

2024 秋物理化学 I 第四次测验

课堂号: 003154.04 姓名:

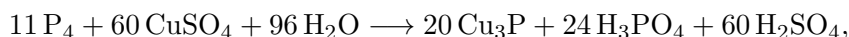
学号:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| H 1.008 | | | | | | | | | | | | | | | | | He 4.003 |
| Li 6.941 | Be 9.012 | | | | | | | | | | | B 10.81 | C 12.01 | N 14.01 | O 16.00 | F 19.00 | Ne 20.18 |
| Na 22.99 | Mg 24.31 | | | | | | | | | | | Al 26.98 | Si 28.09 | P 30.97 | S 32.07 | Cl 35.45 | Ar 39.95 |
| K 39.10 | Ca 40.08 | Sc 44.96 | Ti 47.88 | V 50.94 | Cr 52.00 | Mn 54.94 | Fe 55.85 | Co 58.93 | Ni 58.69 | Cu 63.55 | Zn 65.38 | Ga 69.72 | Ge 72.61 | As 74.92 | Se 78.96 | Br 79.90 | Kr 83.80 |
| Rb 85.47 | Sr 87.62 | Y 88.91 | Zr 91.22 | Nb 92.91 | Mo 95.94 | Tc [98] | Ru 101.1 | Rh 102.9 | Pd 106.4 | Ag 107.9 | Cd 112.4 | In 114.8 | Sn 118.7 | Sb 121.8 | Te 127.6 | I 126.9 | Xe 131.3 |
| Cs 132.9 | Ba 137.3 | Ln | Hf 178.5 | Ta 180.9 | W 183.8 | Re 186.2 | Os 190.2 | Ir 192.2 | Pt 195.1 | Au 197.0 | Hg 200.6 | Tl 204.4 | Pb 207.2 | Bi 209.0 | Po [210] | At [210] | Rn [222] |
| Fr [223] | Ra [226] | An | Rf [267] | Db [268] | Sg [269] | Bh [274] | Hs [277] | Mt [278] | Ds [281] | Rg [282] | Cn [285] | Nh [284] | Fl [289] | Mc [288] | Lv [292] | Ts [294] | Og [294] |
| | | La 138.9 | Ce 140.1 | Pr 140.9 | Nd 144.2 | Pm [145] | Sm 150.4 | Eu 152.0 | Gd 157.3 | Tb 158.9 | Dy 162.5 | Ho 164.9 | Er 167.3 | Tm 168.9 | Yb 173.0 | Lu 175.0 | |
| | | Ac [227] | Th [232] | Pa [231] | U [238] | Np [237] | Pu [239] | Am [243] | Cm [247] | Bk [247] | Cf [251] | Es [252] | Fm [257] | Md [258] | No [259] | Lr [262] | |

单项选择 40' 请将选择题的答案按照相应的题号填入下表。

| | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ans | | | | | | | | | | |

1. 硫酸铜溶液可解白磷毒, 反应如下:



则当生成了 0.4132 g Cu_3P 沉淀时, 反应进度 $\xi =$

- A. $9.322 \times 10^{-5} \text{ mol}$
- B. $3.729 \times 10^{-2} \text{ mol}$
- C. 26.81 mol
- D. 10.73 mol

2. 化学反应系统在 p, T 恒定时, 发生 $\Delta\xi = 1 \text{ mol}$ 反应, 其引起 Gibbs 能改变 ΔG , 则 ΔG 数值正好等于化学反应的 Gibbs 自由能变 $\left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{p, T}$ 的条件是

- A. 反应达到平衡
- B. 系统发生单位反应
- C. 无穷大系统中发生的单位反应
- D. 反应物各自都处于标准态

3. 对于化学反应等温式 $\Delta_r G_m = \Delta_r G_m^\circ + RT \ln Q_a$, 对于不同标准态, 反应的 $\Delta_r G_m^\circ$ 随之改变, 而

- A. $\Delta_r G_m$ 改变, Q_a 改变
 B. $\Delta_r G_m$ 不改变, Q_a 改变
 C. $\Delta_r G_m$ 改变, Q_a 不改变
 D. $\Delta_r G_m$ 不改变, Q_a 不改变
4. 对于反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$, 气体视作理想气体, 则在室温下, $K_p^\circ/K_c^\circ =$
 A. 4034
 B. 40.34
 C. 4.034×10^{-4}
 D. 4.034×10^{-2}
5. 对于理想气体的反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$, 在室温与恒容的容器下进行, 初始时, 容器中仅有 A, B, 分压均为 1 atm, 反应平衡时, A 的分压为 $\frac{1}{3}$ atm, 则该反应在室温下的 $K_c =$
 A. 0.4360 mol/L
 B. 436.0 mol/L
 C. 4.303×10^{-3} mol/L
 D. 4.303×10^{-6} mol/L
6. 固定温度下, 在一容器中放入一定量 $\text{PCl}_5(\text{g})$, 发生分解反应 $\text{PCl}_5(\text{g}) \longrightarrow \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$, 欲使得 PCl_5 的解离度增大, 以下操作中可行的是
 A. 保持体积不变, 加入 $\text{PCl}_5(\text{g})$
 B. 保持总压不变, 加入 $\text{PCl}_5(\text{g})$
 C. 保持体积不变, 加入 $\text{Ar}(\text{g})$
 D. 保持总压不变, 加入 $\text{Ar}(\text{g})$
7. 对于反应 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, 其不同温度下的标准平衡常数如下

| $T/\text{°C}$ | 600 | 896 | 1000 | 1200 |
|---------------|-----------------------|------|------|------|
| K° | 2.45×10^{-3} | 1.00 | 3.92 | 29.1 |

则以下说法正确的是

- A. 该反应为放热反应
 B. 该反应的焓变在此区间内不为定值
 C. 其分解温度低于 896 °C
 D. 1200 °C 时, 其解离压为 29.1 kPa.
 E. A, B, C, D 的说法均不正确.
8. 以 A 代表 Na_2HPO_4 , 则反应 $\text{A} \cdot 12\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{A} \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{A} \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{A} \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{A} \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{A}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的平衡时水蒸气分压分别为 $0.02514p^\circ$, $0.0191p^\circ$, $0.0129p^\circ$. 已知 298.15 K 时水的饱和蒸汽压为 3.1684 kPa, 现一地区温度为 298.15 K, 相对湿度稳定在 45%, 现有一 $\text{A} \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 样品置于空气中, 则其稳定组成的可能性最大者为
 A. $\text{A}(\text{s})$
 B. $\text{A} \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$

C. $A \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{s})$

D. $A \cdot 12\text{H}_2\text{O}(\text{s})$

9. 以下关于化学平衡的论述错误的是

A. 对于一个化学反应, 已知 $\Delta_r G_m^\circ = 5 \text{ kJ/mol}$, 无法判断其在等温等压下反应的进行方向.

B. 实际气体以逸度表示的标准平衡常数 K_f° 与系统的压强无关.

C. 对于合成氨反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$, 在 p, T 恒定时, 其使得平衡时 NH_3 摩尔分数最大的投料比是 1 : 3.

D. 对于在 T, V 恒定时的化学反应, 平衡常数的判据不再适用.

E. A, B, C, D 的说法中存在错误.

10. 硫氢化铵是一种可溶于水的无色盐, 其不稳定, 在熔化前就会分解为气体, 方程式为



在温度 T 的恒容中, 分解反应达平衡时, 气相 (视作理想气体) 的压强称为硫氢化铵的分解压, 分解反应的标准浓度平衡常数记为 K_c° , 则以下说法错误的是

A. 若反应初始时仅有 $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$, 则分解压 $p_1 = 2c^\circ RT \sqrt{K_c^\circ}$.

B. 若体系初始时, 存在压强 p_0 的 $\text{Kr}(\text{g})$, 则分解压 $p_2 = p_1 + p_0$.

C. 若体系初始时, 存在压强 p_0 的 $\text{NH}_3(\text{g})$, 则分解压 $p_3 = \sqrt{p_0^2 + 4K_c^\circ (c^\circ RT)^2}$.

D. 若体系初始时, 存在压强 p_0 的 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$, 则分解压 $p_4 < p_2$.

E. A, B, C, D 的说法中存在错误.

解答题 60'(+24') 第 14 题为附加题, 试卷总分不超过 100'.

11. 在 $293.2 \sim 303.2 \text{ K}$ 时, $\text{O}_2(\text{g})$ 溶于水的溶解热可视作定值, $\Delta_{\text{sol}} H_m^\circ = -13.04 \text{ kJ/mol}$. 对于 293.2 K 时, $\text{O}_2(\text{g})$ 溶于水的 Henry 常数 $k_m = 3.93 \times 10^6 \text{ kPa} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$.

(1) 以气相 p° , 溶液相 m° 为标准态, 计算 293.2 K 时, $\text{O}_2(\text{g})$ 溶解过程的标准平衡常数 K° .

(2) 计算 303.2 K 时, $\text{O}_2(\text{g})$ 在水中的溶解度 (以质量摩尔浓度表示, 空气视作 1 atm , 氧气含量 20.942%).

12. 将一定量的 $\text{Cd}(\text{AlCl}_4)_2(\text{s})$ 置于体积恒定为 V 的密闭容器中, 加热到温度 T 下使之全部蒸发为气态, 发生如下分解反应 (其中 K^\ominus 表示标准分压平衡常数):



当反应达平衡后迅速冷却体系 (即平衡不发生移动), 分离得到固体 $\text{Cd}(\text{AlCl}_4)_2(\text{s})$ 物质的量为 n_1 , 固体 $\text{AlCl}_3(\text{s})$ 物质的量为 n_2 , 气体视作理想气体.

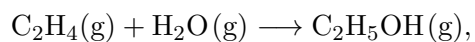
(1) 利用题目中除 K_2^\ominus 的其它物理量及可能需要的物理常数, 给出 K_2^\ominus 的表达式.

(2) 若反应在 1 L 的反应釜中进行, 温度为 545.1 K, 测得分离后固体 $\text{Cd}(\text{AlCl}_4)_2(\text{s})$ 1.145 μmol , $\text{AlCl}_3(\text{s})$ 5.154 mmol. 已知反应



的标准分压平衡常数为 1145.14, 计算该温度下的 K_2^\ominus .

13. 对于乙烯水合反应



取标准态为 p° , 则标准摩尔 Gibbs 自由能变与温度的关系

$$\frac{\Delta_r G_m^\circ[T]}{\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}} = -34585 + 26.4 \frac{T}{\text{K}} \ln \frac{T}{\text{K}} + 45.19 \frac{T}{\text{K}}.$$

- (1) 导出反应的标准摩尔熵变与标准摩尔焓变 $\Delta_r S_m^\circ[T], \Delta_r H_m^\circ[T]$.
- (2) 计算 573 K, 总压为 $10p^\circ$ 时, 反应的平衡常数 $K_p^\circ, K_c^\circ, K_x$.

14. (附加) 体积为 V_1 的 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 中具有质量 m 的 I_2 分子, 现有总体积为 V_2 的 $\text{CCl}_4(\text{l})$, 已知 I_2 在二者中的分配系数

$$K = \frac{\text{CCl}_4 \text{ 中 } \text{I}_2 \text{ 的质量浓度}}{\text{H}_2\text{O} \text{ 中 } \text{I}_2 \text{ 的质量浓度}},$$

现定义萃取效率

$$\eta = \frac{\text{H}_2\text{O 中原有 } \text{I}_2 \text{ 质量} - \text{H}_2\text{O 中萃取后 } \text{I}_2 \text{ 质量}}{\text{H}_2\text{O 中原有 } \text{I}_2 \text{ 质量}} \times 100\%.$$

- (1) 利用 V_2 体积的 $\text{CCl}_4(\text{l})$, 一次性萃取上述 I_2 的水溶液, 计算此时萃取效率 η_1 .
- (2) 每次使用 $V_2/3$ 体积的 $\text{CCl}_4(\text{l})$, 分三次萃取上述 I_2 的水溶液, 计算此时的萃取效率 η_2 .
- (3) 通过计算给出萃取效率的理论最大值 η_{\max} .