PHYSICAL CHEMISTRY

රසායනික සමතුලිතතාවය

Sasintha madushan
BSc(Hons)
Contact 0712470326

H_2 වායුවෙන් හා I_2 වායුවෙන් පිළිවෙලින් $0.20\ mol$ yd $0.15\ mol$ බැගින් ගෙන එම වායු මිශ්‍ර කර රත් කිරීමේදී $723\ K$ උෂ්ණත්වයේදී $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,HI_{(g)}$ යන සමතුලිතය ඇතිවූ අතර සමතුලිත මිශ්‍රණයේ අඩංගු HI මවුල ප්‍රමාණය $0.26\ mol$ බව අනාවරණය කර ගන්නා ලදී. $723\ K$ උෂ්ණත්වයේදී මෙම සමතුලිතය සඳහා K_c අගය සොයන්න.

1. පරිමාව v වන භාජනයක් තුල යම් $NH_4Cl_{(s)}$ ස්කන්ධයක් එකතු කර රත් කල විට
$NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3\,(g)} + HCl\,(g)$ යන සමතුලිතතාවයට පත්වේ. $320\ K$ උෂ්ණත්වයේදී පද්ධතිය තුල ආරම්භක පීඩනය $1.0\ \times 10^5\ Nm^{-2}$ වූ He වායුව අඩංගු වේ. $320\ K$ උෂ්ණත්වයේදී සමතුලිතතාවයට පත් වූ පසු පද්ධතිය තුල පීඩනය $1.3\ \times 10^5\ Nm^{-2}$ වේ.

I. ඉහත සමතුලිතය සඳහා K_c හා K_p ගනනය කරන්න.
II. සමතුලිත අවස්ථාවේ $NH_{3\,(g)}$ හා $HCl\,(g)$ සාන්ද්‍රණ සොයන්න.
III. උෂ්ණත්වය වැඩි කල පසු K_p අඩු වේ ද? වැඩි වේ ද? හේතු දක්වන්න.
IV. $400\ K$ දී පද්ධතිය තුල පීඩනය $1.5\ \times 10^5\ Nm^{-2}$ නම් සමතුලිතය සඳහා K_p ගනනය කරන්න.

2. පහත සමතුලිතතාවය සඳහා 1000K උෂ්ණත්වයේ දී $K_p = 0.259$ වේ.
$FeO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$

I. ආරම්භයේදී $CO_{(g)}$ හා $CO_{2(g)}$ වල ආංශික පීඩන පිලිවෙලින් $1\ atm$ හා $0.5\ atm$ නම් $1000\ K$ උෂ්ණත්වයේ දී එක් එක් සංරචකයේ ආංශික පීඩන සොයන්න.
II. සමතුලිත මුළු පීඩනය සොයන්න.
III. සමතුලිත අවස්ථාවේ ආංශික පීඩන සලකා ප්‍රතික්‍රියාව කුමන දිශාවට නැඹුරු වේ ද?
IV. සමතුලිතතාවය සඳහා K_p හා K_c අතර සම්බන්ධතාව ලියන්න.

3. වායුව ඉහල උෂ්ණත්වයේදී $COCl_{2(g)}$ විඝටනය වී $CO_{(g)}$ හා $Cl_{2(g)}$ වායුන් සාදයි.
$944\ cm^3$ පරිමාවක් සහිත භාජනයක $COCl_{2(g)}$ වායුව $1.262\ g$ ක් සිරකර $627\ ℃$ දක්වා රත් කරන ලදි. මෙවිට සමතුලිත පද්ධතිය තුල මුලු පීඩනය $1.872\ atm$ වේ

I. $627\ ℃$ දී $COCl_{2(g)}$ විඝටන ප්‍රමානය කොපමනද ?
II. $627\ ℃$ දී K_p හා K_c කොපමනද ?
III. ඉහත සමතුලිත පද්ධතියට
   a. $CO_{(g)}$, $1mol$ ක් එකතු කල විට,
   b. $He_{(g)}$, $1mol$ ක් එකතු කල විට,

   $Cl_{2(g)}$ හි ආංශික පීඩනය කෙසේ වෙනස් වේ ද ?

4. පහත සමතුලිතතාවය සලකන්න
$$H_2O_{(g)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + CO_{2(g)}$$
$CO_{(g)}$ හා $H_2O_{(g)}$ සම මවුල වලින් ආරම්භ කලේ යැයි සලකන්න. $700\ K$ දී සමතුලිත මිශ්‍රණයේ අඩංගු $CO_{(g)}$ සාන්ද්‍රණය $0.12\ mol\ dm^{-3}$ වූ අතර ආංශික පීඩනය $1.6\ \times 10^6\ Pa$ වේ.

I. ඉහත සමතුලිතය සඳහා K_p හා K_c ගණනය කරන්න.
II. $700\ K$ දී සමස්ත පීඩනය තුන් ගුණයකින් ඉහල නැංවූ විට $H_{2(g)}$ හි ආංශික පීඩනය ගණනය කරන්න.

5. පහත සමතුලිතතාවය සලකන්න.
$a\,A_{(g)} + b\,B_{(g)} \rightleftharpoons c\,C_{(g)} + d\,D_{(g)}$
සමතුලිතතාවය සඳහා K_p හා K_c අතර සම්බන්ධතාව ලියන්න.

පහත සමතුලිතතාවය සලකන්න.
$QR_{3(g)} + R_{2(g)} \rightleftharpoons QR_{5(g)}$
$QR_{3(g)}$, $5\ mol$ හා $R_{2(g)}$, $3\ mol$ භාජනයක තබා ඇත. සමතුලිත වු විට $496\ K$ දී පද්ධතිය තුල පීඩනය $10.13\ \times 10^5\ Pa$ වේ. මේ තත්ව යටතේ ආරම්භක $QR_{3(g)}$ ප්‍රමානයෙන් $30\ \%$ ක් ප්‍රතික්‍රියාවට සාහාගි වී තිබිනි. ඉහත සමතුලිතය සඳහා K_p ගනනය කරන්න.

6. පහත සමතුලිතතාවය සලකන්න එක්තරා උෂ්ණත්වයේ දි $K_c = 25$ වේ.

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,HI_{(g)}$$

$H_{2(g)}$ හා $I_{2(g)}$ සම මවුල වලින් ආරම්භ කලෙ යැයි සලකන්න. මෙම උෂ්ණත්වයේදි $H_{2(g)}$ හා $I_{2(g)}$ සාන්ද්‍රණ කාලය සමග වෙනස්වන අන්දම ප්‍රස්තාර සටහනක් අදින්න.

පරිමාව $0.02\,m^3$ වන භාජනයක් තුල $0.20\,mol\ NO_{(g)}, 0.10\,mol\ H_{2(g)}$ හා $0.20\,mol\ H_2O_{(g)}$ එකතු කර රත් කල විට $500\,K$ දි පහත සමතුලිතතාවයට පත්වේ.

$$2\,NO_{(g)} + 2\,H_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2\,H_2O_{(g)}$$

මෙවිට සමතුලිත පද්ධතිය තුල $NO_{(g)}$ $0.15\,mol$ වේ. සමතුලිතය සදහා K_p හා K_c ගනනය කරන්න.

7. H_2SO_4 නිෂ්පාදනයේ ස්පර්ශ ක්‍රමය හා සම්බන්ධ පහත සමතුලිත ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,SO_{3(g)} \qquad \Delta H < 0$$

පහත විපර්යාස වලට ලක් කල විට ඉහත සමතුලිතයේ සමතුලිතතා ලක්ෂය සහ සමතුලිතතා නියතයෙහි සිදුවන වෙනස් වීම් හේතු දක්වමින් පුරෝකතනය කරන්න. වෙනසක් නොවේ නම් එයද හේතු දක්වමින් පහදන්න.

a. උෂ්ණත්වය හා පරිමාව නියතව තබා පද්ධතියට $SO_{2(g)}$ එකතු කිරීම.
b. උෂ්ණත්වය හා පරිමාව නියතව තබා පද්ධතියෙන් $SO_{3(g)}$ ඉවත් කිරීම.
c. උෂ්ණත්වය නියතව තබා පද්ධතියේ පරිමාව අඩු කිරීම.
d. පරිමාව නියතව තබාගෙන උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීම.
e. පීඩනය නියතව තබාගෙන උෂ්ණත්වය අඩු කිරීම.

8.

a. $2\,NO_{(g)} + 2\,H_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2\,H_2O_{(g)}$ යන සමතුලිතතාවය සලකන්න.
   i. උෂ්ණත්වය නියතව තබාගෙන පීඩනය වැඩිකල විට,
   ii. පීඩනය නියතව තබා ගෙන උෂ්ණත්වය වැඩිකල විට,
   iii. උෂ්ණත්වය නියතව තබා ගෙන උත්පේරකයක් එක් කල විට,

ඉහත සමතුලිතතාවය කෙසේ වෙනස් වේ ද?

b. $Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons 2\,FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$ යන සමතුලිතතාවය සලකන්න. නියත උෂ්ණත්වයේදී,
   i. $CO_{(g)}$ වායුව පද්ධතියට එක් කිරීම,
   ii. $FeO_{(s)}$ පද්ධතියට එක් කිරීම,
   iii. නිෂ්ක්‍රිය වායුවක් පද්ධතියට එක් කිරීම,

අවස්ථා වලදී සමතුලිතතාවය කෙසේ වෙනස් වේ ද?

9. X_2 හා Y_2 සම මවුල (n) වලින් ආරම්භ කල පහත සමතුලිතයේ $300\,K$ දී සමතුලිත වීමට X_2 වලින් ප්‍රතික්‍රියා කල ප්‍රමාණය a ද, $400\,K$ දී සමතුලිත වීමට Y_2 වලින් ප්‍රතික්‍රියා කල ප්‍රමාණය b ද වේ. $300\,K$ දී $K_p = 4$ ද, $400\,K$ දී $K_c = \frac{1}{4}$ ද වේ.

$X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{(g)}$

a. $\frac{a}{b} = \frac{5}{2}$ බව පෙන්වන්න.
b. $b = 0.2\,mol$ නම් ආරම්භක මවුල ගණන n හා a සොයන්න.
c. ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාව තාප දායක වේ ද? අවශෝෂක වේ ද?

$A_{(l)}$ $1.5\,mol$, $B_{(l)}$ $2.0\,mol$ හා $C_{(l)}$ $0.8\,mol$ සංවෘත පද්ධතියක් තුල මිශ්‍රකර $298K$ දී $A_{(l)} + B_{(l)} \rightleftharpoons C_{(l)} + D_{(l)}$ යන සමතුලිතතාව ඇතිවීමට සලසන ලදි.

a. $298K$ සමතුලිත මිශ්‍රණය තුල $C_{(l)}$ හි $1.5\,mol$ අඩංගු විය. $298K$ දී K_c ගණනය කරන්න.
b. මෙම පද්ධතිය $318\,K$ ට පත්කලවිට නව සමතුලිතතාවයක් ඇතිවූ අතර නව සමතුලිත මිශ්‍රණයේ $C_{(l)}$ හි $1.3\,mol$ අඩංගු විය. $318\,K$ දී K_c ගණනය කරන්න.
c. මෙහි ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායකද නැද්ද යන්න අපෝහණය කරන්න.

12. සංශුද්ධ H_2O හා D_2O හි මිශ්‍රණයක් සෑදූ විට H හා D හුවමාරුවී $H_2O_{(l)} + D_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2HDO_{(l)}$ යන සමතුලිතතාව ඇති වේ. මේ සඳහා $400\,K$ දී $K_c = 49$ වේ. $H_2O, 27g$ හා $D_2O, 30g$ මෙලෙස මිශ්‍ර කලවිට ලැබෙන මිශ්‍රණයේ $298\,K$ දී අඩංගු $HDO_{(l)}$ ප්‍රමාණය ගණනය කරන්න.

13. $300\,K$ දී $16.628\,dm^3$ පරිමාව ඇති දෘඩ බඳුනක AB_2 වායුව සාම්පලයක් සිරකර ඇතිවිට පීඩනය $1.4 \times 10^5\,Pa$ විය. බඳුන $350\,K$ තෙක් රත් කලවිට $AB_{2(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + 2B_{(g)}$ යන සමතුලිතතාව ඇතිවිය. මුළු සමතුලිත පීඩනය $2.0 \times 10^5\,Pa$ විය.

a. $350\,K$ දී එක් එක් වායුවේ ආංශික පීඩනය ද K_p ද සොයන්න.

b. ඉහත පද්ධතිය පසුව $380\,K$ තෙක් රත් කරන ලදි. එවිට ඇතිවන නව සමතුලිතතාවයේදී මුළු පීඩනය $3.2 \times 10^5\,Pa$ විය. $380\,K$ දී එක් එක් වායුවේ ආංශික පීඩනය සොයන්න.

c. AB_2 වියෝජනය තාප දායකද තාප අවශෝෂකද යන්න නිර්ණය කරන්න.

14. $X_{2\,(g)}\ 0.5\,mol$ හා $Y_{2(g)}\ 0.5\,mol$ පරිමාව $2\,dm^3$ වන බඳුනක $300\,K$ දී පවතී. මේ වායු මිශ්‍රණය තුලට ඝන උත්ප්‍රේරක සුළු ප්‍රමාණයක් එක්කර $400\,K$ ට පත් කල විට $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{(g)}$ සමතුලිතතාව ඇතිවිය. සමතුලිත මොහොතේදී XY හි ආංශික පීඩනය $6.0 \times 10^5\,Pa$ නම්,

a. $300K$ දී වායු මිශ්‍රණයේ පීඩනය

b. $300K$ දී K_p සොයන්න.

15. රත් කල විට පහත පරිදී වියෝජනය වේ.

$$2\,H_2S_{(g)} \rightleftharpoons 2\,H_{2(g)} + S_{2(g)}$$

$H_2S, 6.8\,g$ ක ප්‍රමාණයක් $2\,dm^3$ පරිමාවකින් යුතු බඳුනක තබා $227\,℃$ ට රත් කල විට සමතුලිත S_2 ප්‍රමානය $2 \times 10^{-2}\,mol$ වේ.

a. ඉහත සමතුලිතතාවය සඳහා K_p හා K_c ප්‍රකාශන ලියන්න.

b. $227\,℃$ දී K_p හා K_c සොයන්න.

c. $227\,℃$ දී $H_{2(g)} + \frac{1}{2}S_{2(g)} \rightleftharpoons H_2S_{(g)}$ සමතුලිතතාවය සඳහා K_c සොයන්න.

16. $450\,K$ ට ඉහල උෂ්ණත්ව වලදී පහත සමතුලිතය ඇතිවේ.

$$A_{(g)} + n\,B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + 2\,D_{(g)}$$

a. ඉහත සමතුලිතයේ K_p හා K_c සංඛ්‍යාත්මක අගය සමාන නම්, K_p හා K_c අර්ථ දැක්වීම් වලින් ආරම්භ කර $n = 2$ බව පෙන්වන්න.

b. $500\,K$ දී A හා B වලින් පමණක් ආරම්භ කරන ලද සමතුලිත මිශ්‍රණයක $P_A = 1.5 \times 10^5\,Pa$, $P_B = 3 \times 10^5\,Pa$, හා $P_C = 4.5 \times 10^5\,Pa$ වේ. $500\,K$ දී K_p ගණනය කරන්න.

c. පරිමාව $8.314\,dm^3$ වන දෘඩ බදුනක A මවුල x හා B මවුල $2x$ ගෙන් ආරම්භ කරන ලද මිශ්‍රණයක $200\,K$ දී ආරම්භක පීඩනය $\boldsymbol{X}$ වේ. මෙම මිශ්‍රණය $500\,K$ ට පත් කල විට සමතුලිත මුළු පීඩනය හා C හී ආංශික පීඩනය පිළිවෙලින් $\boldsymbol{Y}$ හා $\boldsymbol{Z}$ වේ. $5X = 2Y$ හා $Y = 4Z$ බව පෙන්වන්න.

d. $x = 1\,mol$ නම් X, Y හා Z ගණනය කරන්න.

e. $500\,K$ පවතින මෙම (c) හී සමතුලිත පද්ධතියට C හා D මවුල පිළිවෙලින් y හා $2y$ බැගින් එක් කර නැවත සමතුලිත වූ විට මුළු පීඩනය $2 \times 10^6\,Pa$ නම් y හී අගය ගණනය කරන්න.

17. $27\,℃$ දී පරිමාව $8.314\,dm^3$ වන දෘඩ බදුනක් තුල $3 \times 10^5\,Pa$ පීඩනයක් යටතේ A වායුව ඇත. උෂ්ණත්වය $127\,℃$ ට වැඩි කල විට $A_{n(g)} \rightleftharpoons n\,A_{(g)}$ යන සමතුලිතය ඇතිවේ. සමතුලිත විට A වලින් $40\,\%$ ක් විඝටනය වී $7.2 \times 10^5\,Pa$ ක සමතුලිත මුළු පීඩනයක් ඇති කරයි.

a. n අගය සොයන්න

b. $127\,℃$ දී K_p අගය ගණනය කරන්න.

c. $227\,℃$ ට රත් කල විට මුළු පීඩනය $8.4 \times 10^5\,Pa$ වේ. ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවේ එන්තැල්පියේ ලකුණ හේතු දක්වමින් ලබා ගන්න.

d. $A_{n(g)}$ හා $A_{(g)}$ හී සම්මත උත්පාදන එන්තැල්පි පිළිවෙලින් $240\ kJ\ mol^{-1}$ හා $200\ kJ\ mol^{-1}$ වේ. $A-A$ වල සම්මත බන්ධන විඝටන එන්තැල්පිය $120\ kJ\ mol^{-1}$ වේ. මෙම දත්ත භාවිතයෙන් $A_{n(g)}$ ට ඇත්තේ චක්‍රීය ව්‍යුහයක් බව පෙන්වන්න.

18. මෙතනැල් ජලීය ක්ෂාරයක් සමග පහත සමතුලිතතාවය ඇති කරයි.

$$2\ HCHO_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$$

a. සමතුලිත මිශ්‍රණයේ $250\ cm^3$ ක් තුල $HCHO_{(aq)}, 0.55\ mol$ ක් ද, $OH^-_{(aq)}, 0.1\ mol$ ක් ද, $CH_3OH_{(aq)}, 0.1\ mol$ ක් ද, $HCOO^-_{(aq)}, 0.6\ mol$ ක් ද පවතී නම්, සමතුලිතතා නියතය K_c සොයන්න.

b. මෙම උෂ්ණත්වයේදීම සමතුලිත ද්‍රාවණ $500\ cm^3$ ක් තුල $CH_3OH_{(aq)}, 0.3\ mol$ ලබා ගැනීමට $HCHO_{(aq)}, 1\ mol$ ක් සමඟ මිශ්‍ර කල යුතු $OH^-_{(aq)}$ අයන ප්‍රමාණය සොයන්න.

19. 100 ℃ ට වඩා වැඩි උෂ්ණත්වයේදී පහත සමතුලිතය ඇතිවේ.

$$2\ AB_{2(g)} \rightleftharpoons A_{2(g)} + 2\ B_{2(g)}$$

දෘඩ බඳුනක AB_2 වායු සාම්පලයක් සිර කර 300 ℃ දී ඉහත සමතුලිතතාවය ඇතිවූ පසු AB_2 මවුල භාගය 0.4 ද මුළු පීඩනය $1.2 \times 10^5\ Pa$ ද වේ.

500 ℃ ට පත්කල විට නව සමතුලිතතාවක් ඇතිවන අතර මෙවිට A_2 මවුල භාගය 0.3 වන අතර $K_p = 16.2 \times 10^5\ Pa$ වේ.

a. 300 ℃ දී සියළු සංඝටකවල මවුල භාග

b. 500 ℃ දී සියළු සංඝටක වල මවුල භාග

c. 300 ℃ දී K_p අගය

d. 500 ℃ දී මුළු පීඩනය සොයන්න.

e. ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාව තාප දායක ද? අවශෝෂක ද? හේතු දක්වමින් පහදන්න.

f. පද්ධතිය 200 ℃ ට පත් කල විට ඉහත සමතුලිතයට අමතරව පහත සමතුලිතයද ඇතිවේ.

$$A_{2(g)} \rightleftharpoons A_{2(l)}$$

200 ℃ දී A_2 හී සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය $1 \times 10^4\ Pa$ හා AB_2 හී මවුල භාගය, B_2 හී මවුල භාගය මෙන් දෙගුණයක් නම් 200 ℃ හී දී K_p ගණනය කරන්න.

20. $300\ K$ දී NH_4HS ඝනය ඇති කරන පහත සමතුලිතතාවය සලකන්න.

$$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$$

$300\ K$ දී පරිමාව $4.157\ dm^3$ වන දෘඩ බඳුනකට $NH_4HS, 10\ g$ ක් දමා ඉහත සමතුලිතයට එළැඹුනු පසු සමතුලිත මුළු පීඩනය $6 \times 10^4\ Pa$ වේ. $NH_4HS_{(s)}$ හී පරිමාව නොසලකා හරින්න. පහත ඒවා ගණනය කරන්න.

a. විඝටනය වූ $NH_4HS_{(s)}$ ස්කන්ධය

b. $300\ K$ දී ඉහත සමතුලිතය සඳහා K_p

c. ඉහත සමතුලිතතාවයට නියත උෂ්ණත්වයේ පහත බලපෑම් ඇති කල විට, මුළු පීඩනයේ සිදුවන වෙනස හේතු සහිතව සඳහන් කරන්න.

i. $NH_4HS_{(s)}$ ඝනය ස්වල්පයක් එක් කල විට,

ii. පරිමාව අඩකින් අඩුකල විට,

d. ඉහත සමතුලිතතාවයට $300\ K$ දීම $H_2S, x\ mol$ එකතු කල විට සෑදෙන නව සමතුලිතයේ H_2S හී ආංශික පීඩනය NH_3 හී ආංශික පීඩනය මෙන් **හතර** ගුණයක් වේ.

i. x හී අගය සොයන්න

ii. නව සමතුලිතතාවයේදී NH_3 වල මවුල භාගය හා H_2S හී ආංශික පීඩනය සොයන්න