

Химично равновесие

Б. Толев

Химично равновесие в хомогенни системи

- Термодинамичен извод на K_p
- Връзка между енергията на Гибс и K_p
- Извеждане на математически израз за K_c
- Извеждане на математически израз за K_x
- Кога съвпадат числено K_p , K_c и K_x ?

Химично равновесие в хетерогенни системи

- Стандартна енергия на Гибс за твърди вещества
- Възможност за необратимост на хетерогенна реакция

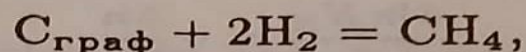
Фактори, влияещи върху система в равновесие

- Графика на линейна функция
- Влияние на температурата – връзка между ентропия, енталпия и равновесна константа
- Налягане – само чрез K_x ; връзка между K_x и изменението на обема в хода на реакцията.

Принцип на Льо Шателие-Браун

- Влияние върху химично равновесие и/или система в равновесие
- Кога се „измества“ равновесието?

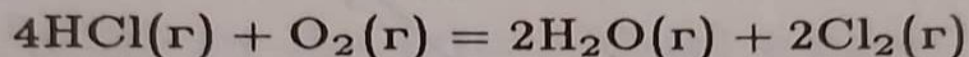
3.1. Да се изчисли равновесната константа K_p при 25°C за реакцията



ако $\Delta H^\circ_{f,\text{CH}_4} = -74,857 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $S^\circ_{\text{CH}_4} = 186,19 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$

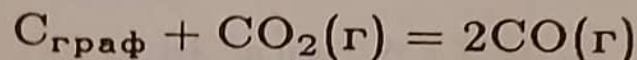
$S^\circ_{\text{H}_2} = 130,59$; $S^\circ_{\text{граф}} = 5,69 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$

3.2. Равновесната константа на реакцията



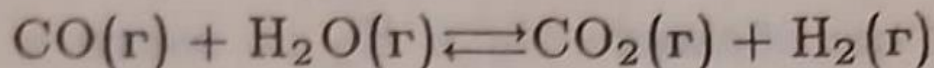
при 252°C е равна на 490. Да се изчисли стандартната енергия на Гибс (ΔG°) за тази реакция.

3.4. Равновесната константа за реакцията



при 1000 K е равна на 1,862. Да се определи K_p при 1200 K, ако средната стойност на ΔH° е 169,58 kJ.

3.5. Равновесната константа на реакцията

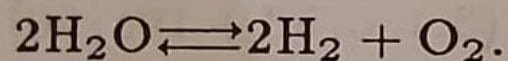


при 1080 K е равна на 1. Да се определи съставът на равновесната смес (в обемни проценти), получаваща се от два обема CO и три обема водна пара.

3.6. Ако се нагрее до 378°C смес, състояща се от един обем N_2 и три обема H_2 , при налягане 10 atm , равновесната смес ще съдържа $3,85\%$ об. NH_3 . Да се определят K_p и K_C .

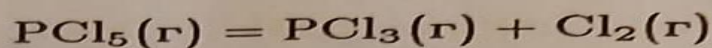
3.7. Да се определи при какво общо налягане добивът на амониак при синтеза му от азот и водород ще бъде 20% . Температурата е 530°C и съотношението между парциалните налягания на азота и водорода в изходната смес е $1:3$.

3.8. Един мол H_2O пара при определена температура термично се дисоциира до H_2 и O_2 . Общото налягане на равновесната смес е p , а степента на дисоциация α . Да се определи K_p на реакцията



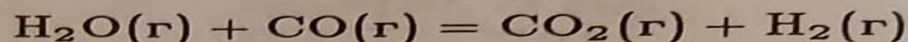
3.5. С повишаване на температурата като правило скоростните константи нарастват. Приложимо ли е аналогично твърдение за равновесната константа?

3.6. Като използвате таблични данни, изчислете K_p и K_c при стандартни условия на реакцията



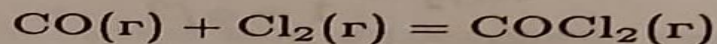
и направете извод за термодинамичната стабилност на PCl_5 при тези условия.

3.7. Равновесната константа на реакцията



при 1000°C е 1,36. В каква посока ще протече реакцията, ако парциалните налягания на всички вещества са равни?

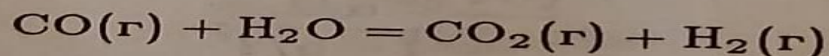
3.8. Равновесната константа K_c на реакцията



при определена температура е 6. В каква посока ще протече реакцията при следните изходни количества на реагиращите вещества:

- 1) 1 mol CO , 1 mol Cl_2 , 4 mol COCl_2 ;
- 2) 1 mol CO , 1 mol Cl_2 , 8 mol COCl_2 ;
- 3) 2 mol CO , 0,25 mol Cl_2 , 3 mol COCl_2 ?

3.9. Равновесната константа на реакцията



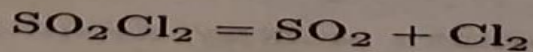
при 1800 K е 1. Колко об. % CO и H_2O трябва да съдържа изходната смес, така че в равновесната смес концентрацията на CO_2 и H_2 да е 20 %?

3.10. При 550°C и налягане 1 atm от 1 mol CO и 1 mol Cl_2 при установяване на равновесието се образуват 0,2 mol COCl_2 . Да се определят K_p и K_c на реакцията.

Отг. 27,64% и 72,36%.

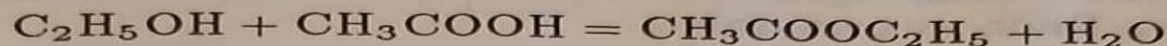
3.11. При 30°C K_p на реакцията

Отг. 0,5625; 38.



е $2,9 \cdot 10^{-2}$. Да се изчисли степента на термична дисоциация на SO_2Cl_2 при 30°C и общо налягане 0,5 atm.

3.13. Равновесната константа на реакцията

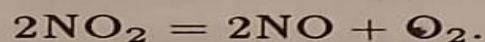


е 3,8. Колко естер ще се образува, ако смесим:

- а) 1 mol спирт и 1 mol киселина;
- б) 1 mol спирт и 2 mol киселина;
- в) 0,5 mol спирт и 1,5 mol киселина?

Отг. а) 0,661 mol; б) 0,839 mol;
в) 0,45 mol.

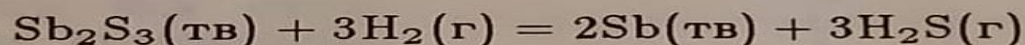
3.14. При общо налягане 1 atm степента на дисоциация на NO_2 е 5 %. Дисоциацията се извършва по уравнението



Да се определи K_p .

Отг. $6,76 \cdot 10^{-5}$.

3.15. При 713 K равновесната константа на реакцията



е 0,429. Изчислете молната част на водорода в газовата фаза. Ще зависи ли равновесният състав на газовата фаза от налягането?

Отг. 0,569.

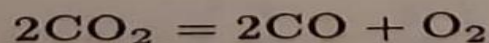
3.16. За реакцията



при 1625 °C $K_p = 1,45 \cdot 10^{-5}$ (налягането е в atm). Изчислете равновесното налягане в газовата фаза (при 1625 °C).

Отг. 0,046.

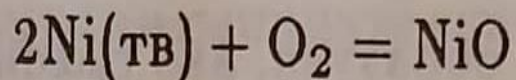
3.17. Равновесната константа K_p на реакцията



е 10^{-21} при 1000 K. Изчислете K_p на тази реакция при 2000 K, ако средната стойност на ΔH° е 569,69 kJ.

Отг. $1,898 \cdot 10^{-6}$.

3.19. При 600°C парциалното налягане на O_2 в системата $\text{Ni} - \text{O} - \text{NiO}$ е $4 \cdot 10^{-17} \text{ mm Hg}$. Да се определи стандартното изменение на енергията на Гибс за реакцията

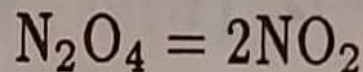


Отг. $322,275 \text{ kJ}$.

3.20. Парциалното налягане на O_2 при 1000 K в системата $\text{Fe} - \text{O} - \text{FeO}$ е $1,9 \cdot 10^{-18} \text{ mm Hg}$. Да се определи ΔG°_{1000} за реакцията $2\text{Fe} + \text{O}_2 = 2\text{FeO}$ и ΔG_{1000} при условие, че окислението се извършва на въздуха.

Отг. $-393,93 \text{ kJ}$; $-380,56 \text{ kJ}$.

3.21. При 25°C стандартното изменение на енергията на Гибс на реакцията



е 5397 J . Определете степента на дисоциация на N_2O_4 : а) при 25°C и 1 atm ; б) при 25°C и 10 atm .

Отг. а) $0,165$; б) $0,05229$.