速率不一定相同

7. 质量摩尔浓度为  $m$  的 Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 溶液, 平均活度系数为  $\gamma_{\pm}$ , 则 Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 溶液的活度是

(A)  $a = 27\gamma_{\pm}^4 m^4$  (B)  $a = 4\gamma_{\pm}^4 \left(\frac{m}{m^{\ominus}}\right)^4$  (C)  $a = \gamma_{\pm}^4 \left(\frac{m}{m^{\ominus}}\right)^4$  (D)  $a = 27\gamma_{\pm}^4 \left(\frac{m}{m^{\ominus}}\right)^4$

8. 某单一反应物反应了 8/9 所需时间是反应了 4/5 所需时间的 2 倍, 则该反应的级数为

(A) 零级 (B) 一级 (C) 二级 (D) 三级

9. 直径为  $1 \times 10^{-2}$  m 的球形肥皂泡所受的附加压力为 (已知表面张力为  $0.025 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ )

(A) 5 Pa (B) 10 Pa (C) 15 Pa (D) 20 Pa

10. 对于电动电位即  $\zeta$  电位的描述, 哪一点是不正确的

(A) 当双电层被压缩到溶剂化层相合时,  $\zeta$  电位为零  
 (B)  $\zeta$  电位的绝对值总是大于热力学电位  
 (C)  $\zeta$  电位的值易随少量外加电解质而变化  
 (D)  $\zeta$  电位表示了胶粒溶剂化层界面到均匀液相内的电位

### 三、简答题 (每小题 8 分, 共 5 小题, 共计 40 分)

- 简述稀溶液的依数性质, 稀溶液的依数性的具体表现有哪些?
- 简述 Faraday 电解定律的基本内容。
- 简述水的三相点与冰点的区别。
- 简述人工降雨的原理。
- 在制备高浓度的、稳定的乳状液需要加入一种物质作为稳定剂, 这种物质叫什么? 它的作用是什么? 有几种类型, 分别是什么?

**四、计算题(每小题 10 分, 共 6 小题, 共计 60 分)**

1. 将  $1 \times 10^{-3}$  kg, 373 K, 101.325 kPa 的水经下列两种不同过程汽化为 373 K, 101.325 kPa 的水蒸气, 求不同过程的  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$  值。已知水的汽化热为  $2259 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

- (1) 在 373 K, 101.325 kPa 下进行等温等压汽化。
- (2) 分两步进行, 先在恒外压 50.66 kPa 下, 恒温汽化为水蒸气, 然后再可逆加压成 373 K, 101.325 kPa 的水蒸气。

2. 将 1 mol 苯  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$  在正常沸点 353 K 和 101.325 kPa 压力下, 向真空蒸发为同温、同压的蒸气, 已知在该条件下, 苯的摩尔汽化焓  $\Delta_{\text{vap}}H_{\text{m}} = 30.77 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 设气体为理想气体。试求: (1) 该过程的  $Q$  和  $W$ ; (2) 苯的摩尔汽化熵  $\Delta_{\text{vap}}S_{\text{m}}$  和摩尔汽化 Gibbs 自由能  $\Delta_{\text{vap}}G_{\text{m}}$ ; (3) 环境的熵变  $\Delta S$ ; (4) 根据计算结果, 判断上述过程的可逆性。

3. 银可能受到  $\text{H}_2\text{S}$  气体的腐蚀而发生下列反应:  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2 \text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$  已知在 298 K 和 100 kPa 压力下,  $\text{Ag}_2\text{S}(\text{s})$  和  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  的标准摩尔生成 Gibbs 自由能  $\Delta_{\text{f}}G_{\text{m}}^\ominus$  分别为  $-40.26 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  和  $-33.02 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。试问: 在 298 K 和 100 kPa 压力下,

- (1) 在  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  和  $\text{H}_2(\text{g})$  等体积的混合气体中, Ag 是否会被腐蚀生成  $\text{Ag}_2\text{S}(\text{s})$ ?
- (2) 在  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  和  $\text{H}_2(\text{g})$  的混合气体中,  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  的摩尔分数低于多少时便不至于使 Ag 发生腐蚀?

4. 有如下电池:  $\text{Cu}(\text{s}) | \text{Cu}(\text{Ac})_2(0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{AgAc}(\text{s}) | \text{Ag}(\text{s})$   
 已知 298K 时, 该电池的电动势  $E(298\text{K})=0.372 \text{ V}$ , 温度为 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。又知 298K 时,  $\varphi_{\text{Ag}^+|\text{Ag}}^\ominus = 0.799 \text{ V}$ ,  $\varphi_{\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}}^\ominus = 0.337 \text{ V}$ 。

- (1) 写出电极反应和电池反应。
- (2) 当电池在 298K 时, 可逆地输出 2 mol 电子的电荷量, 求电池反应的  $\Delta_{\text{r}}G_{\text{m}}$ ,  $\Delta_{\text{r}}H_{\text{m}}$ ,  $\Delta_{\text{r}}S_{\text{m}}$ 。
- (3) 求醋酸银  $\text{AgAc}(\text{s})$  的活度积  $K_{\text{sp}}$  (设活度因子均为 1)。

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

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

6. 在某一温度下, 铜粉对氢气的吸附是单分子层吸附, 服从朗缪尔(Langmuir)吸附等温式, 其具体形式为  $V = \frac{1.36p}{0.5+p}$ , 式中  $V$  是铜粉对氢气的吸附量 (标准状况下  $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ ),  $p$  是氢气的压力。求该温度下表面上吸满单分子层时, 1 g 铜粉吸附氢气分子的个数。

