

苏州大学 物理化学(上) 课程 期中试卷 共 6 页

考试形式 闭卷 2015 年 11 月 序号_____

院系: 材化部 年级: 2013 级 专业: 化学、应化、师范

学号: _____ 姓名: _____ 成绩: _____

一、选择题 (共 10 题 20 分)

1. 2 分

等压下, 无相变的单组分封闭体系的吉布斯自由能值随温度的升高而: ()

- (A) 增加 (B) 减少
(C) 不变 (D) 不一定

2. 2 分

理想气体经历绝热不可逆过程从状态 1 (p_1, V_1, T_1) 变化到状态 2 (p_2, V_2, T_2), 所做的功为 ($\gamma = C_p/C_v$): ()

- (A) $p_2 V_2 - p_1 V_1$ (B) $p_2 (V_2 - V_1)$
(C) $(p_2 V_2 - p_1 V_1)/(\gamma - 1)$ (D) $[p_2 V_2^\gamma / (\gamma - 1)](1/V_2^{\gamma-1} - 1/V_1^{\gamma-1})$

3. 2 分

对实际气体的节流膨胀过程, 有 ()

- (A) $\Delta A < 0$ (B) $\Delta S > 0$
(C) $\Delta G = 0$ (D) $\Delta U = 0$

4. 2 分

等温等压条件下, 某化学反应若在电池中可逆进行时熵增大, 据此可以判断下列何者一定大于零? ()

- (A) ΔU (B) ΔG
(C) ΔH (D) Q

5. 2 分

在标准压力 p^\ominus 和 268.15 K 下, 冰变为水, 体系的熵变 $\Delta S_{\text{体}}$ 应: ()

- (A) 小于零 (B) 大于零
(C) 等于零 (D) 无法确定

6. 2 分

在下列状态变化中, 哪些可以应用公式 $dG = -SdT + Vdp$? ()

- (A) SO_3 气体在解离为 $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$ 的条件下膨胀
(B) 某化学反应若在电池中可逆放电
(C) NO_2 气体缓慢膨胀, 始终保持化学平衡 $\text{NO}_2 = \text{NO} + \frac{1}{2} \text{O}_2$
(D) 水在 -10°C 时等温结冰

7. 2 分

重结晶制取纯盐的过程中,母液中 NaCl 的化学势与析出的 NaCl 固体的化学势比较,高低如何? ()

- (A) 高 (B) 低
(C) 相等 (D) 不可比较

8. 2 分

关于偏摩尔量,下面的叙述中不正确的是: ()

- (A) 偏摩尔量的数值可以是正数、负数和零
(B) 除偏摩尔吉布斯自由能外,其他偏摩尔量都不等于化学势
(C) 溶液中每一种广度性质都有偏摩尔量,而且都不等于其摩尔量
(D) 溶液中各组分的偏摩尔量之间符合吉布斯-杜亥姆关系式

9. 2 分

关于亨利定律,下面的表述中不正确的是: ()

- (A) 若溶液中溶剂在某浓度区间遵从拉乌尔定律,则在该浓度区间组分 B 必遵从亨利定律
(B) 温度越高、压力越低,亨利定律越正确
(C) 温度一定时,在一定体积的溶液中溶解的气体体积与该气体的分压力无关
(D) 因为亨利定律是稀溶液定律,所以任何溶质在稀溶液范围内都遵守亨利定律

10. 2 分

氯仿 (1) 和丙酮 (2) 形成非理想液体混合物,在 T 时,测得总蒸气压为 $29\,398\text{ Pa}$, 蒸气中丙酮的物质的量分数 $y_2 = 0.818$, 而该温度下纯氯仿的饱和蒸气压为 $29\,571\text{ Pa}$, 则在溶液中氯仿的活度 a_1 为: ()

- (A) 0.500 (B) 0.181
(C) 0.823 (D) 0.813

二、填空题 (共 7 题 15 分)

11. 2 分

1 mol 单原子理想气体,在等外压 $0.987p^\ominus$ 下由 400 K , $2p^\ominus$ 等温膨胀至 $0.987p^\ominus$, 物体对环境作功 _____ kJ 。

12. 2 分

1 mol 单原子分子理想气体的 $(\partial U/\partial T)_p = \text{_____ J K}^{-1}$ 。

13. 2 分

理想气体分子间作用力_____, 理想溶液分子间作用力_____。

14. 2 分

等温等压下, 单组分纯固体的化学势比过冷液体的化学势____。 单组分过热蒸气的化学势比同温同压纯液体的化学势_____。

15. 2 分

某溶液中溶质的化学势若表示成 $\mu_B = \mu_B^*(T, p) + RT \ln C_B / C_B^\ominus$, 其标准态是

_____。

16. 3 分

溶质 B 的活度可作如下两种选择:

$$(1) \lim_{x_B \rightarrow 1} a_B = x_B \quad (2) \lim_{x_B \rightarrow 0} a'_B = x_B$$

若溶液上方的蒸气看作理想气体, 在同一温度 T 时则两种活度的比值 $a_B / a'_B =$ _____, 两种活度系数的比值 $\gamma_{x_B} / \gamma'_{x_B} =$ _____。

17. 2 分

所谓正偏差溶液是指在不同分子间的引力弱于同类分子间的引力, 故分子逸出液面的倾向增加, 此时 p_A _____ $p_A^* x_A$ 。(填 $>$, $=$, $<$)

三、计算题 (共 4 题 45 分)

18. 11 分

p^\ominus 下, 煅烧水泥的转炉是利用燃烧煤粉加热的。假设喷进转炉的煤粉掺有按燃烧反应 $(C + O_2 = CO_2)$ 计量的空气, 问转炉可能达到多高温度? (设 N_2 不发生反应) 已知:

$$\Delta_f H_m^\ominus (CO_2, 298 \text{ K}) = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}; \text{空气中 } O_2:N_2 = 1:4 \text{ (体积比),}$$

$$C_{p,m}(CO_2) = 26.65 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$C_{p,m}(N_2) = 27.87 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

19. 14 分

在 273.15 K 1mol 理想气体从 p^\ominus 等温可逆压缩到 $10p^\ominus$ ，试计算此过程的 Q ， W 以及气体的 ΔU ， ΔH ， ΔS ， ΔG ， ΔA 。

20. 10 分

25 °C 时甲烷溶在苯中成理想稀溶液，当平衡浓度 $x(\text{CH}_4)=0.0043$ 时， CH_4 在平衡气相中的分压为 245 kPa。试计算

- (1) 25 °C 时当 $x(\text{CH}_4)=0.01$ 时的甲烷苯溶液的蒸气总压 p 。
- (2) 与上述溶液成平衡的气相组成 $y(\text{CH}_4)$ 。

已知 25 °C 时苯蒸气压为 11726.9Pa。

21. 10 分

在 378.5°C 时, 钾和汞的蒸气压分别为 433 Pa 和 $1.71 \times 10^5\text{ Pa}$, 在 0.5 mol 钾和 0.5 mol 汞混合制成的钾汞齐中钾和汞的蒸气分压分别为 143 Pa 和 1733 Pa , 求钾汞齐中钾和汞的活度系数和混合过程的 $\Delta_{\text{mix}}G$ 。

四、问答题 (共 2 题 15 分)

22. 10 分

某气体状态方程为 $pV = n(RT + Bp)$, 其中 B 为大于零的常数, 请说明该气体经节流过程后温度升高、下降还是不变?

23. 10 分

一气体的摩尔体积与 T , p 的关系由下列方程给出: $(A + Bp + p^2) V_m = RT$, 其中 A, B 是温度的函数。当 1 mol 该气体在等温下由 p_1 可逆压缩到 p_2 时, 求吉布斯自由能变化和体系所做的功。

期中考试参考答案

一、选择题 (共 10 题 20 分)

BCBDB CACDB

二、填空题 (共 7 题 15 分)

11 -1.685 kJ

12 3/2R

13 (1) 为零 (2) 相等

14 小, 大

15 标准态 $c_B = 1 \text{ mol cm}^{-3}$, 符合亨利定律

16 k_B/p_B^* ; k_B/p_B^*

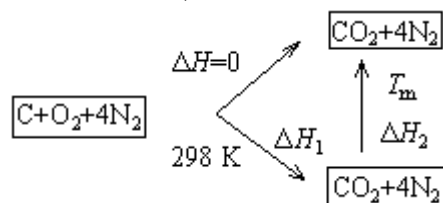
17. >,

三、计算题 (共 4 题 45 分)

18. 11 分

[答] $\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{N}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{N}_2(\text{g})$

设反应在绝热条件下进行, 如右图所示:



$$H_1 = -4H_2 \quad (4 \text{ 分})$$

$$\Delta H_2 = \int_{T_1}^{T_2} [(26.65)] dT + \int_{T_1}^{T_2} [4 \cdot 27.87] dT$$

$$= 393.500 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$T_1 = 298 \text{ K}, T_2 = T_m \quad (5 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } T_m = 3147 \text{ K} \quad (2 \text{ 分})$$

19. 14 分

[答] $W = nRT \ln(p_1/p_2) = 5.230 \text{ kJ} \quad (2 \text{ 分})$

因为 $\Delta T = 0$, 所以 $\Delta U = 0$, $Q_R = -W = 5.230 \text{ kJ} \quad (4 \text{ 分})$

$$\Delta S = -Q_R/T = -19.14 \text{ J K}^{-1} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(pV) = \Delta U + nRT = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S = 5.230 \text{ kJ} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\Delta F = \Delta U - T \Delta S = 5.230 \text{ kJ} \quad (2 \text{ 分})$$

20. 10 分

[答] (1) $k_x(\text{CH}_4) = p(\text{CH}_4) / x(\text{CH}_4) = 245 / 0.0043 = 5.698 \times 10^4 \text{ kPa}$ (3 分)

$$p_{\text{总}} = p_A^* x_A + k_x(\text{B}) x_B = 581\,409.7 \text{ Pa} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) y(\text{CH}_4) = p(\text{CH}_4) / p = k_x x(\text{CH}_4) / p = 0.980 \quad (3 \text{ 分})$$

21. 10 分

[答] 0.6604, 0.02026 (6 分)

$$\Delta_{\text{mix}} G = RT \sum n_B RT \ln a_B$$

$$= RT [n_K \ln p_K / p_K^* + n_{\text{Hg}} \ln p_{\text{Hg}} / p_{\text{Hg}}^*] = -15.7 \text{ kJ} \quad (4 \text{ 分})$$

四、问答题 (共 2 题 20 分)

22. (10 分) 升高

23. (10 分)

[答] $W = -RT [1/2(p_2^2 - p_1^2) + 2/3(p_2^3 - p_1^3)]$ (5 分)

$$dG = V dp$$

$$\begin{aligned} \Delta G_m &= \int_{p_1}^{p_2} V_m dp = \int_{p_1}^{p_2} R T (A + Bp + Cp^2) dp \\ &= RT [A(p_2 - p_1) + 1/2(p_2^2 - p_1^2) + 1/3(p_2^3 - p_1^3)] \end{aligned} \quad (5 \text{ 分})$$