

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 dm^3 的盒子用隔板一分为二, 一方放 0.5 mol O_2 , 另一方放 0.5 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 g 某不挥发未知物溶于 20 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°)。
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 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 NaNO_3 、 MgSO_4 和 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

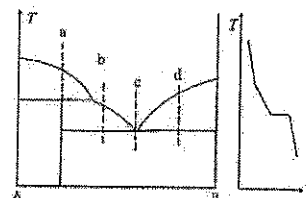
(A) S (B) H (C) $\left(\frac{\partial A}{\partial n_B}\right)_{T,V,n_c}$ (D) G

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、CaCl₂ 三种溶液, 下列说法中不正确的是
- (A) Cl⁻离子的淌度都相同 (B) Cl⁻离子的迁移数都相同
 (C) Cl⁻离子的摩尔电导都相同 (D) Cl⁻离子的迁移速率不一定相同
7. 质量摩尔浓度为 m 的 Na₃PO₄ 溶液, 平均活度系数为 γ_{\pm} , 则 Na₃PO₄ 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 1×10^{-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 ζ 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, ζ 电位为零
 (B) ζ 电位的绝对值总是大于热力学电位
 (C) ζ 电位的值易随少量外加电解质而变化
 (D) ζ 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 1×10^{-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 , ΔU , ΔH 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 ΔS ; (4) 根据计算结果, 判断上述过程的可逆性。

3. 银可能受到 H_2S 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_{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。

