

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: 825 科目名称: 物理化学(理) 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! ④考生可使用计算器

一、填空题(每空2分, 共10空, 20分)

- 液体A和B形成蒸气压正偏差很大的溶液, 该溶液蒸馏时最终气相馏分可得_____, 液相馏分可得_____。
- 有电池 $\text{Pb} / \text{H}_2\text{SO}_4(\text{m}) / \text{PbO}_2$, 作为原电池时, 负极是_____, 正极是_____; 作为电解池时, 阳极是_____, 阴极是_____。
- 一般的化学反应不能进行到底的原因是_____。
- 纯液体可以通过缩小表面积来降低表面能以达到稳定状态, 液滴、气泡都呈球状; 溶液除收缩表面积外, 还可调节_____以降低表面能; 固体主要通过_____来降低表面能。
- 测定物质燃烧热一般是在氧弹式量计中进行, 此时反应的热效应 $Q_V = \Delta U$, 则此燃烧反应的焓变 ΔH 和 Q_V 的关系是_____。

二、选择题(每题2分, 共15题, 30分)

- n mol 理想气体, 分别经: (1) 等压过程, (2) 可逆等温过程, (3) 可逆绝热过程, 使其体积增大一倍下列结论不正确的是: () 通过改变浓度、链长、温度和头基可形成结构形貌丰富多样的手性自组装
(A) $(\Delta T)_p > 0, (\Delta T)_A < 0$; (B) $W_p < W_T < W_A$; (C) $Q_p > Q_T > Q_A$; (D) $(\Delta T)_p < 0, (\Delta T)_A > 0$
- 下列诸式正确的是: ()
(A) $G = \sum_i n_i G_i, G_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T, P, n_j}$; (B) $F = \sum_i n_i F_i, F_i = \left(\frac{\partial F}{\partial n_i}\right)_{T, V, n_j}$
(C) $H = \sum_i n_i H_i, H_i = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{S, P, n_j}$ (D) $S = \sum_i n_i S_i, S_i = \left(\frac{\partial S}{\partial n_i}\right)_{S, V, n_j}$
- 理想气体与温度为 T 的大热源接触作等温膨胀, 吸热 Q , 所作的功是变到相同终态的最大功的 20%, 则体系的熵变为: ()
(A) Q/T (B) 0 (C) $5Q/T$ (D) $-Q/T$
- 由A与B两物质组成的 1mol 溶液, 体积为 0.10 dm^3 , 当 $x_A = 0.80$ 时, A 的偏摩尔体积 $V_A = 0.090 \text{ dm}^3/\text{mol}$, 则 V_B 等于 ():
(A) $0.14 \text{ dm}^3/\text{mol}$ (B) $0.072 \text{ dm}^3/\text{mol}$ (C) $0.028 \text{ dm}^3/\text{mol}$ (D) $0.010 \text{ dm}^3/\text{mol}$
- 质量摩尔浓度凝固点降低常数 K_f , 其值决定于: ()
(A) 溶剂的本性 (B) 溶质的本性 (C) 溶液的浓度 (D) 温度
- 273K, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的平衡压力下的氧气 ($M_r = 32$) 在水中的溶解度为 $6.40 \times 10^{-3} \text{ g}/100 \text{ g}$ 水, 则此条件

下氧气服从公式 $P = k_m m$ 的 Henry 常数 k_m 为: ()

- (A) $2.8 \times 10^9 \text{ Pa}$ (B) $5.065 \times 10^7 \text{ Pa mol}^{-1} \text{ kg}$ (C) 20.26 Pa (D) $5.065 \times 10^8 \text{ Pa mol}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

7. 将 $1 \text{ mol C}_2\text{H}_5 \text{ Br}(l)$ 与 $2 \text{ mol C}_2\text{H}_5 \text{ I}(l)$ 在带有活塞的容器内混合得到理想溶液, 让溶液在 40°C 时尽量发到剩下最后一滴, 此时 $\text{C}_2\text{H}_5 \text{ Br}(l)$ 和 $\text{C}_2\text{H}_5 \text{ I}(l)$ 的摩尔数之比为(在 40°C 时 $P(\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}) = 762 \text{ mmHg}$, $P(\text{C}_2\text{H}_5\text{I}) = 252 \text{ mmHg}$): ()

- (A) 1:6 (B) 1:4 (C) 4:1 (D) 6:1

8. 在 25°C 、 101325 Pa 下, 反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 有: ()

- (A) $K_p = K_c$; (B) $K_p > K_c$; (C) $K_p < K_c$; (D) $K_p = K_x$

9. 液态甲醇的标准生成自由能为 -166.4 KJ/mol , 已知甲醇在 298 K 时饱和蒸气压是 0.1613 atm , 假设气体为理想气体, 则甲醇蒸气的标准自由能为: ()

- (A) -166.4 KJ/mol (B) 166.4 KJ/mol (C) -161.92 KJ/mol (D) 161.92 KJ/mol

10. 将一个透明容器抽成真空, 放入固体碘。当温度为 50°C 时, 可见到明显的碘升华现象, 有淡紫色气体出现。若维持温度不变。向容器中充入氖气使之压力达到 100 P^\ominus 时, 将看到容器中: ()

- (A) 紫色变深 (B) 紫色变浅 (C) 颜色不变 (D) 有液态碘出现

11. $\text{CaCO}_3(s)$ 在高温下分解为 $\text{CaO}(s)$ 和 $\text{CO}_2(g)$, 在定压力的 CO_2 气中加热 $\text{CaCO}_3(s)$, 下列哪种说法是正确的: ()

- (A) 温度不变, $\text{CaCO}_3(s)$ 也不会分解 (B) 温度在一定范围内升高, $\text{CaCO}_3(s)$ 也不会分解
(C) 温度在一定范围内升高, $\text{CaCO}_3(s)$ 分解 (D) $\text{CaCO}_3(s)$ 分解, 温度下降

12. 设 NH_3 在 W 上的吸附性很强, 且表面反应为控制步骤, 则 NH_3 在 W 上的分解为: ()

- (A) 一级反应 (B) 二级反应 (C) 零级反应 (D) 分数级反应

13. $\text{AgCl}(s)$ 在下述情况下溶解度最大的是: ()

- (A) $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 NaNO_3 ; (B) $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 NaCl ;
(C) 蒸馏水 (D) $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

14. 对液体中的汽泡而言, 设 P 为汽泡内液体的饱和蒸气压, r 为汽泡的曲率半径, 则: ()

- (A) r 值减小, P 不变 (B) r 值减小, P 减小
(C) r 值增加, P 增加 (D) r 值增加, P 减小

15. 反应 $\text{Ba}(\text{CNS})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = 2\text{KCNS} + \text{BaSO}_4$ (溶胶): 在 $\text{Ba}(\text{CNS})_2$ 过量的情况下, 生成 BaSO_4 溶胶。下列电解质对其聚沉能力大小顺序: ()

- (A) $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{CsCl} > \text{CaCl}_2$ (B) $\text{MgSO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{CsCl} > \text{CaCl}_2$
(C) $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{CaCl}_2 > \text{CsCl}$ (D) $\text{MgSO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{CaCl}_2 > \text{CsCl}$

三、 推导证明题 (每题 10 分, 共 2 题, 20 分)

1. 用热力学原理论证: 水在 100°C , 压强超过 p^\ominus 时, 水气自动凝结成水。
2. 封闭罩内放一杯纯水 A 和一杯糖水 B, 一定温度下静置足够长时间将会出现何现象? 为什么?

四、 问答题 (每题 10 分, 共 3 题, 30 分)

1. 为什么在讨论温度对反应速度的影响时, 经常只讨论温度对速度常数的影响就可以了? 温度对反应级

数有何影响?

2. 根据物理化学基本原理, 回答下列问题: (1) 雾、雾霾和 PM2.5 属于哪一类分散体系? (2) 雾、雾霾的区别与联系? (3) 雾霾生成条件及与 PM2.5 关系? (4) 根据你已有的知识与经验, 请给出至少两种减小雾霾天气发生的具体方法或措施。
3. 2008 年我国南方地区遭受了大面积冻雨灾害, 请以 Kelvin 公式解释冻雨形成的过程, 如何预防?

五、 计算题 (每题 10 分, 共 5 题, 50 分)

1. 在温度为 298K 压力为 p^\ominus 下, C(金刚石) 和 C(石墨) 的摩尔熵分别为 2.45 和 $5.71 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$, 其燃烧热依次分别为 -395.40 和 $-393.51 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 又其密度分别为 3513 和 $2260 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

试求: (1) 在 298.15K 及 p^\ominus 下, 石墨 \rightarrow 金刚石的 ΔG ;

(2) 哪种晶形较稳定?

(3) 增加压力能否使不稳定的晶体变成稳定的晶体, 如有可能, 则需要加多大的压力?

2. 在 292.15K, p^\ominus 时, 某酒窖中存有 10.0 m^3 的酒, 其中含乙醇 96%(质量百分数)。今欲加水调制为含乙醇 56% 的酒, 问

(1) 应加多少体积的水; (2) 能得到多少 m^3 的含醇 56% 的酒。

已知该条件下水的密度为 $999.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, 水和乙醇的偏摩尔体积分别为:

乙醇的质量百分数	$V_{\text{H}_2\text{O},m}/(10^{-6}\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1})$	$V_{\text{EtOH},m}/(10^{-6}\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1})$
96%	14.61	58.01
56%	17.11	56.58

3. 两组分盐水体系, 盐 (C) 的分子量是 72, 盐和水可形成两种水合物 $\text{C}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{C}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。这两种水合物的不相合熔点分别为 40°C 和 70°C , 盐的水溶液的沸点是 110°C , 含盐 20% 的溶液冰点最低, 为 -10°C , 请粗略画出该相图。

4. 对电池 $\text{Pt}|\text{Hg}_2\text{Br}_2|\text{KBr}(0.1 \text{ mol/kg})||\text{KCl}(0.1 \text{ mol/kg})|\text{Hg}_2\text{Cl}_2|\text{Hg}$

(1) 写出电极反应及电池反应;

(2) 已知 25°C 时的电动势为 0.1271 V , $0.1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的甘汞电极电势为 0.3337 V , 0.1 mol/kg 的 KBr 溶液的 $\gamma_{\pm}=0.772$, $E^\ominus(\text{Hg}_2^{2+}|\text{Hg})=0.788 \text{ V}$,

试计算 25°C 时 Hg_2Br_2 的活度积。

5. 设有一反应 $2\text{A}(\text{g})+\text{B}(\text{g})\rightarrow\text{G}(\text{g})+\text{H}(\text{s})$ 在某恒温密闭容器中进行, 开始时 A 和 B 的物质的量之比为 2:1, 起始总压为 3.0 kPa , 在 400 K 时, 60s 后容器中的压力为 2.0 kPa , 设该反应的速率方程为

$$-\frac{dp_B}{dt} = kp_A^{1.5} p_B^{0.5}, \text{ 实验的活化能为 } 100 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

- (1) 求 400 K 时, 150s 后容器中 B 的分压为若干?
- (2) 在 500 K 时重复上述实验, 求 50s 后的 B 的分压为若干?

