

Гетерогенные и гомогенные химические реакции

Понятия

- Химическое сродство
- Термодинамическая константа равновесия
- Константа равновесия, выраженная через парциальные давления
- Константа равновесия, выраженная через концентрации
- Константа равновесия, выраженная через мольные доли

Уравнения

- Правило фаз Гиббса
- Условие равновесия в случае протекания гетерогенной химической реакции с участием чистых веществ
- Связь константы равновесия с изменением стандартной энергии Гиббса
- Зависимость константы равновесия от температуры

Проблемы

Расчеты для случая протекания одной гетерогенной химической реакции с участием чистых веществ. Влияние температуры и давления на равновесный состав

1. Оксид сурьмы Sb_2O_3 испаряется в виде молекул Sb_4O_6 . Давление Sb_4O_6 при 577°C составляет 2 мм. рт. ст. Какое давление Sb_4O_6 будет при 677°C ? Температура плавления Sb_2O_3 655°C , энтальпия плавления 23 кДж/моль. Энтальпия сублимации $\text{Sb}_2\text{O}_3(\text{тв}) = 0.5 \text{ Sb}_4\text{O}_6(\text{газ})$ 150 кДж/моль. Считать ΔC_p реакций сублимации и испарения равными нулю.

2. При какой температуре будут одновременно сосуществовать $\text{FeCl}_3(\text{s})$, $\text{FeCl}_2(\text{s})$ и Cl_2 , если внешнее давление составляет 10 мм. рт. ст. Считать $\Delta C_p = 0$. Что произойдет, если при этой температуре внешнее давление будет больше 10 мм. рт. ст.? меньше 10 мм. рт. ст.?

	$\text{FeCl}_3(\text{s})$	Cl_2	$\text{FeCl}_2(\text{s})$
$\Delta_f H^\circ_{298}$, кДж/моль	-399.4	0	-342
S°_{298} , Дж/К/моль	145.	223.	118.

3. При комнатной температуре серебро на воздухе окисляется. Однако при нагревании пленка оксида исчезает. Оцените температуру, при которой оксид неустойчив. $\Delta_f H^\circ_{298}(\text{Ag}_2\text{O}) = -7$ ккал/моль, $\Delta_f S^\circ_{298}(\text{Ag}_2\text{O}) = -15.3$ кал/моль/К. ($T > 415$ К)

Связь констант равновесия с термодинамическими величинами

4. При 550°C и постоянном общем давлении 1 атм из 1 моля CO и 1 моля Cl_2 первоначальной смеси образуется 0.2 моля фосгена. Определить K_p и K_c для этой реакции.

5. Для реакции разложения известняка давление диссоциации при 800°C равно $0.26 \cdot 10^5$ Па, а при 1000°C равно $4.8 \cdot 10^5$ Па. Найти средние значения $\Delta_r H^\circ$ и $\Delta_r S^\circ$ для этой реакции в данном интервале температур, а также давление диссоциации при температуре 1157 К. (165.6 кДж/моль, 143.1 Дж/моль/К, 1 атм)

6. При диссоциации $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{тв})$ равновесное давление паров при 427°C составляет 4560 мм. рт. ст, а при 459°C 8360 мм. рт. ст. Найти средние значения $\Delta_r H^\circ$ и $\Delta_r S^\circ$. (161.3 кДж/моль, 248.7 Дж/моль/К)

7. Температурная зависимость константы равновесия реакции $\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{CO} = \text{H}_2 + \text{CO}_2$ описывается уравнением $\lg K = 2156/T - 2.2$, а энтальпия сгорания $\Delta_c H^\circ(\text{CO}) = -283.0$ кДж/моль. Рассчитать энтальпию образования $\text{H}_2\text{O}(\text{г})$. (-241.8 кДж/моль)

Расчет равновесного состава при протекании гомогенных химических реакций. Зависимость степени протекания реакции от температуры и давления

8. Рассчитать степень диссоциации N_2O_4 при 25°C и давлении 10^5 Па. Исходные данные

	N_2O_4	NO_2
$\Delta_f H^\circ_{298}$, кДж/моль	9.16	33.2
S°_{298} , Дж/К/моль	304.3	240.5

Как зависит степень диссоциации от температуры и давления? (20%)

9. Рассчитать степень диссоциации 2 г SO_2Cl_2 на SO_2 и Cl_2 при 120°C , помещенных в объем 0.5 л. Энтальпии образования SO_2Cl_2 и SO_2 при 298 К составляют -355 и -296.8 кДж/моль. $K_p(298 \text{ К}) = 1.6 \cdot 10^{-4}$.

10. Составить уравнения для расчета равновесного состава, если одновременно протекают реакции $\text{A} + \text{B} = \text{C}$ и $2\text{A} = \text{D}$. При температуре 800 К значения $\Delta_r G^\circ$ первой и второй реакций составляют соответственно -14.7 и -8.2 кДж/моль. Исходная смесь содержит 3 моля вещества А и 1 моль вещества В. А, В, С, D - идеальные газы, общее давление 10 мм. рт. ст.

11. Составить систему уравнений, описывающую равновесный состав газовой смеси (при 900 К и 1 атм), образующейся в результате конверсии метана водяным паром. Исходные концентрации воды и метана относятся как 4:1.

