

华东理工大学《物理化学》(上)单元测试卷(五)

化学平衡

一、选择题(每小题 1 分, 共 30 分)

1. 关于标准平衡常数 K^\ominus , 下列说法错误的是_____。

A. K^\ominus 是一个无量纲的物理量; B. K^\ominus 只决定于反应本性和温度; C. K^\ominus 与系统总压有关

2. 对于理想气体化学反应 $dD(g) + eE(g) = gG(g) + rR(g)$, 若标准压力分别取为 p_1^\ominus 和 p_2^\ominus , 相应的标准平衡常数为 K_1^\ominus 和 K_2^\ominus , 则 $(K_2^\ominus / K_1^\ominus)$ 等于_____。

A. $(p_1^\ominus / p_2^\ominus)^{\sum_B \nu_B}$; B. $(p_2^\ominus / p_1^\ominus)^{\sum_B \nu_B}$; C. $p_1^\ominus / p_2^\ominus$

3. 在式 $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K^\ominus$ 中, $\Delta_r G_m^\ominus$ _____。

- A. 是化学反应达到平衡时的摩尔反应吉氏函数;
B. 是参加化学反应的各物质均处于标准状态时的摩尔反应吉氏函数;
C. 仅是参加化学反应的气态物质处于标准状态时的摩尔反应吉氏函数;

4. 在一定温度下, 某反应的标准平衡常数 $K^\ominus = 1$, 则 $\Delta_r G_m^\ominus$ _____ 0。

A. >; B. <; C. =

5. 在一定温度下, 已知反应 A 的 $\Delta_r G_m^\ominus(A)$ 与 $K^\ominus(A)$, 反应 B 的 $\Delta_r G_m^\ominus(B)$ 与 $K^\ominus(B)$, 且 $\Delta_r G_m^\ominus(A) = 2\Delta_r G_m^\ominus(B)$, 则 $K^\ominus(A)$ 与 $K^\ominus(B)$ 的关系为_____。

A. $K^\ominus(A) = K^\ominus(B)$; B. $K^\ominus(A) = [K^\ominus(B)]^2$; C. $K^\ominus(A) / K^\ominus(B)$

6. 气相化学反应 $0 = -N_2 - 3H_2 + 2NH_3$ 和 $0 = -2NH_3 + N_2 + 3H_2$ 的标准平衡常数的值分别为 a 和 b , 则它们的关系为_____。

A. $b = -a$; B. $b = a$; C. $b = 1/a$

7. $2CO(g) = C(s) + CO_2(g)$, $C(s) + H_2O(g) = CO(g) + H_2(g)$ 和 $CO(g) + H_2O(g) = CO_2(g) + H_2(g)$ 的标准平衡常数分别为 K_1^\ominus , K_2^\ominus 和 K_3^\ominus , 则它们的关系为_____。

A. $K_3^\ominus = K_1^\ominus \times K_2^\ominus$; B. $K_3^\ominus = K_1^\ominus + K_2^\ominus$; C. $K_3^\ominus = K_1^\ominus - K_2^\ominus$

8. 对于气相化学反应, K_f 与 K^\ominus 的关系为_____。

A. $K_f = K^\ominus$; B. $K_f = K^\ominus (p^\ominus)^{-\sum_B \nu_B}$; C. $K_f = K^\ominus (p^\ominus)^{\sum_B \nu_B}$

9. 一定温度下, 实际气体化学反应当压力趋于零时, $K_p = 0.025 \text{ (kPa)}^2$ 。当压力升高时, 以下说法正确的是_____。

- A. $K_f = K_p = 0.025 \text{ (kPa)}^2$; B. $K_f = 0.025 \text{ (kPa)}^2$, K_p 变化; C. K_f 变化, K_p 不变
10. 气相化学反应 $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 的 K_f 与 K^\ominus 的关系是_____。
- A. $K_f = K^\ominus$; B. $K_f > K^\ominus$; C. $K_f < K^\ominus$
11. 化学反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$, K_f 与 K^\ominus 的关系是_____。
- A. $K_f = K^\ominus$; B. $K_f = K^\ominus (p^\ominus)^{-2}$; C. $K_f = K^\ominus (p^\ominus)^2$
12. 化学反应 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的 K_f 与 K^\ominus 的关系是_____。
- A. $K_f = K^\ominus$; B. $K_f = K^\ominus (p^\ominus)^{-1}$; C. $K_f = K^\ominus p^\ominus$
13. 下列理想气体反应中, $K_f = K^\ominus$ 的是_____。
- A. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g})$; B. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; C. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$
14. 25℃ 时, 理想气体的化学反应 $2\text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的标准摩尔反应吉氏函数 $\Delta_r G_m^\ominus = 514.2 \text{ kJ} \times \text{mol}^{-1}$, 则反应的 $\Delta_r A_m^\ominus$ _____ $\Delta_r G_m^\ominus$ 。
- A: =; B: >; C: <
15. 一定温度下理想气体的化学反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) = 3\text{C}(\text{g})$ 的 $K^\ominus = 2.55$, 则在该温度下以分压表示的平衡常数 $K_p =$ _____。
- A: 2.55 kPa; B: $2.55 \times 10^{-2} \text{ kPa}$; C: $2.55 \times 10^2 \text{ kPa}$
16. 反应 $\text{SnS}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{Sn}(\text{s}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 在一定温度下达到化学平衡, 气体可视为理想气体, 平衡分压分别为 $p_{\text{H}_2}^{\text{eq}}$ 和 $p_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{eq}}$ 。下列说法不正确的是_____。
- A. 此温度下, 该平衡系统中 $p_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{eq}} / p_{\text{H}_2}^{\text{eq}}$ 为常数;
B. 此温度下, 以分压表示的平衡常数为 $p_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{eq}} / p_{\text{H}_2}^{\text{eq}}$, 其值等于反应的标准平衡常数;
C. 此温度下, 该平衡系统中 $p_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{eq}} / p_{\text{H}_2}^{\text{eq}}$ 的值与系统压力有关
17. 298.15K 时反应 $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_3(\text{g})$ 的 $K^\ominus = 2.6 \times 10^{12}$, 标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_m^\ominus$ 等于 $-98.89 \text{ kJ mol}^{-1}$ 并假设与温度无关, 则 35℃ 时反应的 $K^\ominus =$ _____。
- A: 3.6×10^{12} ; B: 2.6×10^{12} ; C: 7.13×10^{11}
18. 在真空容器中放置固体氯化铵, 加热可发生 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) = \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$ 化学反应。在某一温度下反应达到平衡并测得系统压力为 100kPa, 则在该温度下 K_p 等于_____。
- A: 10000 (kPa)^2 ; B: 2500 (kPa)^2 ; C: 50 (kPa)^2
19. 在温度 T 、压力 p 恒定时, 在已达平衡的理想气体反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) = \text{C}(\text{g})$ 中加入一定量的惰性组分 $\text{D}(\text{g})$, 则反应将_____。
- A: 向右移动; B: 向左移动; C: 不移动

20. 乙苯脱氢制苯乙烯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5(\text{g}) = \text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 可视为理想气体反应, 则在原料气中掺入水蒸气后, 将使苯乙烯的产率_____。
A. 提高; B. 降低; C. 不变
21. 对已达到平衡的反应, 加入产物时, 会导致 $\Delta_r G_m$ _____ 0。
A: >; B: =; C: <
22. 1000K 时, 理想气体反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 $K^\circ = 1.43$ 。设有一反应系统, 各物质分压为 $p_{\text{CO}} = 0.500\text{MPa}$, $p_{\text{H}_2\text{O}} = 0.200\text{MPa}$, $p_{\text{CO}_2} = 0.200\text{MPa}$, 要使反应逆向进行, 则系统中氢气的分压应至少超过_____MPa。
A: 0.215; B: 0.315; C: 0.715
23. $\text{PCl}_5(\text{g})$ 分解反应在 473K 达到平衡时有 48.5% 分解, 在 573K 达到平衡时有 97% 分解, 则此反应的 $\Delta_r H_m^\circ$ _____。
A. 大于零; B. 小于零; C. 等于零
24. 分解反应 $\text{A}(\text{l}) = \text{B}(\text{l}) + \text{C}(\text{l})$ 的 $\Delta_r G_m / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -250 + 7.50 \times 10^4 / (T / \text{K})$ 。若使物质 A 不至发生分解, 则温度应控制不高于_____K。
A. 300; B. 400; C. 500
25. 已知 298K 时理想气体反应 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的 $K^\circ = 0.1132$ 。今在同温度且 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 及 $\text{NO}_2(\text{g})$ 的分压都为 101.325kPa 的条件下, 反应将_____。
A. 向生成 NO_2 的方向进行; B. 正好达到平衡; C. 向生成 N_2O_4 的方向进行
26. 已知 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g})$ 为放热反应。反应达平衡后, 欲使平衡向右移动以获得更多 NO_2 , 应采取的措施是_____。
A. 降温和减压; B. 降温和增压; C. 升温和减压
27. 在温度为 T 的一真空容器中, 引入 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 固体, 将发生下列反应, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{s}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 其平衡常数为 K° 。设各气体都符合理想气体, 分解压力为 p 。欲使 $p > p^\circ$, K° 必须满足_____。
A: $K^\circ > 1/64$; B: $K^\circ < 1/64$; C: $K^\circ = 1/64$
28. 温度为 T 时, 理想气体化学反应 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) = 2\text{C}(\text{g})$ 的 K_p 与 K_c 之比 $K_p / K_c =$ _____。
A: 1; B: RT ; C: $1/(RT)$
29. 已知 $2\text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) = 4\text{Ag}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r G_m^\circ / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}) = 58576 - 122T / \text{K}$ 。在一定温度 T 下, 反应在压力为 100kPa 的纯氧气中达到平衡, 此时温度 T 和标准平衡常数 K° 是_____。
A: 298.15K、1; B: 480.13K、1.2; C: 480.13K、1
30. 已知反应 $\text{NH}_4\text{COONH}_2(\text{s}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 在 303.15K 时 $K_p = 66.37 \text{Pa}^3$, 则此条件下固态物

质 $\text{NH}_4\text{COONH}_2$ 分解压力等于_____。

A: 4.65Pa、1; B: 7.65Pa; C: 9.65 Pa

二、(此题总分 10 分)

400K~500 K 的温度内, 气相反应 $\text{A}(\text{g}) = \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$ 的标准摩尔反应吉布斯函数与温度的关系为: $\Delta_r G_m^\ominus / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}) = 83.68 \times 10^3 - 14.52 \times (T/\text{K}) \ln(T/\text{K}) - 72.26 \times (T/\text{K})$ 。假设反应可视为理想气体反应。

1. 分别推导出 $\Delta_r S_m^\ominus$ 、 $\Delta_r H_m^\ominus$ 和 $\Delta_r C_{p,m}^\ominus$ 与温度的关系式;
2. 计算 450 K 时反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 、 K^\ominus 、 K_p ;
3. 在 450 K 时, 将物质 A 导入抽空的密闭容器中, 若平衡时的总压为 101325Pa, 计算物质 A 的转化率。

三、(此题总分 10 分)

25°C 时, 已知如下数据:

物 质	SO_2	O_2	SO_3
$\Delta_f H_m^\ominus(298.15\text{K})/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-296.830	0	-395.72
$S_m^\ominus(298.15\text{K})/(\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	248.22	205.138	256.76

1. 计算 25°C 时反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 、 $\Delta_r S_m^\ominus$ 、 $\Delta_r G_m^\ominus$ 以及 K^\ominus 。
2. 假定反应系统中气体可视为理想气体, 求 25°C 时的 K_p 和 K_c 。
3. 温度升高时, K^\ominus 的值是增加还是下降? 为什么?

四、(此题总分 10 分)

298 K 时, 物质的热力学数据如下:

物 质	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-241.82	-110.52	-398.51	0
$S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	188.83	197.67	213.7	130.68

1. 计算 298K 时, 理想气体化学反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 、 $\Delta_r S_m^\ominus$ 、 $\Delta_r G_m^\ominus$ 、 K^\ominus 和 K_p ;
2. 若反应的 $\Delta_r C_{p,m}^\ominus = 0$, 计算 $K^\ominus = 1$ 时的反应温度。

五、(此题总分 10 分)

$\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 分解反应为: $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, 设气相为理想气体, 298.15K 时各物质物性数据见下表。

	$\Delta_f H_m^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$S_m^\circ / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$C_{p,m}^\circ / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
$\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$	-506.14	167.36	106.23
$\text{Ag}_2\text{O}(\text{s})$	-30.57	121.71	66.86
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393.15	213.64	39.37

假设热容与温度无关。

1. 计算 298.15 K 下，反应的 $\Delta_r H_m^\circ$ 、 $\Delta_r S_m^\circ$ 、 $\Delta_r G_m^\circ$ 、 K° 和 K_p ；
2. 将 $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 放入真空容器中分解，当系统压力为 101.3 kPa 时的温度称为分解温度，计算 $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 分解反应的分解温度。

六、（此题总分 10 分）

理想气体的化学反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) = 2\text{C}(\text{g})$ 在 400 K 时的 $K^\circ = 3.45$ ， $\Delta_r H_m^\circ = -35.18 \text{ kJ/mol}$ 。

1. 求 400 K 时的 $\Delta_r G_m^\circ$ 、 $\Delta_r S_m^\circ$ 和 K_p ；
2. 如平衡 $p_A = 2 \text{ kPa}$ ， $p_B = 6 \text{ kPa}$ ，则平衡系统中 p_C 为多少？
3. 刚开始时，系统中只有 1 mol A 和 1 mol B，计算此条件下物质 B 的平衡转化率。

七、（此题总分 10 分）

试计算反应 $\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g})$ 在 1000 K 时的 $\Delta_r H_m^\circ$ 、 $\Delta_r S_m^\circ$ 及标准平衡常数 K° 。

已知数据如下表：

物质	$\Delta_f H_m^\circ(298\text{K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\Delta_c H_m^\circ(298\text{K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$S_m^\circ(298\text{K}) / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\bar{C}_{p,m} / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
C(s)			5.69	19.9
H ₂ (g)			130.70	29.4
CH ₄ (g)		-890.31	186.38	54.0
H ₂ O(l)	-285.85			
CO ₂ (g)	-393.51			

八、（此题总分 10 分）

298.15 K 时，化学反应 $\text{FeO}(\text{s}) = \text{Fe}(\text{s}) + 0.5\text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\circ = 272.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta_r S_m^\circ = 70.469 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta_r \bar{C}_{p,m} = 6.276 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。试求 1000 °C 时该反应系统中 $\text{O}_2(\text{g})$ 的平衡压力。