අ.පො.ස. (උසස් පෙළ)

රසායන විද්‍යාව

13 ශ්‍රේණිය

සම්පත් පොත

11 ඒකකය - චාලක රසායනය
12 ඒකකය - රසායනික සමතුලිතතාව
13 ඒකකය - විද්‍යුත් රසායනය

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම
www.nie.lk

රසායන විද්‍යාව

සම්පත් පොත

13 ශ්‍රේණිය

© ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

පළමු මුද්‍රණය – 2019

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව

විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ශ්‍රී ලංකාව

ප්‍රකාශනය : මුද්‍රණාලය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මහරගම

ශ්‍රී ලංකාව

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

අධ්‍යාපනයේ ගුණාත්මකභාවය වර්ධනය කිරීම සඳහා ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය වරින් වර අවස්ථානුකූල පියවර ගනු ලබයි. අදාළ විෂයයන් සඳහා අතිරේක සම්පත් පොත් සකස් කිරීම එවන් එක් පියවරකි.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමාලා සංවර්ධන කණ්ඩායමත්, ජාතික විශ්ව විද්‍යාලවල විද්වතුන් සහ පාසැල් පද්ධතියේ පළපුරුදු ගුරුවරුන් මගින් අතිරේක සම්පත් පොත් සකස් කර ඇත. 2017 දී ක්‍රියාත්මක කරන ලද අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) නව විෂය නිර්දේශයට අනුව මෙම අතිරේක සම්පත් පොත් ලියා ඇති නිසා සිසුන්ට අදාළ විෂය කරුණු පිළිබඳව අවබෝධය පුළුල් කළ හැකි අතර වඩාත් ඵලදායී ඉගෙනුම් ඉගැන්වීම් ක්‍රියාකාරකම් සැලසුම් කිරීමට ගුරුවරුන්ට මේවා පරිශීලනය කල හැක.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයේ සාමාජිකයින්ට සහ බාහිර විෂය ක්ෂේත්‍රයේ විද්වත් විශේෂඥයන්ට ඔබ වෙත මෙම තොරතුරු ලබා දීම සඳහා ඔවුන්ගේ ශාස්ත්‍රීය දායකත්වය ලබා දීම වෙනුවෙන් මාගේ අවංක කෘතඥතාව පළ කිරීමට කැමැත්තෙමි.

ආචාර්ය ටී.ඒ.ආර්.ජේ. ගුණසේකර
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම.

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය

2017 වර්ෂයේ සිට ශ්‍රී ලංකාවේ සාමාන්‍ය අධ්‍යාපන පද්ධතියේ අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) සඳහා තාර්කීකරණයට ලක් කළ නව විෂයමාලාවක් ක්‍රියාත්මක වේ. ඉන් අදහස් වන්නේ මෙතෙක් පැවති විෂයමාලාව යාවත්කාලීන කිරීමකි. මේ කාර්යයේ දී අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව, භෞතික විද්‍යාව හා ජීව විද්‍යාව යන විෂයවල විෂය සන්ධාරයේත්, විෂය ආකෘතියේත්, විෂයමාලා ද්‍රව්‍යවලත් යම් යම් සංශෝධන සිදු කළ අතර, ඊට සමගාමීව ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ ක්‍රමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදි. විෂයමාලවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විශාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ අනුක්‍රමයේ යම් යම් වෙනස්වීම් ද සිදු කරනු ලැබී ය. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පොතක් හඳුන්වා දෙන ලදි.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි භාෂාවෙන් සම්පාදිත, අන්තර්ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ග්‍රන්ථ පරිශීලනය පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපොත් භාවිත කිරීමේ දී පරස්පරවිරෝධී විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අභිභවා ගිය විෂය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට එම ග්‍රන්ථ පරිහරණය පහසු වූයේ නැත. මේ ග්‍රන්ථය ඔබ අතට පත් වන්නේ ඒ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සාහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

එබැවින් මේ ග්‍රන්ථය මඟින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත්ව සිය මවුභාෂාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරණය කිරීමට සිසුන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ග්‍රන්ථ, අතිරේක පන්ති වැනි මූලාශ්‍රවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු ලබා ගැනීම වෙනුවට විෂයමාලාව මඟින් අපේක්ෂිත තොරතුරු ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට නිවැරදිව ලබා ගැනීමට මේ ග්‍රන්ථය උපකාරී වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ විශ්වවිද්‍යාල ආචාර්යවරුන් හා ගුරුභවතුන් විසින් සම්පාදිත මේ ග්‍රන්ථය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමාලා කමිටුවෙන් ද අධ්‍යයන මණ්ඩලයෙන් ද පාලක සභාවෙන් ද අනුමැතිය ලබා ඔබ අතට පත් වන බැවින් ඉහළ ප්‍රමිතියෙන් යුතු බව නිර්දේශ කළ හැකි ය.

ආචාර්ය ඒ.ඩී.ඒ. ද සිල්වා

අධ්‍යක්ෂ

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

අනුශාසකත්වය
ආචාර්ය ටී.ඒ.ආර්.ජේ. ගුණසේකර
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

අධීක්ෂණය
ආචාර්ය ඒ.ඩී.ඒ. ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විෂය නායකත්වය
එම්.එස්. වික්‍රමසිංහ
සහකාර කථිකාචාර්ය, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

අභ්‍යන්තර සංස්කරණ මණ්ඩලය
එල්.කේ. වඩුගේ මයා
ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
ජී.ජී.පී.එස්. පෙරේරා මිය
සහකාර කථිකාචාර්ය, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
වී. රාජුදේවන් මයා
සහකාර කථිකාචාර්ය, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව

කර්තෘ මණ්ඩලය

ආචාර්ය ඩබ්ලිව්.එම්.ඒ.ටී. බණ්ඩාර	-	රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය (11, 12 හා 13 වන ඒකකය)
ආචාර්ය දක්ෂිකා වන්නිආරච්චි	-	රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්වවිද්‍යාලය (13 වන ඒකකය)

බාහිර සංස්කරණ මණ්ඩලය

ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය එස්.පී. දූරණියගල	-	රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්වවිද්‍යාලය
ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය එම්.ඩී.පී. ද කොස්තා	-	රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය
ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය එච්.එම්.ඩී.එම්. ප්‍රියන්ත	-	රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය
මහාචාර්ය සුදන්ත ලියනගේ	-	රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්වවිද්‍යාලය
කේ.ඩී. බන්දුල කුමාර මයා	-	නියෝජ්‍ය කොමසාරිස්, අධ්‍යාපන ප්‍රකාශන දෙපාර්තමේන්තුව, අධ්‍යාපන දෙපාර්තමේන්තුව
මුදිතා අතුකෝරල මිය	-	ගුරු සේවය 1, ප්‍රජාපතී බාලිකා විද්‍යාලය, හොරණ
දිපිකා නෙත්සිංහ මිය	-	ගුරු සේවය 1 **(විශ්‍රාමික), කාන්තා විදුහල, කොළඹ** 07
සී.ඒ.එම්. පෙරේරා මෙනෙවිය	-	ගුරු සේවය 1, වේල්ස් කුමරි විද්‍යාලය, මොරටුව
වි.කේ.ඩබ්.ඩී සාලිකා මාධවි මිය	-	ගුරු සේවය 1, මුස්ලිම් කාන්තා විදුහල, කොළඹ 04
එච්.එම්.ඩී.ඩී දීපිකා මැණිකේ මිය	-	ගුරු සේවය 1, විහාර මහා දේවි බාලිකා විදුහල, කිරිබත්ගොඩ

භාෂා සංස්කරණය
ජයත් පියදසුන් මයා
ප්‍රධාන උප කර්තෘ - සිළුමිණ,
ලේක් හවුස්, කොළඹ 10

මුල් පිටුව
ආර්.ආර්.කේ. පතිරණ මිය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විවිධ සහාය
ඩබ්.පී.පී. වීරවර්ධන මිය
මංගල වැලිපිටිය මයා
රංජිත් දයාවංශ මයා

:

පටුන

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්තුමියගේ පණිවිඩය……………………………………………………………..…… iii

අධ්‍යක්ෂතුමාගේ පණිවිඩය…………………………………….………………………..….……... iv

විෂයමාලා කමිටුව ……………………………………………………………………………..…….... v

11 ඒකකය-චාලක රසායනය ……………………………..……………………..…...........…01-76

1.1 රසායනික චාලක විද්‍යා සංකල්පය 02
1.2 ප්‍රතික්‍රියාවක සීඝ්‍රතාව 05
1.3 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව හා ස්ටොයිකියොමිතිය 09
1.4 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා නිර්ණයේ කිරීමේ පරීක්ෂණාත්මක ශිල්ප ක්‍රම 14
1.5 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක ශිඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන සාදක 16
1.6 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන සාධකවල බලපෑම පැහැදිලි කිරීම සඳහා අණුක චාලක වාදය (සංඝට්ටන වාදය) භාවිත කරයි 16
1.6.1 සංඝට්ටන වාදය
1.7 ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය උචිත ලෙස හැසිරවීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය පාලනය කිරීම 26
1.7.1 ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය ප්‍රකාශ කිරීම: මධ්‍යක, තත්කාල හා ආරම්භක වේග
1.7.2 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම ශූන්‍ය පෙළ, පළමු පෙළ හා දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවල සාන්ද්‍රණය සමඟ වේගයේ වෙනස් වීමෙහි ප්‍රස්තාරික නිරූපණය
1.7.4 ප්‍රතික්‍රියා පෙළ හා වේග නියතය (වේග නියමය) නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රම
1.8 ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි භෞතික ස්වභාවයේ බලපෑම 55
1.9 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි උත්ප්‍රේරකවල බලපෑම 56
1.10 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල වේග විස්තර කිරීම සඳහා ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ භාවිතයට ගැනීම 58
1.10.1 ප්‍රතික්‍රියාවක අණුකතාව
1.10.2 තනි පියවර ප්‍රතික්‍රියා සඳහා නිදසුන්
1.10.3 බහු පියවර ප්‍රතික්‍රියා
1.10.4 මූලික ප්‍රතික්‍රියාවල වේග නියම
1.10.5 ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ හා වේග නියමය
1.10.6 අනුගාමී (මූලික) ප්‍රතික්‍රියා
1.10.7 යන්ත්‍රණයක පූර්ව සමතුලිතතා පවතින අවස්ථා
1.11 ප්‍රතික්‍රියාවල ශක්ති පැතිකඩ 71

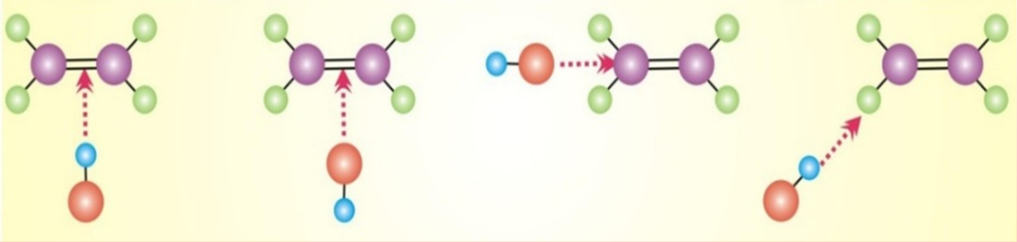
12 ඒකකය - රසායනික සමතුලිතතාව…………………….…….......................................77-232

2.1 සමතුලිතතා සංකල්පය 78
2.1.1 භෞතික ක්‍රියාවලිවල සමතුලිතතාව
2.1.2 රසායනික ක්‍රියාවලිවල සමතුලිතතාව
2.1.3 රසායනික සමතුලිතතා නියමය හා සමතුලිතතා නියතය
2.1.4 සමතුලිතතා නියමය හා ප්‍රතික්‍රියාවක් සඳහා පොදු සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනය
2.1.5 ප්‍රතික්‍රියා ප්‍රමාණය
2.1.6 සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශය ලිවීමේ විවිධ ආකාර
2.1.7 වායුමය පද්ධතිවල සමතුලිතතා නියතය
2.1.8 විෂම ජාතීය සමතුලිතතා

2.1.9 බහුපියවර ප්‍රතික්‍රියා සඳහා සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශන
2.1.10 ප්‍රතික්‍රියාවක දිශාව පෙරයීම හා සමතුලිතතා නියතය පදනම් වූ ගණනය කිරීම්
2.1.11 සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ගණනය කිරීම්
2.1.12 සමතුලිතතාව කෙරෙහි බලපාන සාදක
2.2 ජලීය ද්‍රාවණවල අයනික සමතුලිතතා 117
2.2.1 අම්ල, හස්ම (සහ ලවණය)
2.2.2 සංයුග්මක අම්ල හස්ම යුගල
2.2.3 අම්ලවල හා හස්මවල අයනීකරණය
2.2.4 ජලයේ අයනීකරණ නියතය හා එහි අයනික ගුණිතය
2.2.5 pH පරිමාණය
2.2.6 දුබල අම්ල හා අයනීකරණ (විඝටන) නියතය
2.2.7 දුබල හස්ම හා හස්ම අයනීකරණ නියතය
2.2.8 K_a හා K_b අතර සම්බන්ධතා
2.2.9 ලවණවල ජලවිච්ඡේදනය හා ඒවායේ ද්‍රාවණවල pH අගය
2.2.10 පොදු අයනයක් අඩංගු ජලීය ද්‍රාවණය
2.2.11 පරිමාමිතික අනුමාපන
2.2.12 ද්විභාස්මික හා බහුභාස්මික අම්ල හා ද්විආම්ලික හා බහුආම්ලික හස්ම
2.2.13 අම්ල හස්ම දර්ශක
2.3 ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණ 167
2.4 ද්‍රාව්‍යතා සමතුලි 175
2.4.1 අයනික හා සහසංයුජ ද්‍රාවණ
2.4.2 ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය (ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත නියතය)
2.4.3 ද්‍රාව්‍යතාව හා ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත ගනනය කිරීම්
2.4.4 අවක්ෂේපයක් සෑදීම පෙරයීම
2.4.5 ද්‍රාව්‍යතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක
2.4.6 pH ආවරණය
2.4.7 ගුණාත්මක (කැටායන) විශ්ලේෂණයේ දී ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතයේ යෙදීම
2.5 විවිධ කලාපවල සමතුලි 199
2.5.1 සංවෘත බඳුනක අඩංගු ද්‍රවයක වාෂ්පීභාවනය
2.5.2 සමතුලිතතා (සංතෘප්ත) වාෂ්ප පීඩනය මැනීම
2.5.3 උෂ්ණත්වය සමග සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩනයේ විචලනය
2.5.4 තාපාංකය
2.5.5 වාෂ්පීකරණයේ එන්තැල්පිය
2.5.6 සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යවල කලාප රූපසටහන්
2.6 ද්වයංගී ද්‍රව පද්ධතිවල ද්‍රව වාෂ්ප සමතුලිතතා 217
2.6.1 පරිපූර්ණ මිශ්‍රණවල ලක්ෂණ
2.6.2 අමිශ්‍ර්‍ය ද්‍රව ද්‍රව පද්ධත
2.7 විභාග/ව්‍යාප්ති සංගුණකය 229

13 ඒකකය-විද්‍යුත් රසායනය ……………………………..……………………..….........…233-268
3.1 සන්නායකතාව 234
3.1.1 ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක
3.2 සමතුලිතතාවයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩ 238
3.2.1 ලෝහ - ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.2 ලෝහ - ලෝහ අද්‍රාව්‍ය ලවණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

3.2.3 වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.4 රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.3 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ 250
3.3.1 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක් ගොඩ නැඟීම
3.3.2 ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය කෙරෙහි බලපාන සාධක
3.3.3 විවිධ වර්ගවල විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ
3.4 විද්‍යුත් විච්ඡේදනය 260
3.4.1 ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.2 තඹ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම
3.4.3 නිශ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම
3.4.4 නිශ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.5 නිශ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා NaCl(l) (විලීන සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ්) විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.6 විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක ආකාරය
3.4.7 ගැල්වානි කෝෂ හා විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ සන්සන්දනය කිරීම



1.චාලක රසායනය

අන්තර්ගතය

1.1 රසායනික චාලක විද්‍යාවේ මූලික සංකල්ප

1.2 ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව

1.3 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව හා ස්ටොයිකියොමිතිය

1.4 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා නිර්ණය කිරීමේ පරීක්ෂණාත්මක ශිල්ප ක්‍රම

1.5 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

1.6 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන සාධකවල බලපෑම පැහැදිලි කිරීම සඳහා අණුක චාලක වාදය (සංඝට්ටන වාදය) භාවිත කිරීම.

1.6.1 සංඝට්ටන වාදය

1.7 ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය උචිත ලෙස හැසිරවීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය පාලනය කිරීම

1.7.1 ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය ප්‍රකාශ කිරීම: මධ්‍යක, තත්කාල හා ආරම්භක වේග

1.7.2 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම

1.7.3 ශුන්‍ය පෙළ, පළමු වන පෙළ හා දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවල සාන්ද්‍රණය සමඟ වේගයේ වෙනස් වීමෙහි ප්‍රස්තාරික නිරූපණය

1.7.4 ප්‍රතික්‍රියා පෙළ හා වේග නියතය (වේග නියමය) නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රම

1.8 ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි භෞතික ස්වභාවයේ බලපෑම

1.9 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි උත්ප්‍රේරකවල බලපෑම

1.10 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල වේග විස්තර කිරීම සඳහා ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ භාවිතයට ගැනීම

1.10.1 ප්‍රතික්‍රියාවක අණුකතාව

1.10.2 තනි පියවර ප්‍රතික්‍රියා සඳහා නිදසුන්

1.10.3 බහු පියවර ප්‍රතික්‍රියා

1.10.4 මූලික ප්‍රතික්‍රියාවල වේග නියම

1.10.5 ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ හා වේග නියමය

1.10.6 අනුගාමී (මූලික) ප්‍රතික්‍රියා

1.10.7 යන්ත්‍රණයක පූර්ව සමතුලිතතා පවතින අවස්ථා

1.11 ප්‍රතික්‍රියාවල ශක්ති පැතිකඩ

හැඳින්වීම

ඉහත ඒකකවල දී උදාහරණ වශයෙන් 4 වන ඒකකයේ දී හා 5 වන ඒකකයේ දී ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදුවීම සඳහා අණුවල මූලික හැසිරීම් රටා, ඒවායේ භෞතික තත්ත්ව හා ශක්ති අවශ්‍යතා පැවතිය යුතු ආකාරය විස්තර කර ඇත. නමුත් ප්‍රතික්‍රියක හා ඵලවල ප්‍රමාණ හා ඒවායේ අණුක ස්වභාවය දන්නා නමුත්, රසායනික ප්‍රතික්‍රියා කොතරම් වේගයකින් සිදු වනවා ද යන්න හා ඒ සඳහා සපිරිය යුතු අවශ්‍යතා පිළිබඳ අපගේ අවධානය මෙතෙක් ගුණාත්මකව යොමු කර නැත. එබැවින් මේ ඒකකය මඟින් ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව සලකා බලන චාලක විද්‍යාව කෙරෙහි අවධානය යොමු කරවයි. අප විසින් ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව, ඒ සඳහා බලපාන සාධක, එම බලපෑම් විස්තර කෙරෙන සිද්ධාන්ත හා ප්‍රතික්‍රියක ඵල බවට පත් වීමේ පියවරවල දී සිදු වන වෙනස්කම් පරීක්ෂාවට ලක් කරනු ලැබේ. එසේ ම මේ ඒකකය මඟින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවය පිළිබඳව ඇති සාමාන්‍ය අදහස් හා ඒ සඳහා බලපාන මූලික සාධක වන සාන්ද්‍රණය/ පීඩනය, භෞතික තත්ත්ව, උත්ප්‍රේරක හා උෂ්ණත්වය හඳුන්වා දෙනු ලබයි. තව දුරටත් වේග නියමය මඟින් වේගය ප්‍රකාශ කිරීම, එහි සංඝටක නිර්ණය කිරීම, ප්‍රතික්‍රියාව සිදුවීමේ දී සාන්ද්‍රණ කෙසේ වෙනස් වේ ද යන්න දැක්වීම හා අර්ධ ආයු කාලයේ අර්ථය සාකච්ඡා කරනු ලබයි. මෙයට අමතරව, ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ, ප්‍රතික්‍රියා පියවර හා රසායනික ප්‍රභේද විස්තර කරනු ලබන අතර ප්‍රතික්‍රියකවල බන්ධන බිඳීම හා ඵලවල බන්ධන සෑදීම මඟින් මෙය නිරූපණය කරනු කෙරේ.

1.1 රසායනික චාලක විද්‍යා සංකල්පය

පස් වැනි ඒකකයේ දී (ශක්ති විද්‍යාව) අපි රසායනික ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳ යම් අදහසක් ලබා ගත්තෙමු. රසායන විද්‍යාව ප්‍රධාන වශයෙන් ම ස්වභාවයේ නැත හොත් ද්‍රව්‍යවල සිදු වන අප අවධානයට පාත්‍ර වන වෙනස් වීම් හා සම්බන්ධ වූවකි. එබඳු වෙනස්කම් සරල ලෙස සමීකරණ ආකාරයෙන් ප්‍රකාශ කෙරෙන අතර, ඒවා රසායනික ප්‍රතික්‍රියා ලෙස සැලකේ. ඕනෑ ම රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් අධ්‍යයනය කිරීමේ දී අපි පහත දැක්වෙන දෑ සෙවීමට යත්න දරමු.

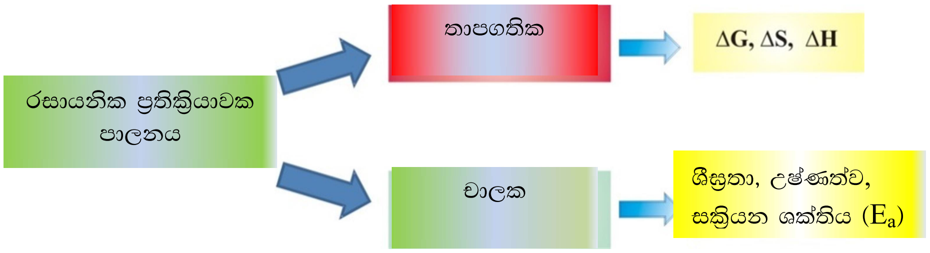
(a) ප්‍රතික්‍රියාවේ සාධ්‍යතාව: මෙය තාප ගති විද්‍යාවෙන් පෙරයිය හැකි ය. නිදසුනක් ලෙස ප්‍රතික්‍රියාවක් හා අනුබද්ධ ශක්ති විපර්යාස ΔH හා ΔG වැනි තාපගතික රාශි මඟින් ප්‍රකාශ කළ හැකි ය. තව ද නියත උෂ්ණත්වයේ දී හා පීඩනයේ දී $\Delta G < 0$ වන ප්‍රතික්‍රියා සාධ්‍ය (ස්වයං සිද්ධව සිදු වන) බව අපි දනිමු. මෙයින් ප්‍රතික්‍රියාවක් කුමන දිශාවට සිදු වන්නේ දැයි කියවේ.

(b) ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රමාණය අපේක්ෂිත ඵල නිපදවමින් ප්‍රතික්‍රියාවක් කොතරම් දුරකට සිදු වන්නේ දැයි මින් පැහැදිලි කෙරෙන අතර, මෙය රසායනික සමතුලිතතාව මඟින් නිර්ණය කළ හැකි ය (12 ඒකකය). සමතුලිතතා නියමය පිළිබඳ දැනුමින් මෙය ප්‍රමාණකරණය කළ හැකි ය.

මෙයට අමතරව, අප අවධානයට පාත්‍ර විය යුතු ඒ හා සමාන වැදගත්කමකින් යුත් තවත් අංගයක් වේ. එනම් ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව හා ඒ වේගය පාලනය කරන සාධක ය. මෙහි දී යම් දන්නා අවස්ථාවක් (ප්‍රමාණය) වෙත ළඟා වීමට ප්‍රතික්‍රියාවක් ගන්නා කාලය අධ්‍යයනය කළ යුතු ය. තව ද, ප්‍රතික්‍රියක වල බවට පරිවර්තනය වන ආකාරය හෙවත් ප්‍රතික්‍රියාවේ යන්ත්‍රණය දත යුතු ය. මේ සියලු ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු 'රසායනික චාලක විද්‍යාව' යනුවෙන් හැඳින්වෙන රසායන විද්‍යාවේ ශාඛාව මඟින් සොයා ගත හැකි ය. එමඟින් ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව හා ඒවයේ යන්ත්‍රණ හැදෑරීමට ලක් කෙරේ.

යම් ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීමට නම්, එය පද්ධතියේ උෂ්ණත්වය හා පීඩනය වැනි දෙන ලද තත්ත්ව යටතේ තාපගතික වශයෙන් සේ ම චාලක වශයෙන් ද අනුබල ලැබිය යුතු ය. මේ පද

සාපේක්ෂ ය. එනම්, ඵලයක අවශ්‍ය ප්‍රමාණය සෑදීමට තරම් තාපගතික ලෙස ප්‍රතික්‍රියාව අනුබල ලැබිය යුතු අතර, අවශ්‍ය කාල පරිමාණය තුළ දී සම්පූර්ණත්වය කරා යෑමට තරම් චාලක තත්ත්ව ඊට හිතකර විය යුතුය. උදාහරණ වශයෙන් න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා සිදු වන්නේ තත්පරයකිනුත් භාග ගණනක් තුළ ඉතා වේගයෙනි. එහෙත් මිනිරන්, දියමන්ති බවට පරිවර්තනය වීමට වසර මිලියන ගණනක් ගත වේ. මෙයට හේතුව දෙවනුව කියන ලද ප්‍රතික්‍රියාවේ ඉදිරි ගමන සඳහා අභිභවා ලිය යුතු සක්‍රියන ශක්තියෙහි (E_a) අධික බවයි. එසේ ම, අණුක මට්ටමින්, ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය හා ඵල පාලනය කරන සිද්ධි අනුක්‍රමය හෙවත් ප්‍රතික්‍රියාවේ යන්ත්‍රණය අප විසින් සලකා බැලිය යුතු ය. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතා අධ්‍යයනය බොහෝ ක්ෂේත්‍ර සඳහා වැදගත් වේ. සමතුලිතතා නියත සාධකය, ප්‍රතික්‍රියාවේ ΔG යන තාපගතික රාශිය හා සම්බන්ධ වන බව ද මෙහිලා සැලකිල්ලට පාත්‍ර විය යුතු ය. මේ සාධක සරල වශයෙන් 1.1 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ක්‍රමානුරූපි ලෙස පෙන්නුම් කළ හැකි ය.



1.1 රූපය තාපගති විද්‍යාවට හා චාලක විද්‍යාවට අනුව රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල පාලනය

ප්‍රතික්‍රියාවල තාප ගතික පාලනය සිදු වන්නේ එන්තැල්පිය, එන්ට්‍රොපිය හා උෂ්ණත්වය මඟිනි. චාලක අධ්‍යයන, රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය හෙවත් ශීඝ්‍රතාව නිර්ණය කිරීමට උපකාරි වනවා පමණක් නො ව, ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා වෙනස් කළ හැකි තත්ත්ව ද විස්තර කරයි. සාන්ද්‍රණය, උෂ්ණත්වය, පීඩනය හා උත්ප්‍රේරක වැනි සාධක ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය කෙරෙහි බලපායි. මේ අධ්‍යයනවල දී ප්‍රතික්‍රියා වූ හෝ සෑදුණු ප්‍රමාණ වැනි මැනිය හැකි රාශි අධ්‍යයනය කිරීම මඟින් ඒවා වැය වුණු නැත හොත් නිපදවුණු ශීඝ්‍රතා අධ්‍යයනය කිරීම මහේක්ෂ මට්ටමින් සිදු කළ හැකි වේ. අණුක මට්ටමේ දී, දිශානතිය හා බැඳුණු ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ හා සංඝට්ටනයට පාත්‍ර වන අණුවල ප්‍රවේග හා ශක්ති සැලකිල්ලට ගත යුතු ය. සාමාන්‍යයෙන් මේ පරාමිති මැනීම අපහසු ය.

රසායනික ක්‍රියාවලි කෙරෙහි අවධානය යොමු කරන විට අපට පෙනී යන කරුණක් නම්, ස්ඵෝටන ප්‍රතික්‍රියා වැනි රසායනික ක්‍රියාවලි රැසක් තත්පරයකින් පංගුවක දී සිදු වී නිම වන බව ය; ඒ අතර යකඩ මල බැඳීම වැනි ක්‍රියාවලි සඳහා ඉතා දීර්ඝ කාලයක්, ඇතැම් විට ශතවර්ෂ ගණනක් ගත වන බව ය. සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් සුදු අවක්ෂේපය දෙමින් ජලීය සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණයක්, ජලීය සිල්වර් නයිට්රේට් ද්‍රාවණයක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීම වැනි ද්‍රාවණ මාධ්‍යයේ සිදු වන අයනික ප්‍රතික්‍රියා සිදු වන්නේ ඉතා කෙටි (එහෙත් දියුණු තාක්ෂණික ක්‍රමවලින් මැනිය හැකි) කාලය දී ය. මේ මට්ටමේ දී සැබැවින් ම රසායනික චාලක විද්‍යාව යටතේ අප විසින් හදාරනු ලබන්නේ ඉතා වේගයෙන් හෝ ඉතා සෙමෙන් හෝ සිදු නොවන ප්‍රතික්‍රියා පමණි. සාමාන්‍යයෙන් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී ප්‍රතික්‍රියක අණුවල බන්ධන බිඳීමත්, ඵල අණුවල බන්ධන තැනීමත් සිදු වේ. දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී ප්‍රබල බන්ධන බිඳෙන ප්‍රතික්‍රියාවකට වඩා දුබල බන්ධන බිඳෙන ප්‍රතික්‍රියාවක් වේගවත් බව තේරුම් ගැනීම පහසු ය. ද්‍රාවණයේ දී ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය වැනි අයනික සංයෝග සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වන බැවින් අයනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී බන්ධන බිඳීමක් සිදු නො වේ. එහෙයින් අයනික ප්‍රතික්‍රියාවක් වේගවත් ය. විවිධ ප්‍රතික්‍රියාවල දී බිඳෙන බන්ධනවල ශක්ති එකිනෙකට වෙනස් වන බැවින් ඒවා සිදු වන්නේ විවිධ වේගවලිනි. දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී අඩුවෙන් බන්ධන ප්‍රතිසංවිධානය වන ප්‍රතික්‍රියා, සැලකිය යුතු තරමින් බන්ධන ප්‍රතිසංවිධානය වන

ප්‍රතික්‍රියාවලට වඩා සාමාන්‍යයෙන් වේගවත් ය. රසායනික චාලක විද්‍යාව හෙවත් ප්‍රතික්‍රියා සම්බන්ධ චාලක විද්‍යාව යනු රසායනික ක්‍රියාවලිවල ශීඝ්‍රතා පිළිබඳ අධ්‍යයනයයි. විවිධ පරීක්ෂණාත්මක තත්ත්ව රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය කෙරෙහි බලපාන්නේ කෙසේ දැයි ගවේෂණය කිරීම රසායනික චාලක විද්‍යාවට අයත් වන අතර, ඉන් ප්‍රතික්‍රියාවල යන්ත්‍රණ හා සංක්‍රමණ අවස්ථා සම්බන්ධ තොරතුරු අනාවරණය කෙරේ. තව ද එමගින් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක ගති ලක්ෂණ විස්තර කෙරෙන ගණිතමය ආකෘති (වේග සමීකරණ) ගොඩනැගීම ද සිදු කෙරේ. එබැවින්, පහත විස්තර කෙරෙන පරිදි ප්‍රතික්‍රියා හා ඒවායේ ශීඝ්‍රතා පිළිබඳ මූලික අවබෝධයක් ලැබීම වටනේ ය.

අතිශීඝ්‍ර (ක්ෂණික) ප්‍රතික්‍රියා

මේ ප්‍රතික්‍රියා අතිශය වේගවත් වන අතර ප්‍රතික්‍රියක එකිනෙක සමග ගැටුණු සැණින් සිදු වේ. මේ නිසා ඒවා ආශ්‍රිත පද්ධතියේ සිදු වන ඇතැම් වෙනස්කම් අපට දැක ගත නොහැකි ය. මේවා අයනික විශේෂ අතර සිදු වන බැවින් හැඳින්වෙන්නේ අයනික ප්‍රතික්‍රියා යනුවෙනි. තවත් බොහෝ ප්‍රතික්‍රියා උත්ප්‍රේරකවල පෘෂ්ඨ මත සිදු වේ. ඒවා ද වඩා වේගවත් වන අතර සාමාන්‍යයෙන් සිදු වන්නේ තත්පර 10^{-12} - 10^{-18} අතර කාලාන්තරයක දී ය. සාම්ප්‍රදායික ශිල්පීය ක්‍රමවලින් මේ ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතා නිර්ණය කළ නො හැකි ය. එහෙත් ඉලෙක්ට්‍රෝන හුවමාරු ක්‍රියාවලි පවා අන්වේෂණය කළ හැකි සංක්‍රාමී මිනුම් ආශ්‍රිත අති-වේග ලේසර් වර්ණාවලීක්ෂණ වැනි දියුණු තාක්ෂණික ශිල්පීය ක්‍රම දැන් අප සතු ය. අතිශීඝ්‍ර ප්‍රතික්‍රියාවලට නිදසුන් ලෙස අපට සලකා බැලිය හැකි ප්‍රතික්‍රියා කිහිපයක් නම්;

සිල්වර් නයිට්රේට්වල හා සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ්වල ඉතා සාන්ද්‍ර ද්‍රාවණ දෙකක් මිශ්‍ර කළ විට සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් අවක්ෂේප වීම

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

ජලීය ද්‍රාවණ ලෙස ඇති ප්‍රබල අම්ලයක්, ප්‍රබල භස්මයකින් උදාසීන වීම

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

ඉතා සෙමෙන් සිදු වන ප්‍රතික්‍රියා

ඉතා සෙමෙන් සිදු වන නො එසේ නම් කාමර උෂ්ණත්වයේ දී කිසි සේත් සිදු නො වන සමහර ප්‍රතික්‍රියා ද වේ. එබැවින් එවැනි ප්‍රතික්‍රියාවල චාලකය අධ්‍යයනය කිරීම අසීරු ය. නිදසුන් සමහරක් නම්,

කාමර උෂ්ණත්වයේ දී හයිඩ්‍රජන් හා ඔක්සිජන් අතර ප්‍රතික්‍රියාව; ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී (1000 K) මෙය අධික ලෙස ස්ඵෝටක වේ.

කාබන් හා ඔක්සිජන් අතර ප්‍රතික්‍රියාව (කෝක් ස්වයංසිද්ධ ව ගිනි නො ගන්නා අතර ප්‍රතික්‍රියා නො වී වාතයේ පවතී).

මධ්‍යස්ථ ප්‍රතික්‍රියා

ඉහත සඳහන් අන්ත දෙක අතර වන බොහෝ ප්‍රතික්‍රියා ද වේ. කාමර උෂ්ණත්වයේ දී මධ්‍යස්ථ හා මැනිය හැකි වේගවලින් සිදු වන මේවායේ චාලකය අපට විද්‍යාගාර තත්ත්වය යටතේ අධ්‍යයනය කළ හැකි ය. එවන් ප්‍රතික්‍රියා සඳහා සුලබ උදාහරණ කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල වියෝජනය:

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

නයිට්‍රජන් පෙන්ටොක්සයිඩ්වල වියෝජනය:

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 2N_2O_4(g) + O_2(g)$$

එස්ටරයක ජලවිච්ඡේදනය:

$$CH_3COOC_2H_5(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + C_2H_5OH(aq)$$

ජලීය ද්‍රාවණයේ දී සුක්‍රෝස්වල අපවර්තනය:

$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + C_6H_{12}O_6(aq)$$

නයිට්‍රජන් ඩයොක්සයිඩ් හා කාබන් මොනොක්සයිඩ් අතර ප්‍රතික්‍රියාව:

$$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$$

නයිට්‍රික් අම්ලය හා තයෝසල්ෆේට් අතර ප්‍රතික්‍රියාව:

$$Na_2S_2O_3(aq) + 2HNO_3(aq) \rightarrow S(s) + 2NaNO_3(aq) + SO_2(g) + H_2O(l)$$

ෆෙරික් ක්ලෝරයිඩ් හා පොටෑසියම් අයඩයිඩ් අතර ප්‍රතික්‍රියාව:

$$2I^-(aq) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2Fe^{2+}(aq)$$

හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය හා කැල්සියම් කාබනේට් අතර ප්‍රතික්‍රියාව:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

රසායනික ක්‍රියාවලිවල ශීඝ්‍රතා, ඒවා සිදු වන තත්ත්ව වෙනස් කිරීමෙන් වැඩි කිරීමට හෝ අඩු කිරීමට හැකි ය. නිදසුනක් ලෙස, කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ඉතා සෙමෙන් සිදු වන, $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$ යන ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව, 400 ^{o}Cක උෂ්ණත්වයක් හෝ 300 atmක පීඩනයක් පවත්වා ගැනීමෙන් හෝ උත්ප්‍රේරකයක් භාවිත කිරීමෙන් ඉහළ නැංවිය හැකි ය. ආහාර ශීතකරණයක තබා ගැනීමෙන් ඒවා නරක් වන වේගය අඩු කර ගත හැකි ය.

චාලක විද්‍යාත්මක හැදෑරීම්වලින් අපට දෙන ලද තත්ත්ව යටතේ දී යම් ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය පෙරැයිය හැකි ය. එසේ ම අභිමත ශීඝ්‍රතාවකින් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන පරිදි තත්ත්ව හැසිරවිය හැකි ය. කර්මාන්තවල දී මෙය කාර්මික ඵල සෑදීම වේගවත් කිරීම සඳහා ප්‍රයෝජනවත් වන අතර ප්‍රතික්‍රියාවේ යන්ත්‍රණය පුරෝකථනය කිරීමට ද යොදා ගත හැකි ය.

1.2 ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව

විවිධ ප්‍රතික්‍රියා විවිධ වේගවලින් සිදු විය හැකි ය. සෙමෙන් සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවලට ඇත්තේ අඩු වේගයකි. ඉක්මනින් සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවලට වැඩි වේගයක් ඇත. ඉහත සඳහන් නිදසුන් දැක්වුණු මිනිරන්, දියමන්ති බවට පරිවර්තනය වීමේ රසායනික විපර්යාස හා පාෂාණ ජීරණය වීම ඉතා සෙමෙන් සිදු වන ප්‍රතික්‍රියා වන අතර ඒවායේ ශීඝ්‍රතාව ද අඩු ය. ස්ඵෝටන හා න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා අතිවේගවත් ප්‍රතික්‍රියා වේ. ඒවාට ඇත්තේ ඇත්තේ ඉහළ ශීඝ්‍රතාවකි.

පොදු ප්‍රතික්‍රියාවක් පහත දැක්වෙන පරිදි නිරූපණය කළ හැකි ය.

$$\text{ප්‍රතික්‍රියක} \rightarrow \text{ඵල}$$

ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමේ දී ප්‍රතික්‍රියක වැය වේ; ඵල නිපදේ. මේ අනුව ප්‍රතික්‍රයාවක වේගය හෙවත් ශීඝ්‍රතාව, ඒකක කාලයක දී ප්‍රතික්‍රියකයක හෝ ඵලයක සිදු වන ප්‍රමාණයේ (සාන්ද්‍රණයේ) වෙනස ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකි ය. එනම් නියත උෂ්ණත්වයක දී,

(i) එක් ප්‍රතික්‍රියකයක ප්‍රමාණය/ සාන්ද්‍රණය අඩු වීමේ ශීඝ්‍රතාව හෝ

(ii) එක් ඵලයක ප්‍රමාණය/ සාන්ද්‍රණය වැඩි වීමේ ශීඝ්‍රතාවයි

නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී සිදු වන පහත දැක්වෙන කල්පිත ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න. පද්ධතියේ පරිමාව නියතව පවතින්නේ යැයි ද උපකල්පනය කරමු.

$$A \rightarrow B$$

සාමාන්‍යයෙන්, ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව නියත උෂ්ණත්වයක දී කාලයත් සමඟ ප්‍රමාණයේ (සාන්ද්‍රණයේ - මෙය පසුව පැහැදිලි කෙරේ) වෙනස ඇසුරෙන් දැක්වීම වඩා යෝග්‍ය ය. t_i කාලයේ දී (t = 0 නොවේ) ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවේ A හි ආරම්භක ප්‍රමාණය $(n_A)_i$ මවුල යැය ද, t_t කාලයකට පසු ඇති A හි ප්‍රමාණය මවුල $(n_A)_t$ යැයි ද සිතමු. එබැවින් $(t_t - t_i)$ කාලාන්තරයේ දී A වල ප්‍රමාණයේ සිදු වූ වෙනස මවුල $[(n_A)_t - (n_A)_i]$ වේ.

$$\therefore \text{ Aවල ප්‍රමාණය වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව} = \frac{[(n_A)_t - (n_A)_i]}{t_t - t_i} = \frac{\Delta(n_A)}{\Delta t}$$

එසේ ම B ඵලය සඳහා අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

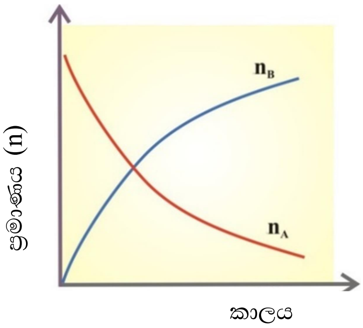
$$\text{B වල ප්‍රමාණය වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව} = \frac{[(n_B)_t - (n_B)_i]}{t_t - t_i} = \frac{\Delta(n_B)}{\Delta t}$$

$(n_A)_t < (n_A)_i$ බැවින්, ඉහත ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රමාණයේ වෙනසෙහි හෙවත් $\Delta(n_A)$ හි සලකුණ ඍණ වේ. ඕනෑ ම රසායනික ක්‍රියාවලියක ප්‍රමාණයේ සිදු වන වෙනස ධන රාශියක් ලෙස සැලකෙන බව වටහා ගැනීම වැදගත් ය. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රමාණයේ සිදු වන වෙනසක් සඳහා අපි ඍණ ලකුණ භාවිත කරමු. මේ නිසා ප්‍රමාණය වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව හැම විට ම ධන රාශියක් වේ. මේ අනුව ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව පහත දැක්වෙන පරිදි දැක්විය හැකිය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{\Delta(n_A)}{\Delta t} = \frac{\Delta(n_B)}{\Delta t}$$

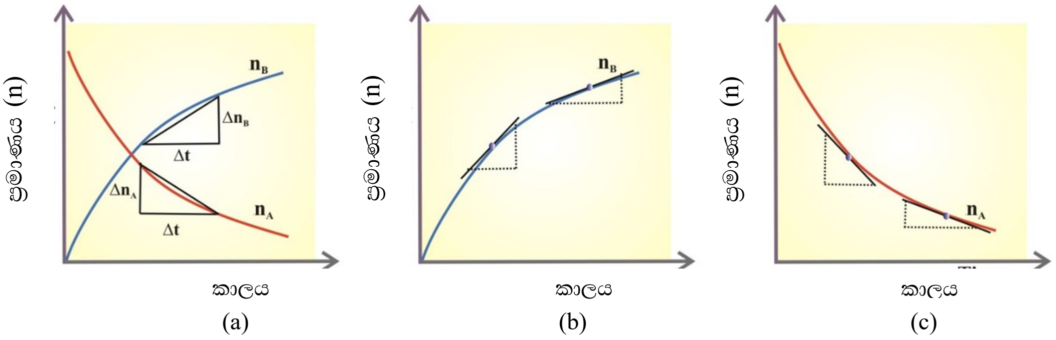
මේ අවබෝධය ද සමඟ ප්‍රතික්‍රියක ක්ෂය වීමේ හෝ ඵල ජනනය වීමේ ශීඝ්‍රතාව ලෙස, ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය, ප්‍රතික්‍රියක වල හෝ ඵල වල ප්‍රමාණය වෙනස් වීම සමඟ සම්බන්ධ කළ හැකි ය.

මේ සරල විස්තර කිරීම යටතේ, ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව ප්‍රතික්‍රියකවල හෝ ඵලවල ප්‍රමාණයේ වෙනස හා ඒ වෙනස සිදු වීමට ගත වන කාලය මත රැඳී පවතී. ඒ අනුව A → B ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාවේ විචලනය 1.2 රූපයෙන් දැක්වෙන පරිදි නිරූපණය කළ හැකි ය.



1.2 රූපය A → B ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව යනු නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී කාලය සමග n_A අඩු වීමේ n_B නොහොත් වැඩි වීමේ ශීඝ්‍රතාවයි. කාලයත් සමග ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව අඩු වන බව සැලකිල්ලට ගත යුතු ය.

ගණිතානුකූලව $-\frac{\Delta(n_A)}{\Delta t}$ හෝ $\frac{\Delta(n_B)}{\Delta t}$ යන රාශිය 1.3 (a) රූපයේ ප්‍රකාරව නිරූපණය කළ හැකි ය. ඉන් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව, Δt කාල ප්‍රාන්තරයේ දී $\Delta(n_A)$ හෝ $\Delta(n_B)$ ප්‍රමාණ වෙනස් වීම ලෙස පෙන්නුම් කෙරේ. මෙසේ ප්‍රකාශිත වේගය හැඳින්වෙන්නේ **මධ්‍යක වේගය** යනුවෙනි. සාමාන්‍යයෙන් ඉතා කෙටි කාලයක දී වේගය වෙනස් වන බැවින් Δt කාලාන්තරය තුළ වේගය ගණනය කිරීම සඳහා එක්එක් කාලයේ දී වේගවල සාමාන්‍යය සෙවිය යුතු ය. B ඵලය හා A ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධව පිළිවෙළින් 1.3 (b) හා 1.3 (c) රූප සටහන්වලින් පෙන්නුම් කර ඇති පරිදි කිසියම් මොහොතක දී ශීඝ්‍රතාව ඒ මොහොතේ දී වක්‍රයට ඇඳිනු ලබන ස්පර්ශකයේ අනුක්‍රමණයයි. ප්‍රතික්‍රියකයේ ප්‍රමාණය වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාවට අනුරූප අනුක්‍රමණය සෘණ බව රූපයෙන් පැහැදිලි ය. මින් ප්‍රකාශ කෙරෙනුයේ කාලයත් සමග ප්‍රමාණය අඩු වන බවයි. එබැවින් ශීඝ්‍රතාව ගණනය කිරීමේදී අපි අනුක්‍රමණය ඉදිරියෙන් සෘණ ලකුණ යොදමු. එසේ ම කාලයක් සමග අනුක්‍රමණය අඩු වන බව පැහැදිලි ය. මෙසේ වන්නේ ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගතියත් සමග ප්‍රතික්‍රියක ක්ෂය වන බැවිනි.



1.3 රූපය A → B ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව; (a) Δt කාලය තුළ දී ප්‍රමාණයේ (Δn) සිදුවන වෙනස ලෙස ශීඝ්‍රතාව විස්තර කිරීම. කාලය සමග B ඵලයේ ප්‍රමාණය වෙනස් වන ආකාරය දැක්වෙන වක්‍රය ඇඳි ස්පර්ශකයේ අනුක්‍රමණය ලෙස අර්ථ දැක්වීම. (b) හා කාලය සමග A ප්‍රතික්‍රියකයේ ප්‍රමාණයේ වෙනස් වීම (c) නිරූපණය හා ශීඝ්‍රතාව වක්‍රයට ඇඳින ලද ස්පර්ශකයේ අනුක්‍රමණය ලෙස අර්ථ දැක්වීම. (c)හි සෘණ අනුක්‍රමණයෙන් කාලයට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියකවල ප්‍රමාණය අඩු වන බව දැක්වෙන අතර, වේගය ප්‍රකාශ කිරීමේ දී සලකුණ මාරු කෙරේ. (b) හා (c) හි ස්පර්ශකවල අනුක්‍රමණය අඩු වීමෙන් කාලයක් සමග ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය අඩු වන බව පෙන්නුම් කෙරේ.

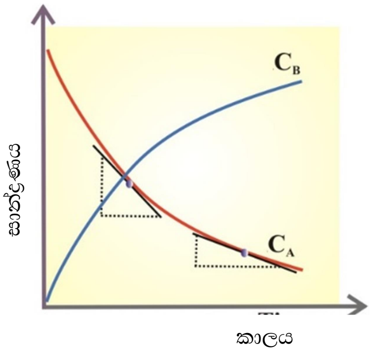
ඉහත අප විසින් සාකච්ඡා කරන ලද්දේ ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා පිළිබඳ මූලික කරුණු ය. එහි දී ප්‍රමාණයේ මිනුමක් ලෙස මවුලප්‍රමාණයේ වෙනස සලකන ලදි. ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන බඳුනෙහි පරිමාව V, *ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගමනයත් සමඟ නොවෙනස්ව පවතී යැයි* සැලකුව හොත් ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව, ඒකක පරිමාවක් තුළ ඒකක කාලයක දී සිදු වන ප්‍රතික්‍රියක හෝ ඵල ප්‍රමාණයේ වෙනස ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන පද්ධතියේ පරිමාව V, නියත නම් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

ශීඝ්‍රතාව $= \frac{\Delta(n_A)}{V\,\Delta t} = \frac{\Delta(C_A)}{\Delta t} \quad \because \quad (n_A)/_V = C_A$: සාන්ද්‍රණය

එබැවින් අපට ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව ඒකක කාලයක දී ප්‍රතික්‍රියාවක ඵල හෝ ඵලවල සාන්ද්‍රණයේ සිදු වන වෙනස ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

ශීඝ්‍රතාව $= -\frac{\Delta(C_A)}{\Delta t} = \frac{\Delta(C_B)}{\Delta t}$.

මේ නිසා අපට 1.2 හා 1.3 ප්‍රස්තාරවල y අක්ෂයේ ප්‍රමාණය වෙනුවට සාන්ද්‍රණය යෙදිය හැකි අතර මින් ඉදිරියට 1.4 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක් ආශ්‍රිත ප්‍රමාණ වෙනස නියෝජනය කිරීම සඳහා සාන්ද්‍රණය යොදමු.



1.4 රූපය A → B ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව; ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව කාලයත් සමඟ සාන්ද්‍රණයේ වෙනස් වීමක් ලෙස විස්තර කිරීම; වක්‍රවල අනුක්‍රමණයේ අඩු වීමෙන් පිළිබිඹු වන පරිදි කාලයත් සමඟ ශීඝ්‍රතාව අඩු වෙයි.

මේ ප්‍රස්තාරයෙන් ප්‍රතික්‍රියාවේ ඉදිරි ගමනත් සමඟ එය වඩ වඩා සෙමෙන් සිදු වන බව ද (හැම ප්‍රතික්‍රියාවක ම සිදු නොවුණත්) පෙන්නුම් කෙරේ. මෙයින් ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව, ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා සහභාගි වන A සාන්ද්‍රණය මත රැඳී පවතින බව දැක්වේ. [A] වැඩි වන විට වක්‍රයේ බෑවුම වැඩි වන බව ද ඒ නිසා ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි බව ද සැලකිල්ලට ගන්න. ප්‍රතික්‍රියාවේ පසු අවධියේ දී [A] අඩු බවත් ඒ සමඟ වක්‍රයේ බෑවුම අඩු වන බවත් පැහැදිලි ය. එනම්, A වැය වත් ම ප්‍රතික්‍රියා වේගය අඩු වේ. ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව සාන්ද්‍රණය මත රඳා පවත්නා බව මින් පෙන්නුම් කෙරේ.

ශීඝ්‍රතාවේ ඒකක:

වේගය, දෙන ලද කාලයක් තුළ සිදු වන සාන්ද්‍රණ වෙනස ලෙස අර්ථ දැක්වෙන හෙයින්, කාලය තත්පරවලින් මනින ලද්දේ නම් ශීඝ්‍රතාවේ ඒකක වන්නේ **mol dm^{-3} s^{-1}** ය. ද්‍රාවණවල

සිදු වන ප්‍රතික්‍රියා සඳහා මේ ඒකකය පහසුවෙන් භාවිත කළ හැකි ය. වායු කලාපයේ සිදු වන ප්‍රතික්‍රියා සැලකූ කල අපට සාන්ද්‍රණ මැනීමට සිදු වන්නේ ආංශික පීඩන ලෙස ය. එබැවින් වේගයේ ඒකක වන්නේ **Pa s^{-1}** හෝ **atm s^{-1}** ය.

ප්‍රතික්‍රියාවක් සම්බන්ධව නියාමනය කරන ලද්දේ දෙන ලද වෙනසක් සිදු වීමට ගත වන කාලය නම්, ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කාලයේ පරස්පරයට සමාන (සමානුපාතික) බව වැඩි දුරටත් තේරුම් ගත හැකි ය.

$A \rightarrow B$, ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව අපි පහත දැක්වෙන පරිදි ප්‍රකාශ කරමු.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{\Delta(C_A)}{\Delta t} = \frac{\Delta(C_B)}{\Delta t}$$

සාන්ද්‍රණ වෙනස නියතයක් නම් හා එම වෙනස සිදු වීමට ගත වන කාලය t නම්,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = \text{නියතය}/t$$

හෝ

$$\text{ශීඝ්‍රතාව}\ \alpha \frac{1}{t}$$

1.3 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව හා ස්ටොයිකියොමිතිය

1.2 කොටසින් පෙන්වා දෙන පරිදි නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ සංවෘත දෘඪ බඳුනක (පරිමාව නියත වූ) සිදු වන $A \rightarrow B$ අකාරයේ සරල ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව Aවල සාන්ද්‍රණය අඩු වීමේ ශීඝ්‍රතාව $-\frac{\Delta(C_A)}{\Delta t}$ ලෙස හෝ Bවල සාන්ද්‍රණය වැඩි වීමේ ශීඝ්‍රතාව $\frac{\Delta(C_B)}{\Delta t}$ ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි ය. මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී Aවල එක් මවුලයකින් Bවල එක් මවුලයක් ඇති වේ. එබැවින් එහි වේගය $-\frac{\Delta(C_A)}{\Delta t} = \frac{\Delta(C_B)}{\Delta t}$ වේ.

දැන් අපි A මවුල දෙකකින් B එක් මවුලයක් දෙන ප්‍රතික්‍රියාවක් සලකමු.

$$2A \rightarrow B$$

B එක් මවුලයක් නිපදවීමට A මවුල දෙකක් වැය කෙරෙන බැවින්, A වැය වීමේ ශීඝ්‍රතාව, B නිපදවීමේ ශීඝ්‍රතාව මෙන් දෙගුණයක් වේ. එහෙයින් ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

$$-\frac{1}{2}\frac{\Delta(C_A)}{\Delta t} = \frac{\Delta(C_B)}{\Delta t}$$

එය මෙසේ ද ලිවිය හැකි යː

$$-\frac{1}{2}\frac{\Delta[\mathrm{A}]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\mathrm{B}]}{\Delta t}$$

මේ අනුව $aA + bB \rightarrow cC + dD$ යන සාධාරණ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{1}{a}\frac{\Delta[\mathrm{A}]}{\Delta t} = -\frac{1}{b}\frac{\Delta[\mathrm{B}]}{\Delta t} = \frac{1}{c}\frac{\Delta[\mathrm{C}]}{\Delta t} = \frac{1}{d}\frac{\Delta[\mathrm{D}]}{\Delta t}$$

නිදසුන 1.1

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී පරිමාව 1.0 dm^3ක් වූ දෘඪ බඳුනක් තුළ පහත දැක්වෙන සමීකරණයට අනුව හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ් වියෝජනය වීමේ ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න. ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල යන දෙකට ආශ්‍රයෙන් වේගය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියා දක්වන්න.

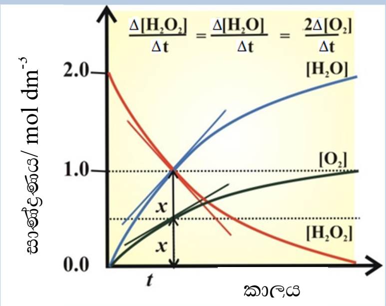
$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

පිළිතුර

දී ඇති ස්ටොයිකියොමිතියට අනුව ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වෙතැයි උපකල්පනය කරමින් කාලයත් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ ඇති එක් එක් විශේෂයේ සාන්ද්‍රණවල විචලනය ප්‍රස්තාරගත කරන්න.

ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියොමිතියට අනුව $H_2O_2(aq)$ මවුල දෙකක්, $H_2O(l)$ මවුල දෙකක් හා $O_2(g)$ මවුල එකක් දෙයි. බඳුනෙහි පරිමාව 1.0 dm^3 බැවින්,

ආරම්භක සාන්ද්‍රණ: $H_2O_2(aq)$: $H_2O(l)$: $O_2(g)$ = 2.0 : 0.0 : 0.0 mol dm^{-3}
අවසන් සාන්ද්‍රණ: $H_2O_2(aq)$: $H_2O(l)$: $O_2(g)$ = 0.0 : 2.0 : 1.0 mol dm^{-3}



1.5 රූපය දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී ප්‍රතික්‍රියාවේ විශේෂවල සාන්ද්‍රණයේ විචලනය

ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

ශීඝ්‍රතාව $= -\frac{1}{2}\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$ හෝ $\frac{-\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = 2\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$

ඉහත ප්‍රස්තාර ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියොමිතියට/වේගයට අනුකූලව නිවැරදි පරිමාණයකට අඳින ලද බව සලකන්න. එබැවින් t කාලයකට පසුව ශීඝ්‍රතා (අනුක්‍රමණ) ප්‍රස්තාරවලින් මෙසේ ගණනය කළ හැකි ය.

$$-\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = -\frac{(-)2x}{t} = \frac{2x}{t};\ \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = \frac{2x}{t} \text{ හා } \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{x}{t}$$

මෙයින් මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව පැහැදිලිව ප්‍රකාශ වේ. මේ නිසා ප්‍රතික්‍රියාවල වේග පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කිරීමට හෝ නිමානය කිරීමට හැකි බව අපට තේරුම් ගත හැකි ය.

නිදසුන 1.2

ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල ආශ්‍රයෙන් පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතා ලියා දක්වන්න.

(i) $Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

(ii) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

පිළිතුර

(i) ශීඝ්‍රතාව $= -\dfrac{\Delta[Na_2CO_3(aq)]}{\Delta t} = -\dfrac{1}{2}\dfrac{\Delta[HCl]}{\Delta t} = \dfrac{1}{2}\dfrac{\Delta[NaCl]}{\Delta t} = \dfrac{\Delta[CO_2(g)]}{\Delta t}$

(ii) ශීඝ්‍රතාව $= -\dfrac{\Delta[N_2(g)]}{\Delta t} = -\dfrac{1}{3}\dfrac{\Delta[H_2(g)]}{\Delta t} = \dfrac{1}{2}\dfrac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$

නිදසුන 1.3

ඩයිනයිට්‍රජන් පෙන්ටොක්සයිඩ් $N_2O_5(g)$ පහත දැක්වෙන පරිදි වියෝජනය වේ.

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

නියත උෂ්ණත්වයක දී එක්තරා මොහොතක සංවෘත බඳුනක ඇති $N_2O_5(g)$ වියෝජනය වීමේ ශීඝ්‍රතාව 3.0×10^{-7} mol dm^{-3} s^{-1} බව සොයා ගනු ලැබිණ.

(i) $NO_2(g)$ හා (ii) $O_2(g)$ සෑදීමේ ශීඝ්‍රතා නිමානය කරන්න.

පිළිතුර

ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[N_2O_5(g)]}{\Delta t} = \frac{1}{4}\frac{\Delta[NO_2(g)]}{\Delta t} = \frac{\Delta[O_2(g)]}{\Delta t}$$

(i) $\frac{1}{2} \times 3.0 \times 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3}\ \text{s}^{-1} = \frac{1}{4}\frac{\Delta[NO_2(g)]}{\Delta t}$

$$\frac{\Delta[NO_2(g)]}{\Delta t} = 6.0 \times 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3}\ \text{s}^{-1}$$

(ii) $\frac{1}{2} \times 3.0 \times 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3}\ \text{s}^{-1} = \frac{\Delta[O_2(g)]}{\Delta t}$

$$\frac{\Delta[O_2(g)]}{\Delta t} = 1.5 \times 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3}\ \text{s}^{-1}$$

නිදසුන 1.4

නියත උෂ්ණත්වයක දී සංවෘත බඳුනක් තුළ පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ.

$$2NOBr(g) \rightarrow 2NO(g) + Br_2(g)$$

එහි NO(g) සෑදීමේ ශීඝ්‍රතාව 2.0×10^{-4} mol dm^{-3} s^{-1} බව සොයා ගනු ලැබිණ. (i) ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව හා (ii)$NOB_2(g)$ ක්ෂය වීමේ ශීඝ්‍රතාව නිමානය කරන්න.

පිළිතුර

ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව මෙසේ දැක්විය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[\text{NOBr(g)}]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[\text{NO(g)}]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{Br}_2\text{(g)}]}{\Delta t}$$

(i) $\therefore$ ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව $= \frac{1}{2} \times 2.0 \times 10^{-4}\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$

$$= 1.0 \times 10^{-4}\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

(ii) $\frac{1}{2}\frac{\Delta[\text{NOBr(g)}]}{\Delta t} = 1.0 \times 10^{-4}\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$

$$\therefore \frac{\Delta[\text{NOBr(g)}]}{\Delta t} = 2.0 \times 10^{-4}\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

නිදසුන 1.5

එක්තරා කාලයක දී C_2H_4 අනුබද්ධව පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව 0.20 mol dm^{-3} s^{-1} වේ. ප්‍රතික්‍රියාවේ අනෙකුත් විශේෂ අනුබද්ධව ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා නිමානය කරන්න.

$$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

පිළිතුර

ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව:

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{\Delta[\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}]}{\Delta t} = -\frac{1}{3}\frac{\Delta[\text{O}_2\text{(g)}]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[\text{CO}_2\text{(g)}]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[\text{H}_2\text{O (g)}]}{\Delta t}$$ ත

$\frac{\Delta[\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}]}{\Delta t} = 0.20\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$ බව දී ඇත.

$$\frac{\Delta[\text{O}_2\text{(g)}]}{\Delta t} = 3 \times \frac{\Delta[\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}]}{\Delta t} = 3 \times 0.20\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1} = 0.60\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

$$\frac{\Delta[\text{CO}_2\text{(g)}]}{\Delta t} = 2 \times \frac{\Delta[\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}]}{\Delta t} = 2 \times 0.20\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1} = 0.40\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

$$\frac{\Delta[\text{H}_2\text{O(g)}]}{\Delta t} = 2 \times \frac{\Delta[\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}]}{\Delta t} = 2 \times 0.20\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1} = 0.40\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

පූර්වෝක්ත නිදසුන්වලින්, ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව ප්‍රතික්‍රියක ක්ෂය වීමේ හෝ ඵල ජනනය වීමේ හෝ ශීඝ්‍රතාවට කෙළින් ම සමාන නොවන බව අපට පෙනේ. එය තරයේ ම රැඳී පවතිනුයේ අවධානයට පාත්‍ර වන ඒ ඒ විශේෂවල ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණක මත ය.

එබැවින් නියත උෂ්ණත්වයක දී හා නියත පරිමාවක දී සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව පහත දැක්වෙන ප්‍රකාශනයෙන් දෙනු ලැබේ.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = \frac{1}{\nu_j}\frac{\Delta[J]}{\Delta t}$$

ν_j යනු J නම් ද්‍රව්‍යයේ ස්ටොයිමිතික සංගුණකයයි. ප්‍රතික්‍රියක විෂයයෙහි සෘණ වන අතර ඵල සඳහා එය ධන වේ.

නිදසුන 1.6

ප්‍රතික්‍රියකයේ 0.50 mol dm^{-3} s^{-1} වලින් ආරම්භ කරන ලද A →2B යන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න. තත්පර 10ක් තුළදී එය 0.00 mol dm^{-3} දක්වා පහත වැටේ. මේ කාලය තුළ B වල සාන්ද්‍රණය 0.00 mol dm^{-3} සිට 1.00 mol dm^{-3} දක්වා ඉහළ නඟී. ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$$\text{ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව} = \frac{1}{\nu_j}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

$$= -\frac{(0.00-0.50)\ \text{mol dm}^{-3}}{10\ \text{s}}$$

$$= 0.05\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

හෝ

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = \frac{1}{\nu_j}\frac{\Delta[B]}{d t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\times\frac{(1.00-0.00)\ \text{mol dm}^{-3}}{10\ \text{s}}$$

$$= 0.05\ \text{mol dm}^{-3}\ \text{s}^{-1}$$

නිදසුන 1.7

300K දී පරිමාව නියත වූ ද්‍රාවණයක ඇති A හි වියෝජනය A වල සාන්ද්‍රණය 2.00 mol dm^{-3} වන අතර තත්පර 180 කට පසු එය 1.64 mol dm^{-3} දක්වා අඩු වේ. ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වෙන සමීකරණයට අනුව සිදු වේ.

$$2A(aq) \rightarrow 4B(aq) + C(aq)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$\Delta A = 1.64 - 2.00 = - 0.36 \text{ mol dm}^{-3}$

$\therefore - \Delta A = 0.36 \text{ mol dm}^{-3}$

ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව,

ශීඝ්‍රතාව $= - ½ [\Delta[A]/\Delta t] = ½ \times 0.36 \text{ mol dm}^{-3} / 180 \text{ s}$

$= 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

1.4 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා නිර්ණය කිරීමේ පරීක්ෂණාත්මක ශිල්ප ක්‍රම

1.1 උදාහරණයෙන් හා අනෙකුත් ගණනය කිරීම්වලින් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කරන ලද රාශි බව අපි දනිමු. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කරන්නේ කෙසේ දැයි අවබෝධ කර ගැනීම අවශ්‍ය ය. මේ සන්දර්භය තුළ, ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව නිර්ණය කිරීමට, කාලයේ ශ්‍රිතයක් ලෙස ප්‍රතික්‍රියකයක (හෝ ඵලයක) සාන්ද්‍රණය නියාමනය කිරීම අවශ්‍ය වේ. එනම්, කිසියම් ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය නිර්ණය කරනු පිණිස, නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී උචිත පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රමයක් තෝරා ගනිමින් ප්‍රතික්‍රියකයක සාන්ද්‍රණය අඩු වීමේ වේගය හෝ ඵලයක සාන්ද්‍රණය වැඩි වීමේ වේගය හැදෑරිය යුතු ය. මෙය විවිධාකාරයෙන් කළ හැකි ය. ඒ සඳහා භාවිත කෙරෙන ශිල්ප ක්‍රම සරල වශයෙන් ඡේදනය නොවන හා ඡේදනය වන යනුවෙන් වර්ගීකරණය කළ හැකි ය. ඡේදනය නොවන ක්‍රමවල දී මෙය සිදු කෙරෙනුයේ ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ වේගයෙන් නිර්ණය කළ හැකි භෞතික ගුණයක් මිනුම් කිරීමෙනි. මේ ශිල්පීය ක්‍රම පූර්ණ වශයෙන් ම කාල විශ්ලේෂණ ක්‍රම වන අතර පරීක්ෂණාත්මක මිනුම්වල දී ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණය වෙනසකට භාජන කිරීමක් නො කරයි. උදාහරණයක් ලෙස, ද්‍රාවණයේ සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවල දී වර්ණවත් විශේෂණයක් වේ නම් එහි සාන්ද්‍රණය මැනීම සඳහා වර්ණාවලි දීප්තිමිතික ශිල්පීය ක්‍රම භාවිත කළ හැකි ය. අයන සහභාගි වේ නම් සාන්ද්‍රණ වෙනස අනාවරණය සඳහා විද්‍යුත් සන්නයනතා මිනුම් උපයෝගි කර ගත හැකි ය. වායු සහභාගි වන ප්‍රතික්‍රියා නියාමනය සඳහා නියත පරිමාවේ දී පීඩන මිනුම් යොදා ගත හැකි ය.

වර්ණාවලි දීප්තිමිතික ක්‍රම

යටත් පිරිසෙයින් ප්‍රතික්‍රියාවට සහභාගි වන ප්‍රතික්‍රියක හෝ ඵලවලින් එක් විශේෂයක්වත් වර්ණවත් වන විට මෙම ක්‍රමය යොදා ගත හැක. මෙහි දී ප්‍රතික්‍රියක හෝ ඵලයක අවශෝෂණ වර්ණාවලියෙන් ලබාගත් උචිත තරංග ආයාමයක් මඟින් එහි අවශෝෂකතාව කාලයේ ශ්‍රිතයක් ලෙස නියාමනය කරනු ලැබේ. අවශෝෂකතාව අදාළ විශේෂයේ සාන්ද්‍රණයට අනුලෝමව

සමානුපාතික බැවින් කාලයේ ශ්‍රිතයක් ලෙස අවශෝෂකතාව මැනීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය නියාමනය කළ හැකි ය.

සමස්ත පීඩන වෙනස මැනීමේ ක්‍රම

අප දන්නා පරිදි, දෘඪ බඳුනක් තුළ සිදු වන වායු කලාප ප්‍රතික්‍රියාවක, ඕනෑ ම අවස්ථාවක මුළු පීඩනය වායුමය ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල ආංශික පීඩනවල ඓක්‍යයට සමාන වේ. එබැවින්, ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියොමිතිය දන්නේ නම්, මනින ලද සමස්ත පීඩනයේ ශ්‍රිතයක් ලෙස ප්‍රතික්‍රියකයක අඩු වීමේ ශීඝ්‍රතාව හෝ ඵලයක වැඩි වීමේ ශීඝ්‍රතාව නිර්ණය කිරීම සඳහා මෙය භාවිත කළ හැකි ය.

විද්‍යුත් සන්නයනය/ සන්නායකතා ක්‍රමය

නිදසුනක් ලෙස පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$R_1COOR_2(aq) + OH^-(aq) \rightarrow R_1COO^-(aq) + R_2OH(aq)$$

හයිඩ්‍රොක්සිල් (හා හයිඩ්‍රජන්) අයනවල සන්නායකතාව එතනොඒට් අයන ($R_1 = C_2H_5$) වැනි අයනවල සන්නායකතාවට වඩා බෙහෙවින් ඉහළ ය. තව ද සන්නායකතාව අයනවල සාන්ද්‍රණය මත රඳී පවතී. එබැවින් සන්නායකතාවේ අඩු වීමක් නිරීක්ෂණය කළ හැකි ඉහත දැක්වෙන ක්‍රියාවලියෙහි හයිඩ්‍රොක්සිල් අයන ක්ෂය වීමේ වේගය පිරික්සීම සඳහා සන්නායකතාව මැනීම යෝග්‍ය ක්‍රමයක් වේ.

ප්‍රකාශ භ්‍රමණ ක්‍රමය

ඵලවල ප්‍රකාශ සක්‍රියතාව, ප්‍රතික්‍රියාවල ප්‍රකාශ සක්‍රියතාවෙන් වෙනස් වන ප්‍රතික්‍රියා සඳහා මේ ක්‍රමය සුදුසු ය. නිදසුනක් ලෙස සුක්‍රෝස්වල ජලවිච්ඡේදනයේ දී වෙනස් ප්‍රකාශ භ්‍රමණයෙන් යුත් ග්ලූකෝස් හා ෆ්‍රැක්ටෝස් ඇති වේ. ප්‍රකාශ භ්‍රමණය මැනීම සඳහා 'ධ්‍රැවන මානය' නමැති උපකරණය භාවිත වේ. ප්‍රකාශ භ්‍රමණය සාන්ද්‍රණයට සම්බන්ධ බැවින් ප්‍රකාශ භ්‍රමණයේ මිනුම් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවට සම්බන්ධ ය.

වර්තනාංක ක්‍රමය

මේ ක්‍රමය, ප්‍රතික්‍රියාවේ ඉදිරි ගමනත් සමඟ සිදු වන ඵල වැඩි වීම හා ප්‍රතික්‍රියක අඩු වීම නිසා ප්‍රතික්‍රියක මිශ්‍රණයේ වර්තනාංකය වෙනස් වන්නා වූ ද්‍රව කලාපයේ සිදු වන ප්‍රතික්‍රියා සඳහා විශේෂයෙන් ප්‍රයෝජනවත් වේ.

වායු විමෝචන ක්‍රමය

ප්‍රතික්‍රියාවක එක් ඵලයක් වායුවක් නම් නිදහස් වන වායුව රැස් කර එහි පරිමාව කාලයේ ශ්‍රිතයක් ලෙස මැනිය හැකි ය. නිදසුනක් ලෙස කැල්සියම් කාබනේට් වියෝජනයේ දී කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වායුව නිපද වේ.

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

මේ ආකාර ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමේ දී විමෝචනය වන වායු පරිමාව මැනීමෙන් නිර්ණය කළ හැකි ය (මේ ඒකකයේ දී මෙවැන්නක් ඔබ විද්‍යාගාරයේ දී අත්හදා බලනු ඇත).

භේදන ශිල්ප ක්‍රම: රසායනික විශ්ලේෂණ ක්‍රමය

රසායනික විශ්ලේෂණ ක්‍රමයේ දී අවශ්‍ය නියැදිය ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයෙන් වෙන් කර ගෙන විශ්ලේෂණය කෙරේ. එස්ටරයක ජලවිච්ඡේදනයේ දී නිපද වෙන අම්ල ප්‍රමාණය සෙවීම සඳහා අනුමාපනය කිරීම මෙයට නිදසුනකි. රසායනික විශ්ලේෂණ ක්‍රමයෙන්, යම් කාලයක දී ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ සංයුතිය සොයා ගැනීමට නම් නියැදිය වෙන් කර ගැනීම හා විශ්ලේෂණය

අතරතුර දී ප්‍රතික්‍රියාව තව දුරටත් සිදු නො වන බව තහවුරු කර ගත යුතු ය. සාමාන්‍යයෙන් මෙය සිදු කරනු ලබන්නේ නියැදිය වෙන් කර ගත් වහා ම එහි උෂ්ණත්වය පහළ දැමීමෙනි (ශීත කිරීම).

1.5 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

සාමාන්‍යයෙන් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක පවත්නා ප්‍රතික්‍රියකවල ප්‍රමාණාත්මක සම්බන්ධතාව විස්තර කිරීමට භාවිත කෙරෙනුයේ තුලිත රසායනික සමීකරණයයි. යට දක්වන ලද කොටස් ඇසුරෙන් අප යම් අදහසක් ලබා ගත් පරිදි, මේ තුලිත සමීකරණය කොතරම් වේගයෙන් ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වේ ද යන්න පිළිබඳ කිසිදු තොරතුරක් ලබා නො දෙයි; එම තොරතුරු සපයා ගත හැක්කේ ප්‍රතික්‍රියාවේ චාලකය හෙවත් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා පිළිබඳ හැදෑරීම්වලිනි. ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව විවිධ සාධක මත රඳී පවතී: එනම් ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය, උෂ්ණත්වය, ප්‍රතික්‍රියකවල භෞතික අවස්ථාව හා පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය හා උත්ප්‍රේරක ලක්ෂණ සහ පවත්නා ද්‍රාවකය වශයෙනි. ප්‍රතික්‍රියාවක චාලකය අධ්‍යයනය කිරීමෙන් අවශ්‍ය ඵලය ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රතික්‍රියා තත්ත්ව කෙසේ පාලනය කළ යුතු ද යන්න පිළිබඳ ප්‍රතිවේදයක් ලබා ගත හැකි ය.

ද්‍රාවණයක සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම හෝ පීඩනය වැඩි කිරීම (වායු කලාපයේ සිදු වන ප්‍රතික්‍රියා සඳහා), ප්‍රතික්‍රියා පද්ධතියේ උෂ්ණත්වය ඉහළ නැංවීම, ඝනයක පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය වැඩි කිරීම හා උත්ප්‍රේරකයක් එකතු කිරීම මඟින් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව වැඩි කළ හැකි බව පහසුවෙන් තේරුම් ගත හැකි ය. මෙයට අමතරව පරීක්ෂණයක දී ද්‍රාව්‍යය (ප්‍රතික්‍රියකය) ද්‍රාවණය කිරීම සඳහා යොදා ගන්නා ද්‍රාවකයක ද ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි බල පෑ හැකි ය.

සංඝට්ටන වාදය පදනම් කර ගනිමින් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදුවීම සඳහා සපුරා ලිය යුතු මූලික අවශ්‍යතා පහත විස්තර කෙරේ.

1.6 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන සාධකවල බලපෑම පැහැදිලි කිරීම සඳහා අණුක චාලක වාදය (සංඝට්ටන වාදය) යොදා ගැනීම

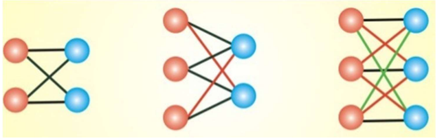
1.6.1 සංඝට්ටන වාදය

සිව් වැනි ඒකකයෙහි (පදාර්ථයේ වායු අවස්ථාව), අප ඉගෙන ගත් පරිදි සංඝට්ටන වාදය අණුවල චලනය, ඒවායේ චාලක ශක්තිය හා එය පද්ධතියක පීඩනය හට ගන්වන ආකාරය පැහැදිලි කරයි. ඒ අනුව ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීම සඳහා මුළු කාලය පුරා අණු සංඝට්ටන විය යුතු බවත්, සියලු සංඝට්ටන නොව, ඒවායින් යම් භාගයක් පමණක් ප්‍රතික්‍රියක, ඵල බවට පරිවර්තනය කිරීමට හේතු වන බවත් තේරුම් ගැනීම පහසු ය. මෙහි සරල අර්ථය වන්නේ සියලු සංඝට්ටන ඵල ඇති නොකරන බව ය. එසේ නම් සියලු ප්‍රතික්‍රියා මොහොතකින් අවසන් වනු ඇත. නිදසුනක් ලෙස, 1 atm හා 20 °C, දී වාතය 1 cm^3ක අඩංගු නයිට්‍රජන් $N_2(g)$ හා ඔක්සිජන් $O_2(g)$ තත්පරයක් තුළ සංඝට්ටන 10^{27}ක් සිදු කරයි. ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීමට අවශ්‍ය එපමණක් නම් වායුගෝලය මුළුමනින් ම යුක්ත වනු ඇත්තේ NO අණුවලිනි. එහෙත් සැබවින් ම එහි NO අඩංගු වන්නේ අංශු මාත්‍රයක් පමණි. මින් පෙන්නුම් කෙරෙනුයේ ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීම හා එහි වේගය නිර්ණය කරන එක ම සාධකය සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව නොවන බවයි. එබැවින් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීම සඳහා පහත දැක්වෙන අවශ්‍යතා සපිරිය යුතු ය:

1. සංඝට්ටන සිදු වන පරිදි අණු එකිනෙක හමු විය යුතු ය.
2. එක්තරා ශක්ති බාධකයක් ඉක්මවා යෑමට තරම් ප්‍රමාණවත් ශක්තියකින් යුක්ත ව ඒ අණු සංඝට්ටනය විය යුතු ය. ඊට අවශ්‍ය අවම ශක්තිය ප්‍රතික්‍රියාවේ සක්‍රියන ශක්තිය යනුවෙන් හැඳින්වේ.
3. ප්‍රතික්‍රියක ඵල බවට පරිවර්තනය කිරීමට අවශ්‍ය බන්ධන බිඳීම හා බන්ධන තැනීම සිදු කිරීමට උපකාරී වන දිශානතියකින් යුක්තව ඒ අණු සංඝට්ටනය විය යුතු ය.

සංඝට්ටනය:

චාලක අනුකවාදයට අනුව ප්‍රතික්‍රියක අණු දෘඪ ගෝලාකාර වස්තු සේ සැලකේ.තත්පරයක් තුළ ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ ඒකක පරිමාවක සිදු වන සංඝට්ටන සංඛයාව සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව (Z) යනුවෙන් හැඳින්වේ. මූලික වශයෙන් සංඝට්ටනවාදය, ඵල සෑදීම සඳහා අංශු දෙකක් සංඝට්නය වන: (A + B → ඵල) තනි පියවර ප්‍රතික්‍රියා ආශ්‍රිතව යෙදේ. බඳුනක් තුළ අඩංගු කරන ලද A අංශු දෙකක් හා B අංශු දෙකක් අප වෙත ඇතැයි සිතමු.



(a) (b) (c)

1.6 රූපය ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ නියත පරිමාවක් තුළ A හා B ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීමත් සමඟ සංඝට්ටන සංඛ්‍යාවේ වැඩි වීම **(a)** A අණු දෙකකින් හා B අණු දෙකකින් සංඝට්ටන හතරක් ඇති වේ. **(b)** A අණු තුනක් හා B අණු දෙක් ඇති විට සංඝට්ටන හයක් (3 × 2) ප්‍රතිඵල වේ. **(c)** A හා B අණු තුන බැගින් ඇති විට සිදු විය හැකි සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව නවයකි (3 × 3). සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව මෙසේ පෙරයිය හැකි වුව ද මේ සියලු සංඝට්ටන ඵල සෑදීමක් නොකරන බව සලකන්න.

A අණු දෙකක් හා B අණු දෙකක් ඇති විට A-B සංඝට්ටන සතරක් සිදු විය හැකි බව 1.6 රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ. A අණු තුනක් හා B අණු දෙකක් ඇති විට සංඝට්ටන හයක් ද, A අණු තුනක් හා B අණු තුනක් ඇති විට සංඝට්ටන නවයක් ද, ඇති විය හැකි ය.මේ සංඝට්ටන හැකියාවෙන් පෙන්නුම් කෙරෙනුයේ සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව, ප්‍රතික්‍රියක අංශුවල එෙකාය මත නොව ගුණිතය මත රැඳී පවතින බවකි. එබැවින් සංඝට්ටනවාදයෙන් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව ඒකක කාලයක් තුළ ඒකක පරිමාවක සිදු වන සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව මත කෙසේ රැඳී පවතී දැයි පැහැදිලි කෙරෙන අතර, එවායින් එය සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීම ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙසේ වැඩි කරනේ දැයි පැහැදිලි කරයි. සාමන්‍යයෙන් මේ සංඝට්ටන අවශ්‍යතාව ප්‍රතික්‍රියාව සිදු කිරීම සඳහා තෝරා ගනු ලබන මාධ්‍යය කෙරෙහි විශාල බලපෑමක් ඇති කරයි. ඝනවල පෘෂ්ඨයේ ඇති පරමාණු පමණක් වෙනත් පරමාණු හෝ අණු සමඟ ගැටෙන බැවින් ඒවා බෙහෙවින් මන්ද ප්‍රතික්‍රියක ලෙස ක්‍රියා කරයි. යකඩ මල බැඳීම ඉතා සෙමෙන් සිදු වන්නේ එබැවිනි. බොහෝ ප්‍රතික්‍රියා සිදු කරනු ලබන්නේ ප්‍රතික්‍රියක අණුවල චලනයට ඇති නිදහස නිසා ඒවාට පහසුවෙන් ගැටිය හැකි ද්‍රාවණ මධ්‍යයේ හෝ වායු කලාපයේ ය. දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී ඒකක කාලයක දී ඒකක පරිමාවක් තුළ සිදු වන සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව වැඩි වේ නම්, ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව ද වැඩි වන්නේ ය.

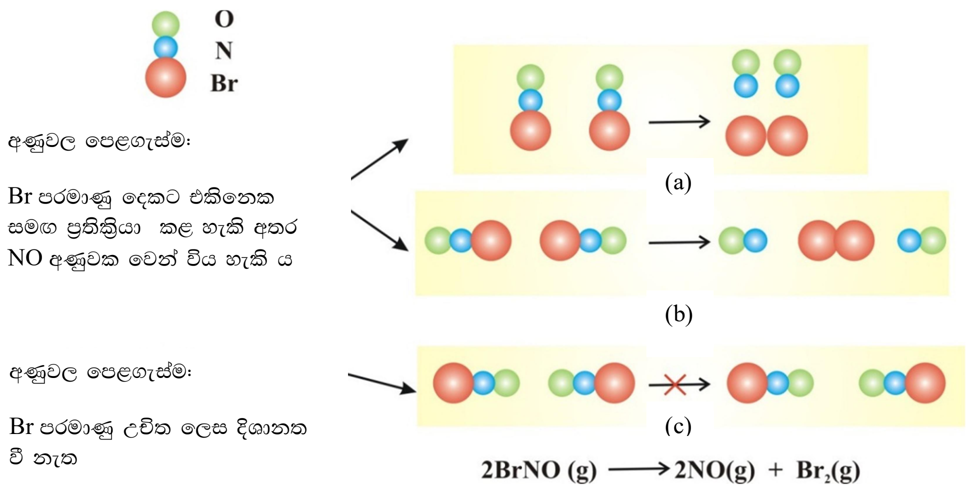
සංඝට්ටන දිශානතිය:

අණු දෙකක් සම්බන්ධ වන අවස්ථාවක දී ඒවාට ප්‍රතික්‍රියා කළ හැක්කේ ඒවා එකිනෙක සමඟ ස්පර්ශ වන විට බව පහසුවෙන් තේරුම් ගත හැකි ය. මේ හමු වීමේ දී පළමුවෙන් ඒවා ගැටිය යුතු ය. අනතුරුව ඒවා අතර ප්‍රතික්‍රියාව සිදු විය හැකි ය. මෙයින් අදහස් වන්නේ අණු එකිනෙක සමඟ සංඝට්නය වන්නේ වී නමුත් ඒ සියලු සංඝට්ටන ඵල ඇති නොකරන බව ය. අවශ්‍ය ඵලය සෑදීමට නම් ප්‍රතික්‍රියක අණු ගැටිය යුත්තේ උචිත දිශානතියකින් යුතුව ය. එබඳු සංඝට්ටන *සඵල සංඝට්ටන* යනුවෙන් හැඳින්වේ. සඵල සංඝට්ටන සංඛ්‍යාවේ වැඩි වීමත් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වන අතර, එය මුළු සංඝට්ටන සංඛ්‍යාවට සමානුපාතික වේ.

නිදසුන:
පහත දී ඇති තනි - පියවර BrNO වියෝජන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$2BrNO(g) \rightarrow 2NO(g) + Br_2(g)$$

1.7 රූපයේ පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි දූන් අපි BrNO අණු දෙකක් අවකාශයේ පැවතිය හැකි ආකාරය බලමු. ඵලයක් ලෙස බ්‍රෝමීන් අණු $Br_2(g)$ සෑදීමට නම්, BrNO අණු දෙකෙහි Br පරමාණු දෙක පළමු සංඝට්ටන දෙක සිදු වන රේඛාව ඔස්සේ එකිනෙක වෙත සමීප විය යුතු ය. එසේ වුව ද ඒ අණු තුන් වැනි සංඝට්ටනයේ දක්වෙන ආකාරයට සැකසේ නම් Br පරමාණු දෙකෙහි ගැටීමක් සිදු නොවන අතර, ඒ දිශානතිය ප්‍රතික්‍රියා ඵල ඇති නොකරනු ඇත. එබැවින් නිසි ගැටුම් රේඛාව හෙවත් ප්‍රතික්‍රියක අණුවල සංඝට්ටන දිශාව ප්‍රතික්‍රියා වේගය පාලනය කරයි.



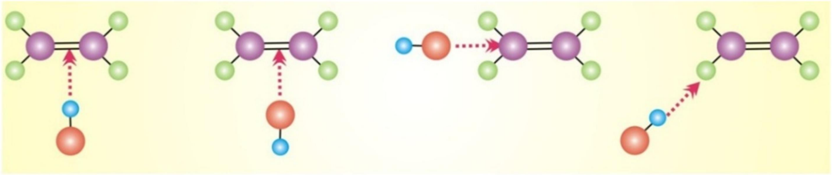
1.7 රූපය BrNO අණු දෙකක විවිධ සංඝට්ටන දිශානති **(a)** හා **(b)**, හි අණු උචිත ලෙස දිශානතව ඇති අතර, එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස Br_2 අණුවක් හා NO අණු දෙකක් නිපදවේ. **(c)**හි ප්‍රතික්‍රියක අණු පෙළ ගැසී ඇති නමුත් Br පරමාණු, ඵල ඇති කිරීමට යෝග්‍ය පිහිටුමක නැත.

එතීන් හා හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් ප්‍රතික්‍රියා කර ක්ලෝරොඑතෙන් සෑදෙන තවත් තනි පියවර ප්‍රතික්‍රියාවක් සලකන්න.

$$CH_2{=}CH_2(g) + HCl(g) \rightarrow CH_3CH_2Cl(g)$$

අණු දෙකෙහි සංඝට්ටනයෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස හයිඩ්‍රජන් පරමාණුව එක් කාබන් පරමාණුවකට ද ක්ලෝරීන් පරමාණුව අනෙක් කාබන් පරමාණුවටද සම්බන්ධ කරමින් C = C ද්විත්ව බන්ධන ඒක බන්ධනයක් බවට පරිවර්තනය කරයි. ප්‍රතික්‍රියාවෙහි අවශ්‍ය ඵලය නිපදීමේ හැකියාව ඇත්තේ H-Cl බන්ධනයේ හයිඩ්‍රජන් අන්තය කාබන් - කාබන් ද්විත්ව බන්ධනයට සමීප වන විට පමණි. C = C ද්විත්ව බන්ධනය වටා ඇත්තේ සෘණ ආරෝපණ වලාවකි. ඒ වෙත Cl පරමාණුව සමීප වේ නම් එමගින් Cl පරමාණුව විකර්ශනය කෙරෙන අතර ඵල

සැදීමක් සිදු නො වේ. **1.8** රූපයෙන් සඵල සංඝට්ටන හා ඵල සැදීමට උපස්ථම්භක නොවන සංඝට්ටන සංසන්දනය කෙරේ.



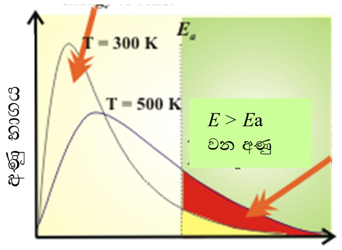
	(a)	(b)	(c)	(d)
හිතකරබව	ඔව්	නැත	නැත	නැත

$$CH_2{=}CH_2(g) \ + \ HCl(g) \ \rightarrow \ CH_3CH_2Cl(g)$$

1.8 රූපය $CH_2{=}CH_2$ හා HCl අතර සංඝට්ටන සඳහා තිබිය හැකි දිශානති. **(a)**හි HCl වල හයිඩ්‍රජන් පරමාණුව C=C බන්ධනය වෙත යොමු වී ඇති අතර, C=C බන්ධනය ඍණ ආරෝපණයෙන් යුත් බැවින් මේ සංඝට්ටනය ඵල සැදීමට හිතකර වේ. **(b)**හි Cl පරමාණුව විකර්ශනය වන බැවින් එය ප්‍රතික්‍රියාවට හිතකර නොවේ. **(c)** හා **(d)** අවස්ථා ද ප්‍රතික්‍රියාවට හිතකර නො වේ.

සක්‍රියන ශක්ති බාධකය අභිභවා ලීම:

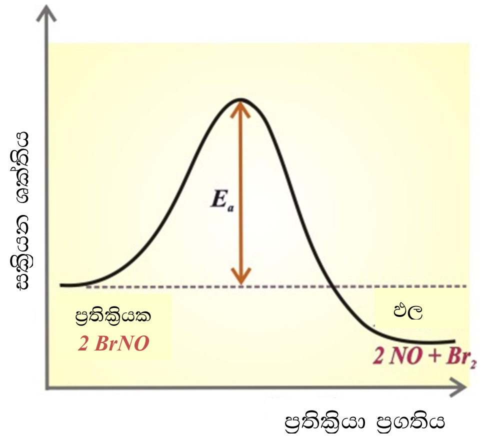
ප්‍රතික්‍රියක අණු නියැදියක අණුක චාලක ශක්තිවලට බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තියක් ඇති බව අපි දනිමු. ඇතැම් අණුවලට ඉහළ ශක්තියක් ද තවත් සමහරකට පහළ ශක්තියක් ද ඇති අතර බහුතරයකට ඇත්තේ මධ්‍යස්ථ ශක්තියකි. උෂ්ණත්ව දෙකක දී ප්‍රතික්‍රියක කුලකයක බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්ති 1.9 රූපයේ දක්වේ. සක්‍රියන ශක්තිය **(E_a)** යනුවෙන් හැඳින්වෙන ප්‍රස්තාරයේ දකුණු පසට වන්නට පෙන්වා ඇති එක්තරා අවම (පර්යන්ත) ශක්තියකට වඩා වැඩි ශක්තියකින් යුත් ප්‍රතික්‍රියක අණුවලට පමණක් ප්‍රතික්‍රියා කර ඵල සෑදීමට හැකියාව ඇත. වැඩි උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී අණුවලින් වැඩි භාගයකට සක්‍රියන ශක්තිය ඉක්මවිය හැකි බැවින් ඉහළ උෂ්ණත්ව නියැදිය වැඩි සඵල සංඝට්ටන සංඛ්‍යාවක් සිදු කරන අතර අඩු උෂ්ණත්ව නියැදියට සාපේක්ෂව ඉහළ ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවක් පෙන්වයි.



1.9 රූපය සංඝට්ටන ශක්තිවල ව්‍යාප්තිය කෙරෙහි උෂ්ණත්වයේ බලපෑම. වැඩි උෂ්ණත්වයක දී සක්‍රියන ශක්තියට වඩා වැඩි ශක්තියෙන් යුත් අණුවල භාගය වැඩි වන අතර, එය ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි කිරීමට හේතු වේ.

ප්‍රතික්‍රියක අණු අතර අන්තර්ක්‍රියා බල අභිභවනය කරමින් ප්‍රමාණවත් ශක්තියෙන් යුත් අණු අතර හිතර සංඝට්ටනයක් සිදු වන විට, පළමුව සක්‍රිය සංකීර්ණයක්, (සංක්‍රමණ අවස්ථා)

යනුවෙන් හැඳින්වෙන අස්ථායී අණුක පොකුරක් සෑදේ. සක්‍රිය සංකීර්ණයේ ආයු කාලය ඉතා කෙටි ය. එය එක්කෝ ඵල බවට පරිවර්තනය වෙයි. නැත හොත් ආපසු ප්‍රතික්‍රියක බවට බිඳෙයි.සක්‍රියන ශක්තිය. (E_a) බිඳවැටීමට භාජන වන රසායනික බන්ධනවල ස්වභාවය මත රැඳී පවතින අතර එය ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල එන්තැල්පිවලින් ස්වායත්ත ය. BrNO(g) හි වියෝජනය නිදසුන් ලෙස ගනිමින් මීට අදාළ ශක්ති රූපසටහන **1.10** රූපයෙන් දැක්වෙයි. පසුව මේ පිළිබඳ වැඩි විස්තර සාකච්ඡා කෙරේ.



1.10 රූපය සක්‍රියන ශක්තිය (E_a) නිරූපණය කරන රූප සටහන

නිදසුනක් ලෙස, BrNO වායුවේ $2BrNO(g) \rightarrow 2NO(g) + Br_2(g)$, BrNO(g) යන වියෝජන ප්‍රතික්‍රියාවේ දී Br-N බන්ධන දෙකක බිඳීමත් එක් Br-Br බන්ධනයක් සෑදීමත් සිදු විය යුතු ය. Br-N බන්ධනයක් බිඳීමට අවශ්‍ය ශක්තිය 243 kJ mol^{-1} පමණ වන අතර ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට මේ ශක්තිය අවශ්‍ය වේ. සංඝට්ටන ආකෘතියට අනුව මේ ශක්තිය සැපයෙන්නේ අණුවල චාලක ශක්තියෙනි. අණු සංඝට්ටනය වීමේ දී චාලක ශක්තිය, විභව ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වන අතර එය බන්ධන බිඳ හෙළා පරමාණු ප්‍රතිසංවිධානය කරයි.

රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් තාපදායක වුව ද තාපාවශෝෂක වුව ද ප්‍රතික්‍රියක ඵල බවට පරිවර්තනයට වීමට පෙර අභිභවා ලිය යුතු ශක්ති බාධකයකින් යුක්ත බව අපට සංක්ෂිප්තව පැවසිය හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියක අණුවලට ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් සතුව ඇත් නම් සඵල සංඝට්ටනයකට පසු ඒවාට ශක්ති බාධකයේ ශීර්ෂය වෙත සමීප වී අනතුරු ව වක්‍රයේ දකුණු පසට ගොස් ඵල බවට පරිවර්තනය විය හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියාවක සක්‍රියන ශක්තිය අඩු නම් සඵල/හිතකර සංඝට්ටනවල භාගය විශාල වන අතර, ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය වැඩි ය. අනෙක් අතට සක්‍රියන ශක්තිය වැඩි නම් සඵල සංඝට්ටනවල භාගය අල්ප වන අතර, ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය අඩු ය. උෂ්ණත්වය වැඩි කළ විට සිදු වන සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව වැඩි වන අතර, ඒ අනුව ඒකක පරිමාවක් තුළ ඒකක කාලයක දී සිදුවන සඵල සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව ද වැඩි වේ. එම නිසා ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ.

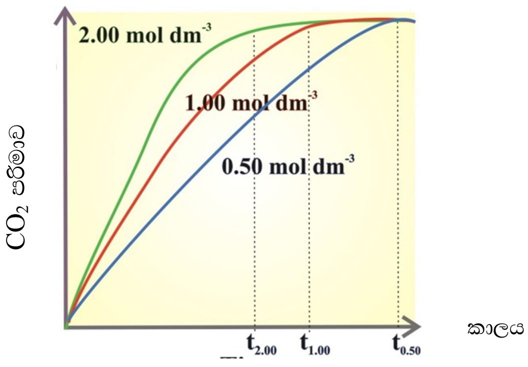
සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම්

$A + B \rightarrow$ ඵල ආකාර රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී A හා B යන ප්‍රතික්‍රියක අණු (පරමාණු හෝ අයන) එකිනෙක සමග ගැටී ඵල බවට පරිවර්තනය වේ. ගැටීමක් සිදු නොවේ නම්, ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව ශූන්‍ය වේ. ඒකක පරිමාවක අඩංගු අණු සංඛ්‍යාව වැඩි කරන ලද්දේ නම් ඒවා අතර සට්ටන වැඩි වන බැවින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ. මෙහි අර්ථය නම් ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය

වැඩි වූ විට සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රතික්‍රියා වේගය වැඩි වන බවයි. ද්‍රව හා වායු සහභාගි වන ප්‍රතික්‍රියාවල ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි කිරීමට හේතු වේ. ඇතැම් ප්‍රතික්‍රියාවල දී, යම් ප්‍රතික්‍රියකයක සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීමෙන් ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති නොවීමට ඉඩ ඇත. (මේ පිළිබඳ විස්තර මතු කොටසක දී සාකච්ඡා කෙරේ). මේ සාන්ද්‍රණ බලපෑම ආදර්ශනය සඳහා ඝන කැල්සියම් කාබනේට් හා හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය අතර ප්‍රතික්‍රියාවක් භාවිතයට ගත හැකි ය.

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

උක්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය අම්ලයේ සාන්ද්‍රණය වෙනස් කිරීමෙන් වෙනස් කළ හැකි ය. (කැල්සියම් කාබනේට් කැබලිවල තරම ද වෙනස් කළ හැකි අතර එය ප්‍රතික්‍රියකවල භෞතික ස්වභාවය යටතට ගැනේ). කැල්සියම් කාබනේට් කැබලි විශාල නම් හා වැඩිපුර තිබේ නම්, ඝනයෙන් අල්ප වූ භාගයක් පමණක් ප්‍රතික්‍රියා වන බව මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී නිරීක්ෂණය කරනු ලැබ ඇත. කාලයත් සමඟ හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය වැය වන හෙයින් එහි සාන්ද්‍රණය අඩු වන අතර ප්‍රතික්‍රියා වේගය ද අඩු වේ. එබැවින් ද්‍රාවණයේ pH අගය, කැල්සියම් කාබනේට්වල ස්කන්ධයේ අඩු වීම හෝ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් පරිමාවේ වැඩි වීම මැනීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව නියාමනය කළ හැකි ය. සැදෙන එක ම වායුමය විශේෂය කාබන් ඩයොක්සයිඩ් බැවින් පහසු ම නියාමන ක්‍රමය වන්නේ නිදහස් වන එම වායු පරිමාව මැනීම ය. එක්තරා පරීක්ෂණයක දී අප විසින් දන්නා කැල්සියම් කාබනේට් ප්‍රමාණයක්, වෙන වෙන ම 0.50, 1.00 හා 2.00 mol dm^{-3} හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ල ද්‍රාවණවල දන්නා පරිමාවක් ($\sim 100\ cm^3$) හා ප්‍රතික්‍රියා කරවා කාලයත් සමඟ සැදෙන කාබන් ඩයොක්සයිඩ් පරිමාව මනින ලද්දේ නම් පහත දැක්වෙන ප්‍රතිඵල නිරීක්ෂණය කළ හැකි වනු ඇත (1.11 රූපය).



1.11 රූපය දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී හයිඩ්රොක්ලෝරික් අම්ල සාන්ද්‍රණය සමඟ $CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$ ප්‍රතික්‍රියාව මඟින් නියත CO_2 වායු පරිමාවක් ජනනය වීමට ගත වන කාලයේ විචලනය

ඉහත ප්‍රස්තාරයෙන්, හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ල සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීමත් සමඟ නියත කාබන් ඩයොක්සයිඩ්පරිමාවක් නිපදවීමට ගත වන කාලය අඩු වන බව ($t_{2.00} < t_{1.00} < t_{0.50}$) පෙනී යයි. එනම්, හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ල සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීමත් සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ. මෙසේ ශීඝ්‍රතාව වැඩි වීමට හේතුව සංඝට්ටනවාදයෙන් පැහැදිලි කෙරේ; ඉහළ සාන්ද්‍රණවල දී ඒකක කාලයක දී $CaCO_3$ හි ඒකක ක්ෂේත්‍රඵලයන් මත සංඝට්ටන වැඩිවන

අතර එමඟින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වෙයි. ඉදිරි කොටසක දී මේ පිළිබඳ වඩාත් සවිස්තරව සාකච්ඡා කෙරේ.

වැඩි වන සාන්ද්‍රණයත් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා වේගය වැඩි වීම ඉහත විස්තරයෙන් පැහැදිලි කෙරෙන නමුදු ඇතැම් ප්‍රතික්‍රියා වර්ග (බහු පියවර) ආශ්‍රිතව මෙය මෙසේ සිදු නොවන බව සැලකිය යුතු ය. නිදසුනක් ලෙස එකිනෙකට බෙහෙවින් වෙනස් වේගවලින් යුත් පියවර ශ්‍රේණියකින් සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවක් සලකන්න. මෙහි ඇතැම් පියවර වේගයෙන් ද ඇතැම් පියවර සෙමෙන් ද සිදු වේ.

A හා B ප්‍රතික්‍රියක දෙක ප්‍රතික්‍රියා කොට P ඵලය නිපදවීම පහත දී ඇති පියවර දෙකෙන් සිදු වන්නේ යැයි සිතමු.

$$A(aq) \rightarrow X(aq)\text{: } \textbf{සෙමෙන්}$$

$$B(aq) + X(aq) \rightarrow P\text{: } \textbf{වේගයෙන්}$$

ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවෙහි සමස්ත ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව, A වලින් X සෑදෙන, **සෙමෙන්** සිදු වන්නා වූ පියවරෙන් පාලනය වන්නේ ය. මෙය ප්‍රතික්‍රියාවක **වේග නිර්ණ පියවර** ලෙස හැඳින්වෙයි.

A වල සාන්ද්‍රණය වැඩි කළ හොත්, ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි පළමු වන පියවරෙහි වේගය වැඩි වන බව පැහැදිලි ය. කෙසේ වුව ද, B වල සාන්ද්‍රණය වැඩි කළ හොත්, දෙවැනි පියවරෙහි වේගය වැඩි වන නමුත් X නිපදවෙන්නා හා ම මේ පියවර ඉතා වේගයෙන් සිදු වන බැවින් සමස්ත ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි එය කිසිදු බලපෑමක් නො කරයි. එබැවින් එවැනි බහු පියවර ප්‍රතික්‍රියාවල දී වේගවත් පියවරට සහභාගි වන යම් ප්‍රතික්‍රියකයක සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීම, ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි කිසිදු බලපෑමක් නො පෙන්වයි. මේ වර්ගයේ ප්‍රතික්‍රියා සඳහා නිදසුන් සමහරක් න්‍යෂ්ටිකාමී ආදේශන ප්‍රතික්‍රියා අතර දක්නට ලැබේ.

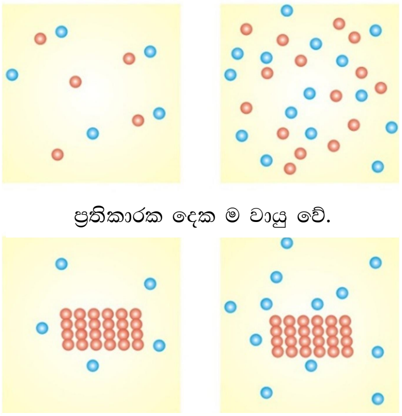
පීඩනයේ බලපෑම්

පීඩනය වැඩි කිරීම, වායුමය ප්‍රතික්‍රියක සහභාගි වන ප්‍රතික්‍රියාවල වේගය වැඩි කරයි. ඝන හෝ ද්‍රව පමණක් සහභාගි වන ප්‍රතික්‍රියාවල වේගය කෙරෙහි පීඩන වෙනසෙහි බලපෑමක් නැත. නිදසුනක් ලෙස හේබර් ක්‍රමයෙන් ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය කිරීමේ දී ඉතා ඉහළ පීඩන මඟින් ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව ඉහළ නැංවේ. වායුවක පීඩනය වැඩි කිරීම හා දෙන ලද වායු ස්කන්ධයක සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම හරියට ම එක ම ආකාර ක්‍රියාවකි. පහත දැක්වෙන පරිදි පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය ඇසුරෙන් මෙය අවබෝධ කර ගත හැකි ය.

$$PV = nRT$$

දෙන ලද වායු ස්කන්ධයක් සඳහා ඉහත සමීකරණය මෙසේ ප්‍රතිසංවිධානය කළ හැකි යː

නියත උෂ්ණත්වයක දී දෙන ලද පරිමාවක් සඳහා $P = \frac{n}{v} RT = CRT$ වේ. නියත උෂ්ණත්වයක දී RT ගුණිතය නියතයක් බැවින් පීඩනය, සාන්ද්‍රණයට අනුලෝමව සමානුපාතික ය. පීඩනය නැංවූ විට වෙන් වෙන් වර්ගවල හෝ එක ම වර්ගයේ හෝ අංශු අතර සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව ද එනයින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව ද ඉහළ යන බව පැහැදිලි ය. ප්‍රතික්‍රියා වන අණු දෙක ම වායුමය වූ පද්ධති සඳහා සේ ම එකක් වායුමය හා අනෙක ඝන අවස්ථාවේ වූ පද්ධති සඳහා ද මෙය සත්‍ය වේ (1.11රූපය).



1.12 රූපය පීඩනයේ බලපෑම: පීඩනය වැඩි කිරීම වායුමය ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය වැඩි කරයි.

උෂ්ණත්වයේ බලපෑම්

උෂ්ණත්වයේ වෙනස් වීම, ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන බව වටහා ගත හැකි ය. අණුවල ශක්තිය පිළිබඳ මැක්ස්වෙල් - බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තියට අනුව ඉහත විස්තර කළ පරිදි උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ. කාමර උෂ්ණත්වය ආසන්නයේ දී සිදු වන බොහෝ ප්‍රතික්‍රියාවල (සියලු ප්‍රතික්‍රියාවල නො වේ) වේගය සෑම 10 ^{o}C උෂ්ණත්ව නැඟීමක් සමග දළ වශයෙන් දෙගුණ වේ. ඇතැම් ප්‍රතික්‍රියා සැබැවින් ම ක්ෂණික ය (ඉතා වේගවත් ය). ද්‍රාවණගත අයනවලින් අද්‍රාව්‍ය ඝනයක් සාදන්නා වූ අවක්ෂේපණ ප්‍රතික්‍රියා හා ද්‍රාවණයේ සිදු වන, අම්ලයකින් ලැබෙන හයිඩ්‍රජන් අයන හා ක්ෂාරයකින් පැමිණෙන හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන අතර ප්‍රතික්‍රියාව මීට නිදසුන් වේ. මෙයින් එකක් රත් කිරීමෙන් ප්‍රතික්‍රියා වේගයෙහි සැලකිය යුතු හෝ පිළිගත හැකි වෙනසක් සිදු නො වේ.

4 ඒකකයේ (පදාර්ථයේ වායු අවස්ථාව) විස්තර කරන ලද පරිදි පද්ධතියක උෂ්ණත්වය ඉහළ නැංවූ විට එහි අඩංගු අණුවල/අංශුවල මධ්‍යක චාලක ශක්තිය වැඩි වේ. මධ්‍යක චාලක ශක්තිය වැඩි වන විට අංශු වැඩි වේගයකින් චලනය වෙමින් ඒකක කාලයක් තුළ (ඒකක පරිමාවක) ඇති වන සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව වැඩි කරයි. මෙය සඵල ගැටුමක් ඇති කිරීමට ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් සහිත (වෙනත් අයුරකින් කිවහොත් සක්‍රියන ශක්තිය ඉක්මවා ඇති) අණු භාගය වැඩි කිරීමට හේතු වේ. මේ සාධක දෙක ම ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි කරයි. එහෙයින් උෂ්ණත්වයේ වැඩි වීමත් සමඟ සියලු (බොහෝ) ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ. මේ පිළිබඳ වැඩි විස්තර පසු කොටසක දී විස්තර කරනු ලැබේ. මීට විලෝම වශයෙන් උෂ්ණත්වයේ අඩු වීමත් සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව අඩු වන්නේ ය. නිදසුනක් ලෙස ශීතනය, බැක්ටීරියාවල ගුණනයට හේතු වන ජෛව රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල වේගය අඩු කිරීමෙන් ආහාරවල බැක්ටීරියා වර්ධන වේගය අඩු කිරීමට යොදා ගනී.

මෙයට අමතරව, එකකට වැඩි ප්‍රතික්‍රියා ගණනක් සිදු වීමට ඉඩ ඇති පද්ධතිවල එකිනෙකට වෙනස් ප්‍රතික්‍රියා තත්ත්ව යටතේ දී එක ම ප්‍රතික්‍රියකවලට වෙනස් ඵල නිපදවිය හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස 100 ^{o}Cක පමණ උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී තනුක සල්ෆියුරික් අම්ලය ඇති විට එතනෝල්, ඩයිඑතල් ඊතර් බවට පරිවර්තනය වේ.

$$2CH_3CH_2OH(aq) \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OCH_2CH_3(aq) + H_2O(l)$$

එහෙත් 180 °C දී මීට සම්පූර්ණයෙන් වෙනස් ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වී ප්‍රධාන ඵලය ලෙස එතීන් (එතිලීන්) නිපදවයි.

$$CH_3CH_2OH(aq) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_4(g) + H_2O(l)$$

ප්‍රතික්‍රියකවල භෞතික ස්වභාවය

ප්‍රතික්‍රියක අණු දෙකක් අතර එක ම ද්‍රව කලාපය තුළ සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවක් සලකන්න. ප්‍රතික්‍රියක දෙක ම හෝ ඉන් එකක් හෝ ඝනයක් වන විට, නොඑසේ නම් ඒවා අමිශ්‍ර්‍ය වෙන් වෙන් ද්‍රාවණ කලාපවල පවතින විට ඒවා අතර සංඝට්ටන සිදු වීමේ සංඛ්‍යාතයට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාතයකින් මෙහි දී ප්‍රතික්‍රියක අණු එකිනෙක සමග ගැටේ. ප්‍රතික්‍රියක අණු සමජාතීය ද්‍රාවණයක ඒකාකාරි ලෙස පැතිරී ඇතොත්, ඒකක කාලයක දී ඒකක පරිමාවක් තුළ සිදුවන සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව, සාන්ද්‍රණය හා උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතී. විෂයජාතිය ප්‍රතික්‍රියාවක දී ප්‍රතික්‍රියක වෙනස් කලාප තුළ (ඝන/ වායු) ඇති අතර ප්‍රතික්‍රියක අතර සංඝට්ටන ඇති වන්නේ කලාප දෙක අතර අතුරු මුහුණතේ දී පමණි. ඒකක කාලයක දී ඒකක පරිමාවක් තුළ ඇතිවන ගැටුම් සංඛ්‍යාව සමජාතිය පද්ධතිවලට සාපේක්ෂව සැලකිය යුතු තරමින් අඩු වේ. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව ද අඩු වේ. සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව වායු අවස්ථාව > ද්‍රව අවස්ථාව > ඝන අවස්ථාව යන ආකාරයෙන් භෞතික ස්වභාවය මත රැඳී පවතී. විශමජාතිය ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව වඩා සංඝනීභූත කලාපයේ පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය මත රැඳී පවතී.

මෝටර් වාහන එංජින්වල ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයේ බලපෑම ප්‍රයෝජනයට ගැනේ. එක් එක් සිලින්ඩරය තුළට විදිනු ලබන පෙට්‍රල් පුලිඟු ජේනුවෙන් හට ගන්නා පුළිඟුම්වලින් දල්වා දහනයට භාජන කෙරේ. පෙට්‍රල් සිලින්ඩරය තුළට පෙට්‍රල් විදිනු ලබන්නේ අන්වීක්ෂීය බිඳිති වශයෙනි. එම ස්වරූපයේ දී එහි පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය වඩා විශාල වන අතර දහරක් ලෙස සිලින්ඩරය ඇතුළු කිරීමේ දීම වඩා වැඩි වේගයෙන් දහනය විය හැකි ය. එපරිද්දෙන් ම කුඩා කොටස් බවට වෙන් කරන ලද යකඩ සෙමෙන් දහනය විය හැකි (හෝ කොහෙත් ම දහනය විය නො විය හැකි) මුත් දැල්ලක් තුළට ඉසිනු ලැබූ යකඩ ධූලි ප්‍රචණ්ඩ ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කරයි.

ප්‍රතික්‍රියක සැලකූ කල, සියුම් ලෙස කුඩු කරන ලද ඝනයක් ඒ ස්කන්ධයෙන් ම යුත් තනි කැබැල්ලකට වඩා වේගයෙන් ප්‍රතික්‍රියා කරයි. ඒ තනි කැබැල්ලේ පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයට වඩා වැඩි පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයක් කුඩු කරන ලද ඝනයට ඇති නිසා ය.

විද්‍යාගාරයේ ඔබ විසින් සිදු කරනු ලබන කැල්සියම් කාබනේට් හා හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය අතර ප්‍රතික්‍රියාව මෙයට උදාහරණයකි. කුඩු ලෙස ඇති කැල්සියම් කාබනේට්, ඒ ස්කන්ධයෙන් ම යුත් කිරිගරුඬ හෝ හුනුගල් කැබලිවලට වඩා වේගයෙන් තනුක හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරන බව ඔබට නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය.

හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්හි උත්ප්‍රේරිත වියෝජනයේ දී ඝන මැංගනීස් (IV) ඔක්සයිඩ් බොහෝ විට උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස භාවිතයට ගැනේ. උත්ප්‍රේරකය කුඩක් ලෙස ඇති විට, ඒ උත්ප්‍රේරක ස්කන්ධය ම කණිකා ලෙස ඇති විට දී වඩා වැඩි වේගයෙන් ඔක්සිජන් නිදහස් වේ.

මැග්නීසියම් ලෝහය හා තනුක හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය අතර ප්‍රතික්‍රියාවේ දී මැග්නීසියම් පරමාණු හයිඩ්‍රජන් අයන සමඟ සංඝට්ටනය වේ. මෙහි දී ද ලෝහයේ පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන්නේ ය. සියුම් මැග්නීසියම් කුඩු මැග්නීසියම් පටියට වඩා වැඩි වේගයෙන් හයිඩ්‍රජන් වායුව නිදහස් කරයි.

ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි ප්‍රතික්‍රියකවල භෞතික ස්වභාවය පමණක් නොව ඒවායේ රසායනික බන්ධනවල ස්වභාවය ද ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපායි.

පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියා දෙක සලකන්න.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (a)$$
$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (b)$$

මෙහි (a) ප්‍රතික්‍රියාව (b) ප්‍රතික්‍රියාවට වඩා වේගවත් ය. ඊට හේතුව (a) ප්‍රතික්‍රියාවේ දී එක් $N = O$ බන්ධනයක් පමණක් බිඳිය යුතු වීමත් (b) ප්‍රතික්‍රියාවේ දී $C - H$ බන්ධන හතරක් බිඳිය යුතු වීමත් ය. පහත දැක්වෙන්නේ තවත් ප්‍රතික්‍රියා යුගලකි.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (c)$$
$$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (d)$$

NOහි බන්ධනය, COහි බන්ධනයට වඩා දුබල බැවින් NOහි බන්ධනය වඩා පහසුවෙන් බිඳේ. එබැවින් (c) ප්‍රතික්‍රියාවට වඩා වේගවත් ය.

ද්‍රාවකයේ බලපෑම

ද්‍රාව්‍ය අංශුවල ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි ද්‍රාවකයේ ස්වභාවය ද බලපාන්නේ ය. විවිධ ද්‍රාවක තුළ දී එක ම ප්‍රතික්‍රියාව වෙනස් වේගවලින් සිදුවන අතර එය භාවිතා කල ද්‍රාවකයේ ධ්‍රැවියතාව මත රඳා පවතී.

ප්‍රතික්‍රියා වේග නිර්ණය කිරීමෙහිලා ද්‍රාවක දුස්ස්‍රාවිතාව ද වැදගත් ය. අධික ලෙස දුස්ස්‍රාවී ද්‍රාවක තුළ දී දිය වූ අංශුවල ව්‍යාප්ත වීම දුස්ස්‍රාවිතාව අඩු ද්‍රාවක තුළ දීට වඩා සෙමෙන් සිදු වේ. එබැවින් එවැනි ද්‍රාවක තුළ දී ඒකක කාලයක දී ඒකක පරිමාවක් තුළ සිදු වන අංශුවල සංඝට්ටන සංඛ්‍යාතය ද අඩු ය. මේ නිසා ද්‍රාවකයේ දුස්ස්‍රාවිතාව වැඩි වීමත් සමග ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවඅඩු වෙයි.

උත්ප්‍රේරකවල බලපෑම

උත්ප්‍රේරකයක් යනු සමස්ත රසායනික වෙනසකට භාජන නො වී ප්‍රතික්‍රියාවක මාර්ගය වෙනස් කරමින් හා ප්‍රතික්‍රියා වේගය වැඩි කරමින් ඊට සහභාගි වන ද්‍රව්‍යයකි. නිදසුනක් ලෙස $CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g)$ යන ප්‍රතික්‍රියාව කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ඉතා සෙමෙන් සිදු වන්නක් වන අතර, උත්ප්‍රේරකයක් ඇතුළු කිරීමෙන් එහි ශීඝ්‍රතාව වැඩි කළ හැකි ය. මීට අමතරව උත්ප්‍රේරකයක් නැති විට දීමට වඩා උත්ප්‍රේරකයක් හමුවේ දී හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල වියෝජනය වේගයෙන් සිදු වේ. බොහෝ උත්ප්‍රේරක යම් ප්‍රතික්‍රියාවකට සුවිශේෂ වන බැවින්, සිදු වීමට ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියා කිහිපයක් අතුරින් එකක පමණක් වේගය වැඩි කිරීමෙන් ඒවා බොහෝ විට ප්‍රතික්‍රියා ඵලය නිර්ණය කරන්නේ ය. උත්ප්‍රේරකයක් සහිතව සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවක දී ඇතැම් විට ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීම ප්‍රතික්‍රියා වේගය වැඩි නොකිරීමට ඉඩ ඇත. නිදසුනක් ලෙස, ද්‍රාවණ මාධ්‍යයේ ඉහළ සාන්ද්‍රණයකින් යුත් ප්‍රතික්‍රියක සහිතව සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවක් ම, සියුම්ව කුඩු කරන ලද ඝන උත්ප්‍රේරකයකට අල්ප ප්‍රමාණයක් යෙදූ විට උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය සම්පූර්ණයෙන් ම ප්‍රතික්‍රියක අංශුවලින් වැසී යයි. මෙවිට උත්ප්‍රේරකය එහි උපරිම ශක්‍යතාවෙන් ක්‍රියාත්මකව පවතින බැවින් ද්‍රාවණ සාන්ද්‍රණය තවදුරටත් වැඩි කිරීම ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි බලපෑමක් නො කරයි. ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි මේ ආවරණවල බලපෑම හා ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ පිළිබඳ වැඩි දුර විස්තර වෙන ම කොටසක සාකච්ඡා වේ.

1.7 ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය උචිත ලෙස හැසිරවීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය පාලනය කිරීම

1.7.1 ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය ප්‍රකාශ කිරීම: මධ්‍යක, යම් මොහොතක දී (තත්කාල) හා ආරම්භයේ දී වේග

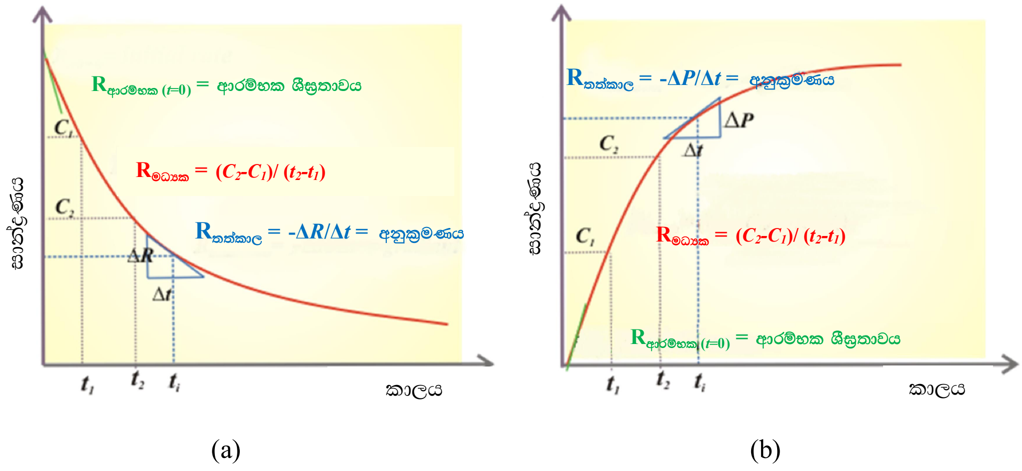
ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි ප්‍රතික්‍රියාවක් ඉදිරියට සිදු වත් ම වේගය වෙනස් වෙයි. A හා B අතර වායු කලාපයේ සිදු වන පහත දැක්වෙන කල්පිත ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$$

හැම A අණුවකට ම B අණුවක් ප්‍රතික්‍රියා කරන අතර එබැවින් [A] හා [B] සමාන වේගයෙන් අඩු වේ. එබැවින් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

298 K දී සංවෘත බඳුනක් තුළ දන්නා [A] කින් ප්‍රතික්‍රියාව අරඹා එකතු කිරීමට පසු තත්පර 10 කාලාන්තරවල දී A සාන්ද්‍රණය මනින ලද්දේ යැයි සිතමු. මින් ලද ප්‍රතිඵල 1.13 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ප්‍රස්තාරගත කළ හැකි ය. කාලයත් සමග *ප්‍රතික්‍රියක* සාන්ද්‍රණය *අඩු වන* බැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගතියත් සමග එහි වේගය *අඩු වෙයි* (A අණු ප්‍රතික්‍රියා කරන විට, සඵල සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව අඩුවන අතර එනයින් ශීඝ්‍රතාව ද අඩු වෙයි). කාලයට එරෙහිව ඵල සාන්ද්‍රණය අප විසින් ප්‍රස්තාරගත කරන ලද්දේ නම් ප්‍රතිඵල වන්නේ විලෝම වක්‍රයයි. කාලය සමග සාන්ද්‍රණයේ ප්‍රස්තාරය අනුසාරයෙන් පහත දැක්වෙන තෙවැදෑරුම් ශීඝ්‍රතා අර්ථ දැක්විය හැකි ය.



1.13 රූපය මධ්‍යක, යම් මොහොතක දී හා ආරම්භක වේගවල අර්ථ දැක්වීම් හා ප්‍රස්තාරික නිරූපණ: (a) ප්‍රතික්‍රියක ආශ්‍රිත වේග වෙනස (b) ඵල සඳහා වේග වෙනස. වේග ප්‍රමාණයේ සලකුණ ඍණ වන බවත් (බෑවුම ඍණ බැවින්) ඵල සඳහා වේගයේ සලකුණ ධන බවත් සලකන්න. එබැවින් ගණනය කිරීම්වල දී ප්‍රතික්‍රියක වැය වීමේ ශීඝ්‍රතාව (-1)න් ගුණ කෙරේ.

මධ්‍යක වේගය

දෙන ලද කාල පරිච්ඡේදයක් **මධ්‍යක වේගය** යනු වක්‍රය දිගේ ලක්ෂ්‍ය දෙකක් සම්බන්ධ කරන රේඛාවේ බෑවුමයි. 100s කාලාන්තරයේ දී මධ්‍යක වේගය ලබා ගනුයේ කලාන්තරය තුළ සාන්ද්‍රණ වෙනස ගත වූ කාලයෙන් බෙදීමෙනි. නිදසුනක් ලෙස $C_1 = 3.50 \times 10^{-5} \text{mol dm}^{-3}$ හා $C_2 = 0.50 \times 10^{-5} \text{mol dm}^{-3}$ නම්,

$$\text{වේගය}_{\ 0\text{-}100} - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{[0.50 \times 10^{-5} - 3.50 \times 10^{-5}] \text{ mol dm}^{-3}}{[100-0]\text{s}} = 3.0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

ප්‍රතික්‍රියාවේ පළමු 100 s තුළ තත්පරයට $3.0 \times 10^{-7} \text{mol dm}^{-3}$ මධ්‍යක වේගයෙන් [A] අඩු වන බව මින් පෙන්නුම් කෙරේ. කෙසේ වුව ද වක්‍රය දිගේ ඕනෑ ම ලක්ෂ්‍යක දී වේගය $3.0 \times 10^{-7} \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$ වන බවක් මින් නො හැඟවේ. කාලයත් සමග වක්‍රයේ බෑවුම අඩු වන බවත්, එහෙයින් (මධ්‍යක) වේගය ද අඩු විය යුතු බවත් අපට පහසුවෙන් අවබෝධ කර ගත හැකි ය.

මෙහි තේරුම නම් කෙටි පරතර ඇතුළත ශීඝ්‍රතාව මධ්‍යක අගයට වඩා අඩු හෝ වැඩි විය හැකි බව ය. ඉහත නිමානයේ දී 100 s මුළු කාලාන්තරය තුළ [A] හි අඩු වීමෙන් ඕනෑම වඩා කෙටි කාලාන්තරයක් තුළ ශීඝ්‍රතාව පෙන්නුම් නොකෙරේ. වඩා කෙටි කාලාන්තර දෙකක් තුළ මධ්‍යක වේග අප විසින් ගණනය කරන ලද්දේ නම් මේ ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතා වෙනස පැහැදිලි වෙයි. නිදසුන් ලෙස පළමු 10 s තුළ $C_1 = 3.50 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ හා $C_2 = 3.00 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ වී නම් මධ්‍යක වේගය පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

$$\text{වේගය}_{\ 0\text{-}10} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{[3.00 \times 10^{-5} - 3.50 \times 10^{-5}] \text{ mol dm}^{-3}}{[10-0]\text{s}} = 5.0 \times 10^{-7} \text{mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}$$

එසේ ම, $50 - 60 \text{ s}$ කාලාන්තරයේ දී $C_1 = 1.00 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ හා $C_2 = 0.75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ වී නම් මධ්‍යක වේගය මෙසේ වෙයි.

$$\text{වේගය}_{\ 50\text{-}60} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{[0.75 \times 10^{-5} - 1.00 \times 10^{-5}] \text{ mol dm}^{-3}}{[60-50]\text{ s}} = 2.50 \times 10^{-7} \text{mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}$$

යම් මොහොතක දී වේගය (තත්කලා වේගය)

සලකනු ලබන කාලාන්තරයක් සඳහා නියතයක් වන මධ්‍යක වේගය, කිසියම් මොහොතක දී ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය පෙරැයීම සඳහා යොදා ගත නො හැකි ය. එබැවින් කිසියම් මොහොතක දී වේගය ප්‍රකාශ කිරීම සඳහා තත්කාල වේගය යොදා ගැනේ. කිසියම් මොහොතක දී ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය **තත්කාල වේගය** යනුවෙන් හැඳින්වේ. වේග වක්‍රයෙහි යම් ලක්ෂ්‍යකට අඳින ලද ස්පර්ශකයේ බෑවුමෙන් අදාළ මොහොතේ දී ප්‍රතික්‍රියාවේ තත්කාල වේගය ලැබේ.

උදාහරණයක් සඳහා, 50.0 s දී තත්කාල වේගය

මෙය ගණනය කිරීම සඳහා 50.0 s දී වක්‍රය සඳහා අඳින ලද ස්පර්ශකයේ බෑවුම ගණනය කළ යුතු ය. සලකන ලද අදාළ ලක්ෂ්‍යයන් වන්නේ $(65, 1.25 \times 10^{-5})$ සහ $(35, 0.75 \times 10^{-5})$

$$\text{වේගය}_{\ 50} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{[(0.75 - 1.25) \times 10^{-5}] \text{ mol dm}^{-3}}{[65-35]\text{s}} = 1.70 \times 10^{-7} \text{mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}$$

තත්කාල වේගය, මධ්‍යක වේගයෙන් වෙනස් වන බව මින් ඉතා පැහැදිලි ය. සාමාන්‍යයෙන් *ප්‍රතික්‍රියා වේගය* යන්න අප භාවිත කරන්නේ *තත්කාල වේගය* හැඟවීමට ය.

ආරම්භක වේගය

ආරම්භක වේගය යනු ප්‍රතික්‍රියක මිශ්‍ර කරන ලද මොහොතේ දී (එනම් $t = 0$ දී) තත්කාල වේගයයි. ආරම්භක වේගය ගණනය කරනු ලබන්නේ $t = 0$ දී (1.13 රූපය) වක්‍රයට අඳින ලද ස්පර්ශකයේ අනුක්‍රමයෙනි. රසායනික චාලක විද්‍යාවේ අනෙකුත් පරාමිති නිර්ණය කිරීම සඳහා සාමාන්‍යයෙන් ආරම්භක වේග මැනීම සිදු කරනු ලැබේ.

ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවල දී ආරම්භක වේග භාවිතය යම්යම් සංකූලතා මතු කරයි. ප්‍රතික්‍රියාවක් ඉදිරි දිශාවට (ප්‍රතික්‍රියක→ඵල) සිදු වත් ම ඵලය වැඩි වේ. මෙය පසු ප්‍රතික්‍රියාව (ඵල → ප්‍රතික්‍රියක) වඩා වේගයෙන් සිදු වීමට හේතු වේ. සමස්ත (ශුද්ධ) වේගය සෙවීම සඳහා අප ඉදිරි හා පසු ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවල වෙනස ගණනය කළ යුතු ය. එහෙත් ආරම්භක වේගය සෙවීමේ දී $t = 0$ වන අතර ඵල සාන්ද්‍රණය නොගිණිය හැකි ය. එබැවින් පසු ප්‍රතික්‍රියාව නිමානය කිරීම් කෙරෙහි බලපෑමක් නො කරයි.

එබැවින් සරලව ගත හොත් ආරම්භක වේගය හෙවත් $t = 0$ දී තත්කාල වේගය පවතිනුයේ, ප්‍රතික්‍රියක මිශ්‍ර කළ වහා ඵල රැස් වීමට ප්‍රථමයෙනි.

1.7.2 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම

වේග නියමය

සඵල සංඝට්ටනවල සංඛ්‍යාතය ප්‍රතික්‍රියා වේගය පාලනය කරන බව ඉහත කොටසින් අපි දැනගතිමු. වැඩි සඵල සංඝට්ටන සංඛ්‍යාවක් යනු වැඩි ශීඝ්‍රතාවකි. අණු අතර සංඝට්ටනවල සංඛ්‍යාතය වැඩි කෙරෙන ක්‍රම දෙකකි. ඒ දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී නියත පරිමාවක අඩංගු අණු සංඛ්‍යාව වැඩි කිරීම හෝ උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීමෙන් ඒවායේ චාලක ශක්තිය වැඩි කිරීම වේ. නියත පරිමාවක අඩංගු අණු සංඛ්‍යාව වැඩි කිරීම යනු සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීමයි.

ඉහත දක්වන ලද පරිදි ද්‍රව හා වායු සම්බන්ධ වන බොහෝ ප්‍රතික්‍රියාවල ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීමේ දී ප්‍රතික්‍රියා වේගය වැඩි වේ. ඒ සංඝට්ටනවල සංඛ්‍යාතයවැඩි කිරීම නිසාය. සමහර අවස්ථාවල දී එක් ප්‍රතික්‍රියකයක සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපෑමක් නොකරන අතර හැම විට ම ප්‍රතික්‍රියකයක සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කිරීම ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවදෙගුණ නො කරයි. ඒ නිසා යම් යම් ආකෘති ඇසුරෙන් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව, සාන්ද්‍රණය මත යැපීමේ ලක්ෂණය ප්‍රමාණාත්මකව අවබෝධ කර ගැනීම අවශ්‍ය ය.

පහත දැක්වෙන සරල ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$A \rightarrow B$$

අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} \propto [A]$$

$$\therefore \text{ශීඝ්‍රතාව} = k[A]$$

මෙහි ***k*** යන **සමානුපාතික නියතය** "**වේග නියතය**" නම් වේ. ඉහත ප්‍රකාශනය $A \rightarrow B$ ප්‍රතික්‍රියාවේ "**වේග නියම ප්‍රකාශනය හෝ වේග නියමය**" නම් වේ. මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව A වල සාන්ද්‍රණයට සමානුපාතික බව අපට පැවසිය හැකි ය. A සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කිරීම වේගය දෙගුණ කරන අතර අපට වේග නියමය මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]^1 = k[A]$$

පහත දැක්වෙන වියෝජන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$NH_4NCO(aq) \rightarrow (NH_2)_2CO(aq)$$

ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවෙහි ශීඝ්‍රතාව $NH_4NCO(aq)$ සාන්ද්‍රණයේ වර්ගයට සමානුපාතික බව පරීක්ෂණාත්මකව සොයා දැන ඇත්තේ ය. එනම් $NH_4NCO(aq)$ සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ විට ශීඝ්‍රතාව සිව් ගුණ වේ. එබැවින් මේ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා වේග නියමය මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[NH_4NCO(aq)]^2$$

ඉහත ප්‍රකාශනය අනුව වේග නියමය කොටස් තුනකින් සමන්විත වන බව පෙනේ.

***k*: වේග නියතය;** දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක වේග නියතයට සංඛ්‍යාවක් හා (අදාළ) ඒකක ඇත. විවිධ ප්‍රතික්‍රියාවල වේග නියතය එකිනෙකට වෙනස් ය. එක ම ප්‍රතික්‍රියාවක වුව ද එය විවිධ උෂ්ණත්වවලදී වෙනස් ය.

$[NH_4NCO(aq)]$: ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය;එක් ප්‍රතික්‍රියකයකට වඩා පවතින විට, ඉන් එකක්, කිහිපයක් හෝ සියල්ල ම හෝ සමීකරණයට ඇතුළත් විය හැකි ය. ඇතැම් විට එක් ප්‍රතික්‍රියකයක් හෝ වැඩි ගණනක් වේග නියමයට ඇතුළත් නොවිය හැක්කේ ය.

2ː එක් එක් ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධ පෙළ; බොහෝ විට මෙය 1, 2 වැනි පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් වුව ද සමහර විට භාගයක් වුව ද විය හැකි ය. පෙළ 1 නම් එය වේග නියම ප්‍රකාශනයේ ලියනු නො ලැබේ. ප්‍රතික්‍රියාවක පෙළ 2ට වඩා වැඩි වීමට ද පිළිවන. එහෙත් ඒ පිළිබඳව මෙහි දී සාකච්ඡා නො කෙරේ.

පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියා සඳහා පරීක්ෂණාත්මක ව නිර්ණය කරන ලද වේග නියම මෙසේ යː

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow NO_2(g) \;: \quad \text{ශීඝ්‍රතාව} = k[NO(g)]^2[O_2(g)]$$
$$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g) \;: \quad \text{ශීඝ්‍රතාව} = k[NO_2(g)]^2$$

A හා B ප්‍රතික්‍රියක අතර පහත දැක්වෙන පරිදි සාමාන්‍යකරණය කරන ලද ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$aA + bB \rightarrow \text{ඵල}$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා වේග නියමය පහත දී ඇති පරිදි ලිවිය හැකි යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = \boldsymbol{k}\,[A]^x[B]^y$$

මේ නිදසුනෙන් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි Aවල හා Bවල සාන්ද්‍රණ ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි කෙසේ බලපාන්නේ දැයි පෙන්වනු පිණිස ඒවා x හා y යන යම් බලයකට නැංවිය යුතු ය. මේ බල, ප්‍රතික්‍රියාවේ A හා B **අනුබද්ධ පෙළ** යනුවෙන් හැඳින්වේ. $(x + y)$ වලට ප්‍රතික්‍රියාවේ **සමස්ත පෙළ** යැයි කියනු ලැබේ.

එනම්, යම් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක වේග නියම ප්‍රකාශනයේ ප්‍රතික්‍රියවල සාන්ද්‍රණ පද නංවා ඇති බලවල ඓක්‍යය එහි සමස්ත පෙළ වේ.

A අනුබද්ධ ප්‍රතික්‍රියා පෙළ 0 (ශුන්‍ය) නම්, එහි අර්ථය වන්නේ A වල සාන්ද්‍රණය ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බල නොපාන බවයි. ගණිතානුකූලව ශුන්‍ය බලයට නංවන ලද ඕනෑ ම සංඛ්‍යාවක් 1ට සමාන වේ. අදාළ සාන්ද්‍රණ පදය වේග සමීකරණයෙන් ඉවත් වන්නේ එබැවිනි.

එබැවින්, වේග නියමය යනු, රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක තුලිත රසායනික සමීකරණයෙන් දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියා කරන විශේෂවල ස්ටොයිකියෝමිතික සංගුණකවල සමාන වන හෝ සමාන නො වන යම් බලයකට නංවන ලද ඒ ඒ ප්‍රතික්‍රියකයේ මවුලික සාන්ද්‍රණ ඇසුරෙන් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව ප්‍රකාශ කරන්නා වූ ප්‍රකාශනයයි.

නිරීක්ෂිත වේග නියම ඇති ප්‍රතික්‍රියා සඳහා නිදසුන් කිහිපයක් හදාරමින්, ඒවායේ පෙළ පිළිබඳව සලකා බලමු. හයිඩ්‍රජන් වායුව, NO වායුව සමඟ මෙසේ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$$

මෙහි වේග නියමය මෙසේ යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[NO(g)]^2\,[H_2(g)]$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාව NO අනුබද්ධයෙන් දෙවැනි පෙළ වේ. තුලිත සමීකරණයේ හයිඩ්‍රජන්වල ස්ටොයිකියෝමිතික සංගුණකය 2 වුව ද ප්‍රතික්‍රියාව H_2 අනුබද්ධ ව පළමු වන පෙළ වේ. ප්‍රතික්‍රියාවේ සමස්ත වශයෙන් තුන් වැනි පෙළ වේ.

නයිට්‍රජන් මොනොක්සයිඩ් හා ඕසෝන් අතර ප්‍රතික්‍රියාව මෙසේ ය.

$$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$$

මෙහි වේග නියමය නම්,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[NO(g)]\,[O_3(g)]$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාව NO අනුබද්ධයෙන් පළමු පෙළ ද O_3 අනුබද්ධයෙන් පළමු පෙළ ද වන අතර එහි සමස්ත වශයෙන් දෙවැනි පෙළ වේ.

පහත දැක්වෙන පරිදි 2-බ්‍රෝමො-2-මෙතිල්ප්‍රොපේන් (2-bromo-2-methylpropane) ජලවිච්ඡේදනය වේ.

$$(CH_3)_3CBr(l) + H_2O(l) \rightarrow (CH_3)_3COH(l) + HBr(aq)$$

මෙහි වේග නියමය මෙසේ ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[(CH_3)_3CBr(l)]$$

උක්ත ප්‍රතික්‍රියාව 2-බ්‍රෝමො-2-මෙතිල්ප්‍රොපේන් අනුබද්ධව පළමු පෙළ වේ. තුලිත සමීකරණයෙහි ජලයේ ස්ටොයිකියෝමිතික සංගුණකය 1 වුව ද ප්‍රතික්‍රියාව ජලය අනුබද්ධව ශුන්‍ය පෙළ වේ. ජලය ද එහි ප්‍රතික්‍රියකයක් බව දැක්වීම අවශ්‍ය නම් අපට වේග නියමය මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[(CH_3)_3CBr(l)]\,[H_2O(l)]^0$$

සමස්ත වශයෙන් මෙය පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවකි.

ඉහත නිදසුන්වලින් වැදගත් කරුණක් ඉස්මතු වේ.

ඕනෑ ම ප්‍රතික්‍රියාවක වේග නියමය ඊට අදාළ තුළිත රසායනික සමීකරණය දෙස බලා පෙරයිය නො හැකි ය; එය පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කළ යුත්තකි. වේග නියතය උචිත ඒකක සහිත සංඛ්‍යාවක් වන්නේ වී නමුත් පොදුවේ වේග නියමයක් විස්තර කරන විට අපි එය සාමාන්‍යයෙන් k ලෙස ලියමු. එහෙත් ඕනෑ ම අගයක් එක්තරා උෂ්ණත්වයක දී ඒ සඳහා සත්‍ය විය හැකි ය.

ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය හැම විට ම ප්‍රකාශ කෙරෙනුයේ mol dm^{-3} s^{-1} ඒකක ඒකක ඇසුරෙනි. ප්‍රතික්‍රියා *ශූන්‍ය පෙළ, පළමු පෙළ, දෙවැනි පෙළ* ආදි වශයෙන් වර්ගීකරණය කළ හැකි ය. කාලය තත්පරවලින් මනින ලද්දේ යැයි උපකල්පනය කරමින් *වේගයේ නියතයේ ඒකක* පහත දැක්වෙන පරිදි ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය.

ශූන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියා

$A \rightarrow$ ඵල යන ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු.

ප්‍රතික්‍රියාව ශූන්‍ය පෙළ නම්, වේග නියමය මේ යː

$$\text{වේගය} = k$$

එබැවින් kහි ඒකක වේගයෙහි ඒකක ම වේ. එනම්, mol dm^{-3} s^{-1} වේ.

පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියා

$A \rightarrow$ඵල යන ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු.

ප්‍රතික්‍රියාව **පළම වැනි** පෙළ නම්, වේග නියමය මේ යː

$$\text{වේගය} = k\,[A]$$

$$k\text{හි ඒකක;} = \text{වේගය}/[A] = \frac{\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{\text{mol dm}^{-3}} = \mathbf{s^{-1}}$$

දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියා

$A \rightarrow$ඵල හෝ $A + B \rightarrow$ ඵල ප්‍රතික්‍රියා සලකන්න. ප්‍රතික්‍රියාව දෙවැනි පෙළ නම් වේග නියමය පහත පරිදි වේ.

ප්‍රතික්‍රියාව **දෙවැනි** පෙළ නම්, වේග නියමය මේ යː

$$\text{වේගය} = k\,[A]^2 \text{ හෝ වේගය} = k\,[A][B]$$

$$k\text{හි ඒකක} = \text{වේගය}/\,[A]^2 = \frac{\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{\text{mol}^2\text{ dm}^{-6}} = \text{mol}^{-1}\text{ dm}^3\text{s}^{-1}.$$

නිදසුන 1.8

පහත දී ඇති සමීකරණයට අනුව මෙතිල් ඇසිටේට්, හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන සමග ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$CH_3COOCH_3(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + CH_3OH(aq)$$

මීට අදාළ වේග නියමය මෙසේ ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[CH_3COOCH_3(aq)][OH^-(aq)]$$

එක් එක් ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධයෙන් ප්‍රතික්‍රියාවේ පෙළ හා ප්‍රතික්‍රියාවේ සමස්ත පෙළ කුමක් ද?

පිළිතුර

වේග නියමයේ එක් එක් සාන්ද්‍රණ පදයේ දකුණු පස උඩු පෙළක් නැති බැවින් ඒ එක එකක් අනුබද්ධයෙන් ප්‍රතික්‍රියාව CH_3COOCH_3 අනුබද්ධව පළමු පෙළ ද OH^- අනුබද්ධව පළමු පෙළ ද වේ. එහි සමස්ත පෙළ2(1+1=2) වේ.

උදාහරණ ලෙස පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාවල පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කරන ලද වේග නියම කෙරෙහි සැලකිල්ල යොමු කරමු.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow NO_2(g) : \quad \text{ශීඝ්‍රතාව} = k[NO(g)]^2[O_2(g)]$$

ප්‍රතික්‍රියාව NO (g) අනුබද්ධයෙන් දෙවැනි පෙළ ද O_2 (g) අනුබද්ධයෙන් පළමු පෙළ ද වේ. ප්‍රතික්‍රියාවේ සමස්ත පෙළ 3 වේ.

$$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g) : \quad \text{ශීඝ්‍රතාව} = k[NO_2(g)]^2$$

ප්‍රතික්‍රියාව NO_2 (g) අනුබද්ධව දෙ වැනි පෙළ ද CO (g) අනුබද්ධව ශුන්‍ය පෙළ ද වේ. ප්‍රතික්‍රියාවේ සමස්ත පෙළ 2 වේ.

නිදසුන 1.9

පහත දී ඇති එක් එක් වේග නියතය අනුසාරයෙන් ප්‍රතික්‍රියා පෙළ හඳුනා ගන්න.

පිළිතුර

(i)$k = 5.6 \times 10^{-5}\ dm^3\ mol^{-1}\ s^{-1}$

දෙවැනි පෙළ වේග නියතයක ඒකකය $mol^3\ dm^{-1}s^{-1}$

$\therefore\ k = 5.6\times10^{-5}\ mol^3\ dm^{-1}s^{-1}$ දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක් නිරූපණය කරයි.

(ii)$k = 3 \times 10^{-4}\ s^{-1}$.

පළමු පෙළ වේග නියතයක ඒකකය s^{-1} වේ. $\therefore\ k = 3\times10^{-4}\ s^{-1}$ යන්නෙන් පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක් නිරූපණය වේ.

ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය හා වේග නියතය අතර වෙනස පහත දැක්වෙන 1.1 වගුවෙන් සාරාංශ කෙරෙන අතර, ඉන් ඒ දෙක අතර ඇති විය හැකි ව්‍යාකූලතා මඟහැරේ.

වගුව 1.1 ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය හා වේග නියතය අතර වෙනස

ප්‍රතික්‍රියා වේගය	වේග නියතය
ප්‍රතික්‍රියක, ඵල බවට පරිවර්තනය වීමේ වේගයයි.	සමානුපාතිකතා නියතයකි.
කාලයත් සමඟ ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය අඩු වීමේ වේගය ලෙස හෝ ඵල සාන්ද්‍රණය වැඩි වීමේ වේගය ලෙස හෝ මනිනු ලැබේ.	එක් එක් ප්‍රතික්‍රියකය ඒකක සාන්ද්‍රණයෙන් යුක්ත වන විට ප්‍රතික්‍රියා වේගයට සමාන වේ.
ප්‍රතික්‍රියකවල ආරම්භක සාන්ද්‍රණ මත රඳී පවතී.	ප්‍රතික්‍රියකවල ආරම්භක සාන්ද්‍රණවලින් ස්වායත්ත ය. නියත උෂ්ණත්වයක දී නියත අගයක් ඇත.

1.7.3 ශුන්‍ය පෙළ, පළමු පෙළ හා දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවල සාන්ද්‍රණය සමඟ වේගයේ වෙනස් වීමෙහි ප්‍රස්තාරික නිරූපණය

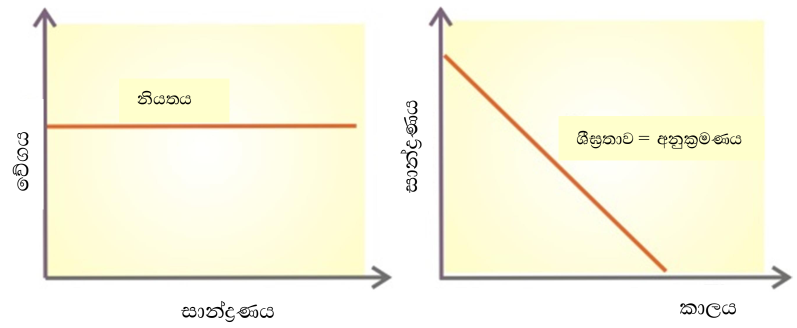
ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියා

ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියා යනු ප්‍රතික්‍රියා වේගය, ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයෙන් ස්වායත්ත වූ ප්‍රතික්‍රියා ය. නැත හොත් ප්‍රතික්‍රියා වේගය ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයේ ශුන්‍ය බලයට සමානුපාතික ප්‍රතික්‍රියා ය. පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$\mathrm{A} \rightarrow \text{ඵල}$$

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[\mathrm{A}]^0 = k$$

එහෙයින් දෙන ලද ඕනෑ ම A සාන්ද්‍රණයක දී ප්‍රතික්‍රියා වේගය නොවෙනස්ව පවතී; එනම් වේගය සාන්ද්‍රණය මත නොරැඳෙන නියතයකි. මේ නිසා සාන්ද්‍රණයට එරෙහි වේග ප්‍රස්තාරය 1.14 (a). රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ තිරස් සරල රේඛාවකි. වෙනත් වචනවලින් කිව හොත් කාලයත් සමඟ සාන්ද්‍රණයේ සිදු වන වෙනස නියතයක් වන අතර, එය 1.14 (b) රූපයෙන් පෙන්වා ඇති පරිදි සාන්ද්‍රණ-කාල ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමයෙන් ලබා ගත හැකි ය.



(a) (b)

1.14 රූපය ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක (a) සාන්ද්‍රණයටඑරෙහිව ප්‍රතික්‍රියා වේගයේ වෙනස් වීම හා (b) කාලයට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයේ වෙනස් වීම

ශූන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක හැසිරීම පහත දැක්වෙන ආකාරයට ද විස්තර කළ හැකි ය.

පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න:

$$A + B \rightarrow \text{ඵල}$$

ප්‍රතික්‍රියා වේගය සඳහා ප්‍රකාශනය වන්නේ,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[\mathrm{A}]^{\mathrm{a}}[\mathrm{B}]^{\mathrm{b}}$$

Bහි සාන්ද්‍රණය ඉතා ඉහළ යැයි ද ප්‍රතික්‍රියාවක සිදු වන අතරතුර එහි සාන්ද්‍රණ වෙනස නොසලකා හැරිය හැකි යැයි ද උපකල්පනය කරන්න. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියා වේගය මෙසේ ලියා දැක්විය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k'\,[\mathrm{A}]^{\mathrm{a}}$$

$$\text{මෙහි } k' = k[\mathrm{B}]^{\mathrm{b}} \text{ වේ}$$

A අනුබද්ධයෙන් ප්‍රතික්‍රියාව ශූන්‍ය පෙළ හෙයින් වේගය $= k' =$ නියතයක්

මේ අනුව සාන්ද්‍රණයට එරෙහි වේගයේ ප්‍රස්තාරය ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි තිරස් සරල රේඛාවකි.

ප්‍රකාශ-රසායනික ප්‍රතික්‍රියා සමහරක් හා විෂමජාතීය ප්‍රතික්‍රියා කිහිපයක් ශූන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියා සඳහා නිදසුන් වේ. එබඳු ප්‍රතික්‍රියා විරල ය.

හයිඩ්‍රජන් හා ක්ලෝරීන් අතර ප්‍රකාශ-රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව:

$$\mathrm{H_2\,(g) + Cl_2\,(g) \xrightarrow{h\nu} 2HCl\,(g)}$$

මේ ප්‍රකාශ-රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව ශූන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවකි. හයිඩ්‍රජන් හා ක්ලෝරීන් වායු ජලය මත තබා ප්‍රතික්‍රියාව අධ්‍යයනය කෙරේ. සෑදෙන හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් ජලයේ ද්‍රාවණය වීම නිසා බඳුන තුළ ජල මට්ටම ඉහළ නඟින වේගය සැලකිල්ලට ගැනීමෙන් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව අධ්‍යයනය කෙරේ. හයිඩ්‍රජන් හා ක්ලෝරීන් වායු ඉවත් වන වේගයත් ජල මට්ටම ඉහළ නඟින වේගයත් එක හා සමාන වේ. එනම් ප්‍රමාණ වෙනස් වුව ද වායු කලාපයේ සාන්ද්‍රණය කාලයත් සමඟ වෙනස් නො වේ.

රත් වූ ප්ලැටිනම් පෘෂ්ඨයක් මත N_2O වායුවේ වියෝජනය:

$$\mathrm{N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + 1/2\ O_2(g)}$$

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[\mathrm{N_2O}]^0 = k \text{ හෝ,}$$

$$\frac{\Delta[\mathrm{N_2O}]}{\Delta t} = k$$

මොලිබ්ඩිනම් හෝ ටංස්ටන් උත්ප්‍රේරකය හමුවේ ඇමෝනියා වායුවේ වියෝජනය ශූන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවකි.

$$\mathrm{2NH_3(g) \xrightarrow{Mo} N_2(g) + 3H_2(g)}$$

උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ ඇමෝනියා අණුවලින් වැසී යයි. ඇමෝනියා වායුවේ පීඩනය හෝ සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීමෙන් පෘෂ්ඨය මත වායු අවශෝෂණය වෙනස් කළ නො හැකි ය. එබැවින් ඵලය නිපදුණත්, වායු කලාපයේ සාන්ද්‍රණය නියතව පවතී. එබැවින් මේ ප්‍රතික්‍රියාවට ඇත්තේ ශුන්‍ය පෙළ චලනයකි.

ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියා සඳහා තවත් උදාහරණ:

$H^+(aq)$ අයන හමුවේ ඇසිටෝන්වල අයඩිනීකරණය

$$CH_3COCH_3(aq) + I_2(aq) \xrightarrow{H^+(aq)} ICH_2COCH_3(aq) + HI(aq)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග සමීකරණයට $[I_2]$ සාධකය ඇතුළත් නොවන බව පරීක්ෂණාත්මකව සොයා ගෙන ඇත. එනම්,

ශීඝ්‍රතාව $= k[CH_3\ COCH_3(aq)][H^+(aq)]$

$[I_2(aq)]$සාන්ද්‍රණයට සාපේක්ෂව ප්‍රතික්‍රියාව ශුන්‍ය පෙළ බව තහවුරු වේ.

ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවල ලක්ෂණ

ප්‍රතික්‍රියාවේ සාන්ද්‍රණය කාලයත් සමග රේඛීය ලෙස අඩු වේ.

ප්‍රතික්‍රියාව අවසන් වීමට ගත වන කාලය, එනම් [A] ශුන්‍ය වන කාලය පහත සම්බන්ධතාවෙන් දෙනු ලැබේ.

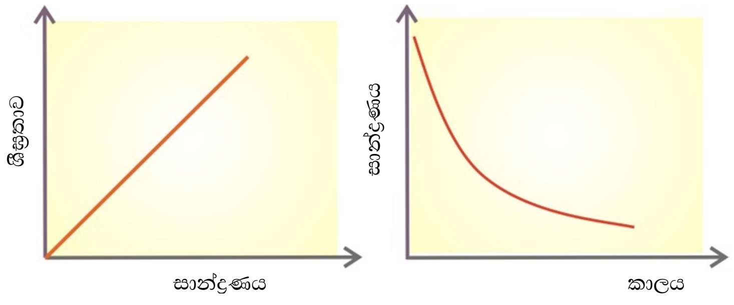
$\boldsymbol{t}$ $_{\text{අවසන් වීමට}} = \frac{[A]_0}{k}$ = (ආරම්භක සාන්ද්‍රණය)/ (ශීඝ්‍රතා නියතය)

පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියා

මේ පන්තියේ ප්‍රතික්‍රියාවල ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයේ පළමු වන බලයට සමානුපාතික වේ. ඉහත $A \rightarrow$ ඵල ප්‍රතික්‍රියාව ම සලකා බැලූ කල්හි,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]$$

මෙය $y = mx$ ආකාර සම්බන්ධතාවක් වන අතර සාන්ද්‍රණයට එරෙහි වේගයේ ප්‍රස්තාරය 1.15(a) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ මූල ලක්ෂ්‍ය (0,0) හරහා යන සරල රේඛාවකි. එහි, කාලය සමග සාන්ද්‍රණය විචලනය වන ආකාරය දක්වන ප්‍රස්තාරයේ 1.15(b) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ වක්‍රයකි.



1.15 රූපය පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක (a) ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියා වේගයේ විචලනය (අනුක්‍රමණය = වේග නියතය) හා (b) කාලයත් සමග ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයේවිචලනය

මෙය තවත් ආකාරයකට සලකා බලමු.

අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]$$

දෙපසෙහි ම ප්‍රකෘති ලඝු අගය ගැනීමෙන්

$$\log(\text{ශීඝ්‍රතාව}) = \log[A] + \log(k)$$

එබැවින් ලඝු (වේගය) හා ලඝු [A] අතර ප්‍රස්තාරයේ $y = mx + c$ ආකාර වන අතර (මතු ඉදිරිපත් කෙරෙන) 1.17 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි එහි අනුක්‍රමණය 1 ද අන්තඃඛණ්ඩය එහි ලඝු k ද වේ.

ඉහත සාකච්ඡා කරන ලද පරිදි පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක වේග නියතයකට ඇත්තේ (ප්‍රතිලෝම) කාල ඒකකයක් (s^{-1}) පමණි. ඊට සාන්ද්‍රණ ඒකක නැත. මෙහි අර්ථය නම්, පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක k හි සංඛ්‍යාත්මක අගය සාන්ද්‍රණය නියෝජනය වන ඒකකවලින් ස්වායත්ත බව ය. (k = (ශීඝ්‍රතාව/සාන්ද්‍රණය) = $\frac{\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{\text{mol dm}^{-3}}$) එබැවින් පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක සාන්ද්‍රණ ඒකකය වෙනස් කළ විට දී පවා k හි සංඛ්‍යාත්මක අගය නොවෙනස්ව පවතී. එහෙත් කාල ඒකකයේ වෙනසත් සමග එය වෙනස් වේ. උදාහරණයක් ලෙස $6.0 \times 10^{-3}\ \text{min}^{-1}$ වන k, $1.0 \times 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$ ලෙස ද ලිවිය හැකි ය. එනම්, k හි සංඛ්‍යාත්මක අගය වෙනස් වී ඇත.

පහත දැක්වෙන්නේ පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියා සඳහා නිදසුන් කිහිපයකි.

ජලීය මාධ්‍යයේ හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල වියෝජනයː

$$H_2O_2(aq) \rightarrow H_2O(l) + ½O_2(g)$$

ඛනිජ අම්ල හමුවේ මෙතිල් ඇසිටේට්වල ජලවිච්ඡේදනයː

$$CH_3COOCH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow CH_3COOH(aq) + CH_3OH(aq)$$

ඛනිජ අම්ල හමුවේ උක් සීනිවල අපවර්තනය:

$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \xrightarrow{H^+} C_6H_{12}O_6(aq) + C_6H_{12}O_6(aq)$$

ජලීය ද්‍රාවණයේ ඇමෝනියම් නයිට්‍රයිට්වල වියෝජනය:

$$NH_4NO_2(aq) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l)$$

ඩයැසෝ ව්‍යුත්පන්නවල ජලවිච්ඡේදනය:

$$C_6H_5N{=}NCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow C_6H_5OH(aq) + N_2(g) + HCl(aq)$$

වායු කලාපයේ ප්‍රතික්‍රියා සලකා බලනු ලබන අවස්ථාවල දී වේග නියමයෙහි සාන්ද්‍රණ පද වෙනුවට පීඩන පද භාවිත කිරීම අවශ්‍ය ය. නිදසුනක් ලෙස $A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$ යන ප්‍රතික්‍රියාව පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවකැයි සිතමු. පද්ධතියේ ආරම්භක ($t = 0$ දී) පීඩනය P_1, ද t කාලයකට පසු පීඩනය P_2 තෙක් වෙනස් වූයේ ද නම් ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා වේග නියමය ලියන ආකාරය අප විසින් අවබෝධ කර ගත යුතු ය.

මෙහි A හි ආංශික පීඩනය එහි වියෝජනය නිසා $-x$ ප්‍රමාණයකින් අඩු වී යැයි උපකල්පනය කළ හොත් B හා C එකඑකෙහි පීඩනයේ වැඩි වීම $+x$ වේ. එබැවින් අපට පද්ධතිය මෙසේ ගොඩනැංවිය හැකි ය.

	A(g) →	B(g) +	C(g)
ආරම්භක	P_1	0	0
t කාලයේ දී	P_1-x	x	x

එබැවින් t කාලයක දී මුළු පීඩනය $= (P_1-x) + x + x = P_1 + x = P_2$

$\therefore x = P_2 - P_1$

t කාලයක දී A පීඩනය $= P_1-x = P_1 - (P_2 - P_1) = 2P_1 - P_2$

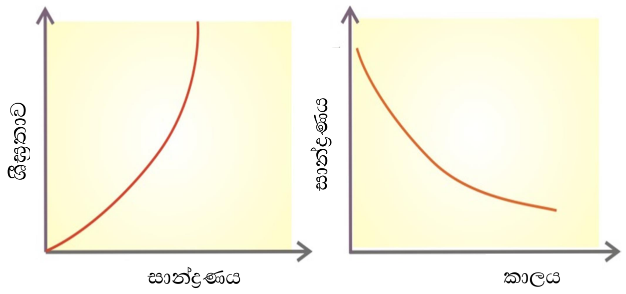
එබැවින් ප්‍රතික්‍රියා පෙළ සහ වේග නියත නිමානයේ දී මේ පීඩන පද භාවිතයට ගත හැකි ය.

දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියා

මේ ප්‍රතික්‍රියා වර්ගයෙහි ප්‍රතික්‍රියා වේගය, ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයේ දෙවැනි බලයට සමානුපාතික වේ. එනම්, අදාළ ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ විට ප්‍රතික්‍රියා වේගය සිව් ගුණ වේ. මේ අනුව $A \rightarrow$ ඵල යන සාධාරණ ප්‍රතික්‍රියාව සැලකූ විට:

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[A]^2$$

මෙය $y = mx^2$ ආකාරය ගන්නා අතර වේගය හා සාන්ද්‍රණය අතර ප්‍රතික්‍රියාව 1.16(a) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ මූල්‍ය ලක්ෂ්‍යය (0,0) හරහා යන ඉහළට නැඹුරු වක්‍රයකි. මෙහි කාලයට එරෙහි සාන්ද්‍රණයේ විචලනය වක්‍රයකි. කෙසේ වුව ද, 1.16(b) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි එහි බෑවුම, පළමු පෙළ ප්‍රස්තාරයක බෑවුමට වඩා වැඩි ය.



(a) (b)

1.16 රූපය දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක **(a)** ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියා වේගයේ විචලනය හා **(b)** කාලයත් සමග ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයේ විචලනය

මෙය අපි තවත් අයුරකින් සලකා බලමු.

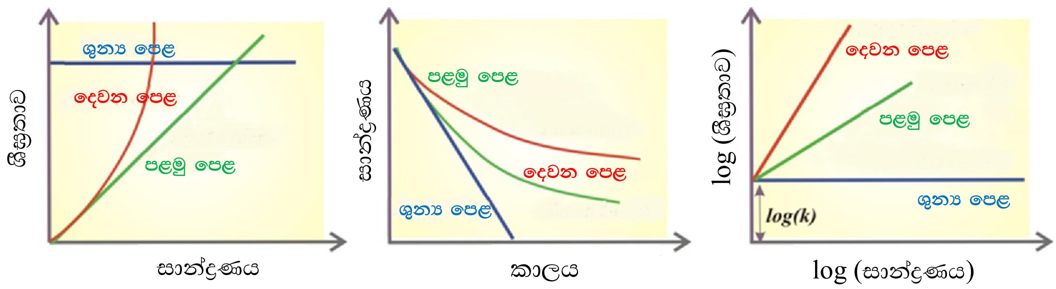
අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යః

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]^2$$

දෙපසෙහි ම ලඝු අගය ගැනීමෙන්;

$$\log(\text{ශීඝ්‍රතාව}) = 2\log[A] + \log(k)$$

එබැවින් ලඝු (වේගය) ට එරෙහි ලඝු [A] ප්‍රස්තාරය $y = mx + c$ ආකාර එකක් වන අතර එහි අනුක්‍රමණය 2 ද, අන්තඃඛණ්ඩය ලඝු k ද වේ. ශුන්‍ය පෙළ, පළමු පෙළ හා දෙවැනි ප්‍රතික්‍රියා අතර වෙනස්කම් පහසුවෙන් තේරුම් ගත හැකි වන පරිදි 1.17 රූපය ඒවා සම්පිණ්ඩනය කරමින් සසඳයි.



(a) (b) (c)

1.17 රූපය ශුන්‍ය පෙළ, පළමු වන පෙළ, හා දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියා සංසන්ධනය **(a)** සාන්ද්‍රණයට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවේ විචලනය. ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක, [A] හි අගය කුමක් වුව ද වේගය වෙනස් නොවන බැවින් ප්‍රස්තාරය තිරස් සරල රේඛාවකි. පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය [A]ට අනුලෝමව සමානුපාතික බැවින් ප්‍රස්තාරය ඉහළට බෑවුම් වන සරල රේඛාවකි. දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය [A] සමග ඝාතීය ලෙස වැඩි වන බැවින් ප්‍රස්තාරය ඉහළට බෑවුම් වන වක්‍රයකි. **(b)** කාලයත් සමග සාන්ද්‍රණයේ විචලනය. ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක කාලය සමග [A]හි අඩු වීම වෙනස් නො වේ. පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක, කාලය ගත වත් ම ඒ අඩු වීම මන්දනය වේ. දෙ වැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අඩු වීම වඩාත් වැඩි ය. **(c)** ලඝු (සාන්ද්‍රණය) සමග ලඝු (වේගය) හි වෙනස් වීම. ශුන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රස්තාරය තිරස් රේඛාවකි. පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රස්තාරය අනුක්‍රමණය 1 වූ සරල රේඛාවක් වන අතර දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රස්තාරය අනුක්‍රමණය 2 වූ සරල රේඛාවකි.

නිදසුන 1.10

පහත දැක්වෙන පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$N_2O_5(g) \rightarrow 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

328 K දී N_2O_5 හි සාන්ද්‍රණය 2.00×10^{-2} mol dm^{-3} වූ කල්හි එහි වියෝජන වේගය 1.00×10^{-2} mol dm^{-3} s^{-1} බව සොයා ගන්නා ලදි. 328 K දී ප්‍රතික්‍රියාවේ පළමු පෙළ වේග නියතය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

ශීඝ්‍රතාව $= k\,[\mathrm{A}] = 1.00 \times 10^{-2}$ mol dm$^{-3}s^{-1}$

$$\therefore k = \frac{1.00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\ dm^{-3}s^{-1}}}{2.00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\ dm^{-3}}} = 0.50\ s^{-1}$$

නිදසුන 1.11

ඔක්සිජන් හා නයිට්‍රජන් මොනොක්සයිඩ් අතර පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$O_2(g) + 2NO(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

300 K දී ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය මෙසේ යඃ

300 K දී වේගය $= k\ [O_{2(g)}]\,[NO(g)]^2$

$O_2(g)$ හි හා $NO(g)$ හි සාන්ද්‍රණ පිළිවෙළින් 1.00×10^{-2} හා 2.00×10^{-2} mol dm^{-3} වන විට, 300 K දී ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව 3.20×10^{-3} mol dm^{-3} s^{-1} බව සොයා ගන්නා ලදි. 300 K දී ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියතය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$k =$ ශීඝ්‍රතාව/($[O_{2(g)}]\,[NO(g)]^2$)

$$= \frac{3.20 \times 10^{-3}\mathrm{mol\ dm^{-3}s^{-1}}}{[1.00 \times 10^{-2}\mathrm{mol\ dm^{-3}}]\ [2.00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\ dm^{-3}}]^2}$$

$k = 8.00 \times 10^2 \mathrm{dm^6\ mol^{-2}\ s^{-1}}$

නිදසුන 1.12
දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී පහත දී ඇති කල්පිත ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී සිදු කරන ලද පරීක්ෂණයක දී A හා B වල සාන්ද්‍රණ පිළිවෙළින් 1.00×10^{-5} mol dm^{-3} හා 1.00 mol dm^{-3} වූ කල ප්‍රතික්‍රියා වේගය 5.00×10^{-4} mol dm^{-3} s^{-1} බව සොයා ගන්නා ලදි. A වල සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ විට ප්‍රතික්‍රියා වේගය දෙගුණ වන බව ද නිරීක්ෂණය කෙරිණ. ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියතය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර
අපට ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]^x\,[B]^y$$

Aහි සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ විට වේගය දෙගුණ වන බව දී ඇත. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාව A අනුබද්ධව පළමු පෙළ වන බව අපට නිගමනය කළ හැකි ය. A සාන්ද්‍රණයට වඩා බෙහෙවින් වැඩි B සාන්ද්‍රණය මත ($1.00 \times 10^{-5} <<< 1.00$ mol dm^{-3}) වේගය කෙසේ රැඳී පවතී දැයි අවබෝධ කර ගත යුතු වේ. ප්‍රතික්‍රියාව B සාන්ද්‍රණයේ බලපෑමෙන් තොර බව පැහැදිලි ය. එබැවින් වේග නියමය යළි මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k'[A]$$

$$k' = \frac{5.00\times10^{-4}\ \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{1.00\times10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3}} = 50\ \text{s}^{-1}$$

පහත දී ඇති නිදසුන, ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය හා පෙළ අතර සම්බන්ධතාව පිළිබඳ අදහසක් දෙයි.

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

ඉහත දැක්වෙන කල්පිත ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය,

$$\text{වේගය} = k\,[A]\,[B]^2$$

යන්නෙන් දෙනු ලැබේ.

(a) A හා B යන දෙකෙහි ම සාන්ද්‍රණ 1.0 mol dm^{-3} වෙතැයි සිතමු.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව}_1 = k\,[1.0][1.0]^2\ \text{mol}^3\ \text{dm}^{-9} = k\ \text{mol}^3\ \text{dm}^{-9}$$

Bහි සාන්ද්‍රණය 1.0 mol dm^{-3} නියතව තබා ගනිමින් A සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ හොත්

$$\text{ශීඝ්‍රතාව}_2 = k\,[2.0][1.0]^2\ \text{mol}^3\text{dm}^{-9} = 2k\ \text{mol}^3\ \text{dm}^{-9}$$

එනම්, A සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ විට වේගය දෙගුණ වන අතර මින් ප්‍රතික්‍රියාව A අනුබද්ධව පළමු පෙළ බව අනාවරණය වේ.

(b) A සාන්ද්‍රණය 1.0 mol dm^{-3}හි නියතව තබා ගනිමින් B සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ හොත්,

ශීඝ්‍රතාව$_3$ = $k\,[1.0][2.0]^2\ mol^3dm^{-9} = 4k\ mol^3dm^{-9}$

එනම්, B සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කළ විට වේගය සිව් ගුණ වන අතර මින් ප්‍රතික්‍රියාව B අනුබද්ධව දෙවැනි පෙළ බව අනාවරණය වේ.

1.7.4 ප්‍රතික්‍රියා පෙළ හා වේග නියතය (වේග නියමය) නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රම

ඉහත අවසන් නිදර්ශන දෙකෙන් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි එක් ප්‍රතික්‍රියකයකට සාපේක්ෂව අනෙක් ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණය විශාල ලෙස වැඩිපුර ඇතොත් ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණය විශාල ලෙස වැඩිපුර ඇතොත් ඒ වැඩිපුර ඇති ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණය ප්‍රතික්‍රියාව පුරා නියතව පවතිතැ'යි සැලකිය හැකි ය. මේ උපග්‍රහණය, එකකට වැඩි ප්‍රතික්‍රියක ගණනක් සහභාගි වන ප්‍රතික්‍රියාවල චලනය හැදෑරීම සඳහා භාවිත කළ හැකි අතර ඊට සුදුසු පරිදි පරීක්ෂණ සැලසුම් කිරීම ද කළ හැකි ය.

මේ සඳහා මූලික ප්‍රවේශ දෙකක් වේ. ඉන් පළමු වැන්න නම්, කිසියම් ප්‍රතික්‍රියාවක් දිගින් දිගට ම නියාමනය කරමින් එහි ප්‍රතිඵල ලබා ගැනීමයි. දෙවැන්න වන්නේ, ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණ වෙනස් කරමින් ප්‍රතික්‍රියාවේ ආරම්භක ශීඝ්‍රතාවේ සිදු වන වෙනස විශ්ලේෂණය කිරීමයි.

මින් පළමු ප්‍රවේශයේ දී එක් ප්‍රතික්‍රියකයක හැර අන් සියලු ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය ඉතා ඉහළ අගයක පවත්වා ගනිමින් පරීක්ෂණ සිදු කෙරේ. නිදසුනක් ලෙස,

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය මෙසේ යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]^{x}[B]^{y}$$

B සාන්ද්‍රණය $[A]_0$ ට වඩා බොහෝ ඉහළින් පවත්වා ගෙන ඇතැයි සිතමු. මෙහි දී ප්‍රතික්‍රියාව පුරා [B] නියතව පවතී යැ'යි සැලකිය හැකි ය. එබැවින් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k'[A]^{x}$$

එවිට

$$k' = k\,[B]^{y}$$

දෙපසෙහි ම ලඝු අගය ගැනීමෙන්ː

$$\log(\text{ශීඝ්‍රතාව}) = \boldsymbol{y}\log[A] + \log(k')$$

මෙය සරල රේඛාවක සමීකරණයයි. අනුක්‍රමණය y ද අන්තඃඛණ්ඩය log k'ද log (වේගයට) log [A] ප්‍රස්තාරය ඇඳීමෙන් ප්‍රතික්‍රියා පෙළ හා වේග නියතය නිර්ණය කළ හැකි ය.

x හා k නිර්ණය කිරීම සඳහා A වැඩිපුර සාන්ද්‍රණයක තබා පරීක්ෂණ ක්‍රියාවලිය යළි සිදු කළ හැකි ය.

ආරම්භක වේග ක්‍රමය
අප දන්නා පරිදි වේග නියම ව්‍යුත්පන්න කෙරෙනුයේ ප්‍රතික්‍රියා සමීකරණවලින් නො ව, පරීක්ෂණාත්මක දත්තවලිනි. ආරම්භක වේග ක්‍රමය, දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක චලනය විමර්ශනය කරමින් එහි වේග නියතය හා පෙළ සොයා ගැනීමට උපකාරි වන පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රමවේදයකි. එහි දී එක් එක් ප්‍රතික්‍රියකයේ විවිධ ආරම්භක සාන්ද්‍රණ සහිතව ප්‍රතික්‍රියාව බහුවාර ගණනක් සිදු කෙරේ. ප්‍රතික්‍රියා පෙළ නිර්ණය කරනු සඳහා එක් එක් පරීක්ෂණයේ ආරම්භක වේගය ප්‍රතික්‍රියකවල ආරම්භක සාන්ද්‍රණ සමඟ සංසන්දනය කෙරේ. මේ ක්‍රමය බොහෝ විට පහත දැක්වෙන පරිදි ක්‍රියාත්මක කෙරේ.

සරලව කිව හොත් ආරම්භක වේග පරීක්ෂණවල දී ප්‍රතික්‍රියාවක ඉතා කලින් සිදු වන පහසුවෙන් මැනිය හැකි සිදු වීමක් සඳහා ගත වන කාලය මනිනු ලැබේ. උදාහරණ වශයෙන් මෙය *වායුවක දෙන ලද පරිමාවක් නිදහස් වීමට, අවක්ෂේපයක මැනිය හැකි ප්‍රමාණයක්* සෑදීමට හෝ *වර්ණ විපර්යාසයක් ඇති වීමට* ගත වන කාලය විය හැකි ය. තව ද, දෙන ලද කාලාන්තරයකට පසු ප්‍රතික්‍රියාව නවතා අනුමාපන ද සිදු කළ හැකි ය.

අනතුරුව, අනෙකුත් ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණ, ද්‍රාවණයේ මුළු පරිමාව හා උෂ්ණත්වය ආදි අනෙකුත් සියලු සාධක නියතව තබා ගනිමින් ප්‍රතික්‍රියාවේ එක් සංරචකයක සාන්ද්‍රණය වෙනස් කරනු ලැබේ. මෙහි දී නව සාන්ද්‍රණ සමඟ, යම් සිද්ධියක් සිදු වීමට ගත වන කාලය මැනිය යුතු ය. සැලකිල්ලට පාත්‍ර වූ ද්‍රව්‍යයේ සාන්ද්‍රණ පරාසයක් සඳහා මෙය පුනරාවර්තව සිදු කරනු ලැබේ. මෙහිලා සැලකිය යුතු තරමේ පුළුල් සාන්ද්‍රණ පරාසයක් ආවරණය කිරීම වටනේ ය. ආරම්භක සාන්ද්‍රණයේ සිට එහි අඩක් දක්වා හෝ ඊටත් අඩු ප්‍රමාණයකට සාන්ද්‍රණය වෙනස් කරමින් කියවීම පහක් හෝ වැඩි ගණනක් ගැනීම යෝග්‍ය වේ.

මින් අදහස් වන්නේ එක් එක් ප්‍රතික්‍රියකය සඳහා, අනෙකුත් ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණ හා තත්ත්ව නියතව තබා ගනිමින් එම ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කර (වෙනස් කර) යටත් පිරිසෙයින් ප්‍රතික්‍රියා යුගලක් සිදු කළ යුතු බව ය. මින් වේගය කෙරෙහි වන බලපෑම ඒ ප්‍රතික්‍රියකයට සීමා කෙරේ.

සාන්ද්‍රණය දෙගුණ කිරීමේ දී බොහෝ විට ආරම්භක වේගය භාජන වේ තුන් ආකාරයක වෙනස් විය හැකි ය.

(a) වේගය වෙනස් නො වේ. මින් ගම්‍ය වන්නේ වේගය එම ප්‍රතික්‍රියකයෙන් ස්වායත්ත බවයි. ප්‍රතික්‍රියාව එකී ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධව පළමු පෙළ වේ.

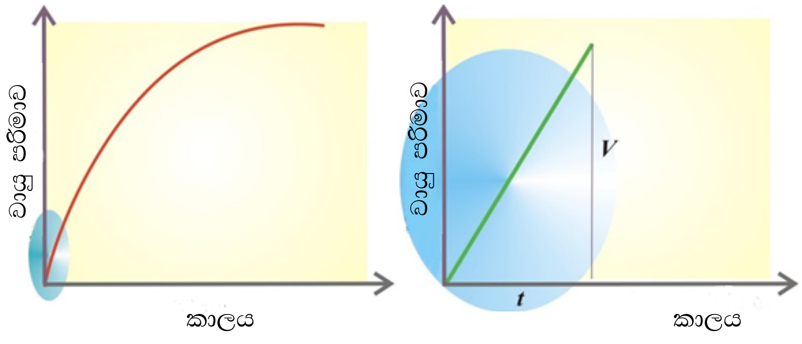
(b) වේගය දෙගුණ වේ. මින් අදහස් වන්නේ වේගය ඒ ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණයට සමානුපාතික බවයි. ප්‍රතික්‍රියාව එකී ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධව පළමු වන පෙළ වේ.

(c) වේගය සිව් ගුණ වේ. මින් ගම්‍ය වන්නේ වේගය ඒ ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණයේ වර්ගයට සමානුපාතික බවයි. ප්‍රතික්‍රියාව එකී ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධව දෙවැනි පෙළ වේ.

එක් එක් ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධව පෙළ සොයා ගත් පසු ඕනෑ ම පරීක්ෂණ ප්‍රතිඵලයක් ගෙන අදාළ සාන්ද්‍රණ අගයයන් හා මනින ලද වේගය එහි ආදේශ කිරීමෙන් kහි සංඛ්‍යාත්මක අගය නිර්ණය කළ හැකි ය.

ආරම්භක වේග පරීක්ෂණවල ප්‍රතිඵල ගවේෂණය කිරීම
ආරම්භක වේග පරීක්ෂණයකට සරල නිදසුනක් ලෙස වායුවක් නිපදෙන ප්‍රතික්‍රියාවක් සලකමු. මෙය ලෝහ-අම්ල ප්‍රතික්‍රියාවක් හෝ හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ් උත්ප්‍රේරිත වියෝජනය හෝ විය හැකි ය. මෙහි දී කාලය සමඟ විමෝචනය වන වායු පරිමාව මනින ලද්දේ යැයි උපකල්පනය

කරමු. කාලයට එරෙහිව නිදහස් වූ වායු පරිමාව ප්‍රස්තාරගත කල විට ලැබෙන වක්‍රය 1.18 රූපයෙන් දැක්වේ.

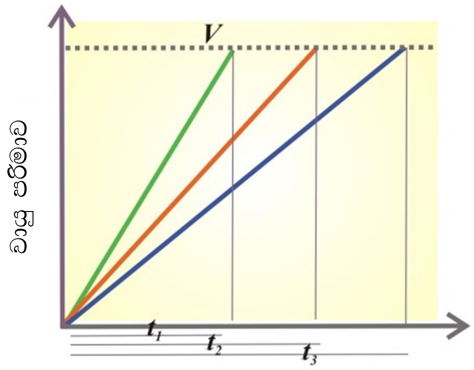


(a) (b)

1.18 රූපය ආරම්භක වේග පරීක්ෂණයක දී විමෝචනය වන වායුවක පරිමාව මැනීම. (a) කාලය සමඟ වායු පරිමාවේ වෙනස් වීම; ආරම්භයේ දී ඉතා වේගයෙන් පරිමාව වැඩි වන අතර, ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගතියත් සමඟ එය මන්දනය වේ. (b) a හි අඳුරු කළ කොටසෙහි විශාලිත දැක්ම; ආරම්භයේ දී පරිමාවේ වැඩි වීම රේඛීය වේ. එබැවින් දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී අවශ්‍ය ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය වෙනස් කිරීමෙන් වායුවේ නියත පරිමාවක් නිපදවීමට ගත වන කාලය මැනිය හැකි වේ.

ප්‍රස්තාරයේ බෑවුම මැනීමෙන් ඕනෑ ම ලක්ෂ්‍යයක දී ප්‍රස්තාරයේ වේගය පිළිබඳ මිනුමක් ලබා ගත හැකි බව අපි දනිමු. අපට අවශ්‍ය වන්නේ ආරම්භක වේගය බැවින්, ප්‍රතික්‍රියාව ආරම්භ වන මොහොතේ දී ම ප්‍රස්තාරයේ බෑවුම සොයා ගත යුතු වේ. ($t \sim 0$ s දී) ඇත්තෙන් ම, කාලය = 0 ඇතැම් වෙනස් වීම් නිරීක්ෂණය කිරීම කළ නොහැකි ය. එබැවින් අපි පද්ධතියේ දෙන ලද/ නියත වෙනසක් (නියත පරිමාවක් වැනි) සිදු වීමට ගත වන කාලය මනිමු. කෙසේ වුව ද ආරම්භක මොහොතේ දී විශේෂයේ සාන්ද්‍රණය බොහෝ දුරට ම ආරම්භක සාන්ද්‍රණය වන බැවින් සිද්ධිය මැනීම සිදු කරන අතරතුර එකී ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණීය වෙනස නොසැලකිය හැකි යැයි උපකල්පනය කෙරේ.

සමස්ත පරාසය පුරා කාලය සමඟ පරිමා වෙනස් වීම වක්‍රයකට අනුගත බව 1.18(a) රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ. පළමු වක්‍රයේ කළු කර ඇති කොටස හෙවත් ආරම්භක කොටස විශාලනය කිරීමෙන් එය දළ වශයෙන් සරල රේඛාවක් බව පෙනී යයි. (රූපය 1.18(b)) ප්‍රතික්‍රියාවේ මුල් ම අවස්ථාව සලකන කල්හි එය සාධාරණ උපකල්පනයකි. $t \sim 0$ s දී වක්‍රයට ස්පර්ශකයක් ඇඳීමෙන් ද මෙය ලබා ගත හැකි ය. සරල වශයෙන් මෙහි අනුක්‍රමණය V/t වේ. ප්‍රතික්‍රියකයේ වෙනස් (අඩු) සාන්ද්‍රණ භාවිත කරමින් පරීක්ෂණය යළි සිදු කර පෙර පරිදි ප්‍රතික්‍රියාව ආරම්භයේ දී ඒ වායු පරිමාව ම නිදහස් වීමට ගත වන කාලය මනින ලද්දේ යැයි සිතමු. මෙහි දී නියත වායු පරිමාව විමෝචනය වීමට ගත වන කාලය වෙනස් වන අතර එහි ප්‍රතිඵල ලෙස ලැබෙනුයේ 1.19 රූපයේ දක්වා ඇති ආකාරයේ ප්‍රස්තාරයකි.



1.19 රූපය ආරම්භක වේග පරීක්ෂණයක වෙනස් සාන්ද්‍රණවලින් යුත් ප්‍රතික්‍රියකයෙන් නියත වායු පරිමාවක් විමෝචනය වීමට ගත වන කාලය මැනීම. ප්‍රතික්‍රියාව ආරම්භයේ දී රේඛීය සම්බන්ධතාවක් නොමැති කල්හි, ස්පර්ශකයේ අනුක්‍රමණය නිර්ණය කළ යුතු ය.

මේ පරීක්ෂණවලින් ආරම්භක ශීඝ්‍රතා (තත්පරයක දී විමෝචනය වූ වායු පරිමාව ආශ්‍රයෙන්) පහත දැක්වෙන පරිදි නිර්ණය කළ හැකි ය:

$$1 \text{ පරීක්ෂණය: ආරම්භක වේගය}_1 = V/t_1$$

$$2 \text{ පරීක්ෂණය: ආරම්භක වේගය}_2 = V/t_2$$

ඉහත පරීක්ෂණ දෙකේ දී නියත වායු පරිමාවක් (V) විමෝචනය වීමට ගත වන කාලය මනින ලද හෙයින් ලැබුණු ආරම්භක වේග සංසන්දනය කිරීම පහසු ය. උක්ත ප්‍රතිඵල දෙකෙන් ආරම්භක වේගය ගත වූ කාලයට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වන බව පැහැදිලි ය. එබැවින්,

$$\text{ආරම්භක වේගය} \propto \frac{1}{t}$$

මේ ආකාරයේ පරීක්ෂණවල තව දුරටත් කෙරෙන ගණනය කිරීම්වලින් තොරව $\frac{1}{t}$ ආරම්භක ශීඝ්‍රතාවේ මිනුමක් ලෙස යොදා ගත හැකි ය.

එබැවින් අදාළ ප්‍රතික්‍රියකයේ/ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය වෙනස් කරමින් මනින ලද ආරම්භක වේග, ප්‍රතික්‍රියාවල පෙළ හා වේග නියතයේ අගය නිර්ණය කිරීම සඳහා භාවිත කළ හැකි ය. පහත දී ඇති නිදර්ශන මේ ආකාර පරීක්ෂණ සඳහා යම් ප්‍රතිවේදයක් සපයයි.

නිදසුන:

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී සිදු වන පහත දැක්වෙන කල්පිත ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$A + 2B \rightarrow C + D$$

පොදු පද ඇසුරෙන් ප්‍රකාශිත එහි වේග නියමය වන්නේ,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[A]^m[B]^n$$

m හා n වල අගයයන් සෙවීම සඳහා එක් ප්‍රතික්‍රියකයක සාන්ද්‍රණය වෙනස් කරමින් හා අනෙක් ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණය නියතව තබා ගනිමින් පරීක්ෂණ ශ්‍රේණියක් සිදු කර ආරම්භක වේගය මනින ලදි. පරීක්ෂණ ප්‍රතිඵල පහත වගුවේ දැක්වේ.

වගුවේ දත්ත භාවිතකර m, n හා k සඳහා අගයයන් ගණනය කරන්න.

1.2 වගුව ගණනය කිරීම සඳහා දත්ත සමූහය

පරීක්ෂණය	**ආරම්භක [A]/ mol dm^{-3}**	**ආරම්භක [B]/ mol dm^{-3}**	**ආරම්භක වේගය/ mol dm^{-3} s^{-1}**
1	2.5×10^{-2}	3.0×10^{-2}	1.75×10^{-3}
2	5.0×10^{-2}	3.0×10^{-2}	3.50×10^{-3}
3	2.5×10^{-2}	6.0×10^{-2}	3.50×10^{-3}

1. A අනුබද්ධ පෙළ (m) සෙවීම

[B] නියතව පවතින අතර [A] දෙගුණ වන 1 හා 2 පරීක්ෂණවල ප්‍රතිඵල ඇසුරෙන් m සොයා ගත හැකි ය. පළමු ව, මේ පරීක්ෂණ දෙකෙහි පොදු වේග නියම සමීකරණ අතර අනුපාතය ගන්න.

$$(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\text{ශීඝ්‍රතාව}_2)= \frac{k\,[A]_1^m[B]_1^n}{k[A]_2^m[B]_2^n}$$

1 හා 2 පරීක්ෂණවල $[B]_1 = [B]_2 = 3.0 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3} වන අතර උෂ්ණත්වය නියත බැවින් k නියතයකි.

එබැවින් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යඃ

$$(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\text{ශීඝ්‍රතාව}_2)= \frac{[A]_1^m}{[A]_2^m}$$

$$\frac{1.75 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}}{3.50 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}} = \frac{(2.5 \times 10^{-2}\text{mol dm}^{-3})^m}{(5.0 \times 10^{-2}\text{mol dm}^{-3})^m}$$

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^m$$

$$\therefore\ \boldsymbol{m = 1}$$

[A] දෙගුණ වන විට වේගය දෙගුණ වන බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව A අනුබද්ධව පළමු වන පෙළ වේ.

2. B අනුබද්ධ පෙළ (n) සෙවීම.

[A] නියතව පවතින හා [B] දෙගුණ වන 1 හා 3 පරීක්ෂණ ප්‍රතිඵල සැසඳීමෙන්ඃ

$$(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\text{ශීඝ්‍රතාව}_3) = \frac{k\,[A]_1^m[B]_1^n}{k[A]_3^m[B]_3^n}$$

1 හා 3 පරීක්ෂණවල $[A]_1 = [A]_3 = 2.5 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3} වන අතර උෂ්ණත්වය නියත බැවින් k නියතයකි.

එබැවින් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යඃ

$$(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\text{ශීඝ්‍රතාව}_3) = \frac{[B]_1^n}{[B]_3^n}$$

$$\frac{1.75 \times 10^{-3} \text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}}{3.50 \times 10^{-3} \text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}} = \frac{(3.0 \times 10^{-2} \text{mol dm}^{-3})^n}{(6.0 \times 10^{-2} \text{mol dm}^{-3})^n}$$

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$\therefore \boldsymbol{n = 1}$$

[B] දෙගුණ වන විට වේගය දෙගුණ වන බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව B අනුබද්ධව පළමු වන පෙළ වේ.

එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය මේ යඃ

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A][B]$$

1 පරීක්ෂණය වැන්නක උචිත අගයයන් ආදේශ කිරීමෙන් k වල අගය ලබා ගත හැකි ය.

$$1.75 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}\text{s}^{-1} = k\ (2.5 \times 10^{-2})(3.0 \times 10^{-2}) \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

$$k = \frac{1.75 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{7.50 \times 10^{-4} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}} = 2.3 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$$

සටහන: A හා B යන සාන්ද්‍රණ දෙක ම එක විට දෙගුණ කළ හොත් ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවේ ආරම්භක ශීඝ්‍රතාවට කුමක් වේ ද ?
එක විට [A] හා [B] යන දෙක ම දෙගුණ කළ හොත් ශීඝ්‍රතාව සිව් ගුණ (7.00×10^{-3} mol dm^{-3} s^{-1}) විය යුතු ය. මින් පරීක්ෂණයෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන ලද වේග නියමය ස්ථිර වේ.

B අනුබද්ධ පෙළ 1 වුවත් තුලිත සමීකරණයේ B හි සංගුණකය 2 වීම විශේෂයෙන් සැලකිල්ලට ගන්න. එබැවින් ඉහත සඳහන් කරන ලද පරිදි ප්‍රතික්‍රියා පෙළ පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කළ යුතු වේ (තුලිත සමීකරණය මඟින් කළ නොහැක).

නිදසුන 1.13

300 K දී ඔක්සිජන් හා නයිට්‍රජන් මොනොක්සයිඩ් අතර සත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාව සැලකිල්ලට ගන්න. $O_2(g) + 2NO(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

මෙහි සාමාන්‍ය වේග නියමය නම්,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[O_2(g)]^m[NO(g)]^n$$

වගුවේ දැක්වෙන දත්ත භාවිත කරමින්, 300 K දී ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

පරීක්ෂණය	**ආරම්භක $[O_2(g)]$ හෝ $[O_2(g)]_0$/ mol dm^{-3}**	**ආරම්භක [NO(g)] හෝ $[NO(g)]_0$/ mol dm^{-3}**	**ආරම්භක වේගය/ mol dm^{-3} s^{-1}**
1	1.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	3.20×10^{-3}
2	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	6.40×10^{-3}
3	1.0×10^{-2}	4.0×10^{-2}	12.80×10^{-3}
4	3.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	9.60×10^{-3}

$[O_2(g)]_0$ හා $[NO(g)]_0$ ආරම්භක සාන්ද්‍රණ වේ.

පිළිතුරු

1. $O_2(g)$ අනුබද්ධ පෙළ (m) සෙවීම

$[O_2]$ දෙගුණ වන හා [NO] නියතව පවත්නා 1 හා 2 පරීක්ෂණ සැසඳීමෙන් අපට m ලබා ගත හැකි ය. පළමුව මේ පරීක්ෂණ දෙකෙහි වේග අනුපාතය ගන්න.

$$(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\text{ශීඝ්‍රතාව}_2) = \frac{k\,[O_2]_1^m[NO]_1^n}{k[O_2]_2^m[NO]_2^n}$$

1 හා 2 පරීක්ෂණවල $[NO]_1 = [NO]_2 = 2.0 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3} වන අතර උෂ්ණත්වය නියත බැවින් k නියතයකි.

එබැවින් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය. $(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\text{ශීඝ්‍රතාව}_2) = \frac{[O_2]_1^m}{[O_2]_2^m}$

$$\frac{3.20 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{6.40 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}} = \frac{(1.0 \times 10^{-2}\text{mol dm}^{-3})^m}{(2.0 \times 10^{-2}\text{mol dm}^{-3})^m}$$

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^m$$

$$\therefore\ \boldsymbol{m = 1}$$

$[O_2]$ දෙගුණ වන විට වේගය දෙගුණ වන බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව O_2 අනුබද්ධව පළමු වන පෙළ වේ.

4 වැනි පරීක්ෂණ ප්‍රතිඵල m = 1 බව සනාථ කරයි. එහි දී සාන්ද්‍රණය තුන් ගුණ වූ විට වේගය ද තුන් ගුණයකින් වැඩි වේ.

2. [NO] අනුබද්ධව පෙළ (n) සෙවීම.

$[O_2]$ නියතව පවත්වා ගනිමින් [NO] දෙගුණ කෙරෙන 1 හා 3 සැසඳීමෙන්:

$$(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\text{ශීඝ්‍රතාව}_3) = \frac{k\,[O_2]_1^m[NO]_1^n}{k[O_2]_3^m[NO]_3^n}$$

1 හා 3 පරීක්ෂණවල $[O_2]_1$ = $[O_2]$ = 1.0×10^{-2} mol dm^{-3} වන අතර උෂ්ණත්වය නියත නිසා k නියතයක් වේ.

එබැවින් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$(\text{ශීඝ්‍රතාව}_1/\ \text{ශීඝ්‍රතාව}_3) = \frac{[NO]_1^n}{[NO]_3^n}$$

$$\frac{3.20 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{12.8 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}} = \frac{(2.0 \times 10^{-2}\text{mol dm}^{-3})^n}{(4.0 \times 10^{-2}\text{mol dm}^{-3})^n}$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$\therefore\ \mathbf{n = 2}$$

[NO] දෙගුණ වන විට වේගය සිව් ගුණයකින් වැඩි වන බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව NO අනුබද්ධව දෙවැනි පෙළ වේ. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය වන්නේ,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} \quad = k\,[O_2(g)][N_2(g)]^2$$

සටහන: ඇතැම් අවස්ථාවල මෙවැනි ගණනය කිරීම්වල දී හරියට ම සුළු වන සංඛ්‍යා නො ලැබේ. නිදසුනක් ලෙස 1 පරීක්ෂණයෙහි ආරම්භක වේගය 3.10×10^{-3} mol dm^{-3} s^{-1} වී නම් එවිට,

$$\frac{3.10 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{6.40 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}} = 0.485$$

$$0.485 = \left(\frac{1}{2}\right)^m = (0.500)^m.$$

මෙය මෙසේ විසඳිය හැකි යː

$\log(0.485) = m \log(0.500)$

$$m = \frac{\log(0.485)}{\log(0.500)} = 1.04 \text{ හෝ } m = \frac{\log(0.500)}{\log(0.500)} = 1\ \ (0.485 \sim 0.500)$$

m පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් බැවින් m = 1

1 පරීක්ෂණය වැන්නක වේග ප්‍රකාශනයෙහි අදාළ අගයයන්හි ආදේශ කිරීමෙන් k වල අගය ලබා ගත හැකි ය.

$$3.20 \times 10^{-3} \text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1} = k\,(1.0 \times 10^{-2})(2.0 \times 10^{-2})^2 \text{mol}^3\text{ dm}^{-9}$$

$$k = \frac{3.20 \times 10^{-3}\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{4.0 \times 10^{-6}\text{mol}^3\text{ dm}^{-9}} = 8.00 \times 10^2 \text{mol}^{-2}\text{ dm}^6\text{ s}^{-1}$$

ඉහත ආකාර ගණනය කිරීම්වලට අතිරේකව, පරීක්ෂණ කිහිපයකින් ලබා ගත් දත්ත උපයෝගි කර ගනිමින් $\frac{1}{t}$ ට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණ විචල්‍ය ප්‍රස්තාරගත කළ හැකි ය. ඒ ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධව ප්‍රතික්‍රියකය පළමු පෙළ නම් ප්‍රතිඵලය වන්නේ සරල රේඛාවකි. ඒ පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව සාන්ද්‍රණයට සමානුපාතික බැවිනි.

ප්‍රස්තාරයක වක්‍රයක් නම් ප්‍රතික්‍රියාව පළමු වන පෙළ නොවේ. එය දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක් විය හැකි ය; (නැත හොත් භාගික පෙළක් සහිත ප්‍රතික්‍රියාවක් විය හැකි ය.)

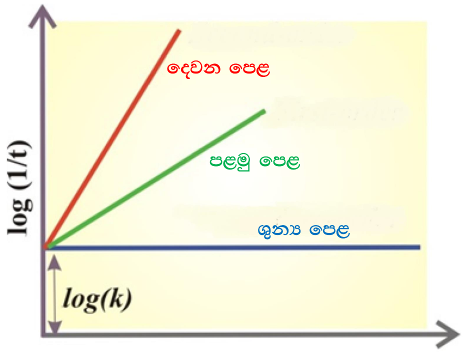
ආරම්භක වේග කිහිපයකින් යුත් මෙවැනි විශ්ලේෂණ සඳහා හොඳ ම ක්‍රමය වන්නේ ලඝු ප්‍රස්තාරයක් ගොඩනැගීමයි. යට සාකච්ඡා කරන ලද පරිදි A අනුබද්ධයෙන් n පෙළ වූ ප්‍රතික්‍රියාවක වේග සමීකරණය මේ යː

$$\textbf{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[\text{A}]^n$$

දෙපසෙහි ලඝු අගය ගැනීමෙන්,

$$\log(\textbf{ශීඝ්‍රතාව}) = n \log[\text{A}] + \log k$$

එබැවින් ලඝු (වේගය)ට එරෙහි ලඝු [A] ප්‍රස්තාරය සරල රේඛාවක් වන අතර, එහි බෑවුම n හෙවත් ප්‍රතික්‍රියාවේ පෙළ වේ. ප්‍රස්තාරයේ අන්තඃඛණ්ඩය ලඝු k වේ. මෙයින් k ලබා ගත හැකි ය.



1.20 රූපය ආරම්භක වේග පරීක්ෂණවලින් ලබා ගත හැකි ප්‍රස්තාරවල හැඩ (1.17(a) රූපය ද ලබා ගත හැකිය)

ප්‍රතික්‍රියාවේ නියත ප්‍රමාණයකින් සිදු වීමට ගත වන කාලය මැනීමෙන් ද එක්තරා ආකාරයක පරීක්ෂණ සැලසුම් කිරීමට හා සිදු කිරීමට හැකි ය. අදාළ ප්‍රස්තාර ඇඳීමෙන් ප්‍රතික්‍රියා පෙළ

අපෝහනය කළ හැකි ය. පහත දී ඇත්තේ ඔබ ප්‍රායෝගික අත්පොතෙහි ඇතුළත් කර ඇති උදාහරණ කිහිපයකි.

තයෝසල්ෆේට්-අම්ල ප්‍රතික්‍රියාව

සෝඩියම් තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයකට තනුක නයිට්‍රික් අම්ලය එකතු කිරීමේ දී පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වී, ළා කහ පැහැති සල්ෆර් සෙමෙන් අවක්ෂේප වේ.

$$Na_2S_2O_3(aq) + 2HNO_3(aq\,) \rightarrow\ S(s) + 2NaNO_3(aq) + SO_2(g) + H_2O(l)$$

මේ පද්ධතියෙහි, ඉතා අල්ප, නිත්‍ය සල්ෆර් ප්‍රමාණයක් අවක්ෂේප වීමට ගත වන කාලය මැනීම සඳහා ඉතා සරල එහෙත් ඵලදායි ක්‍රමයක් වේ. මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී අවක්ෂේපයක් සෑදෙන බැවින් දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී, ප්‍රතික්‍රියාවල වෙනස් වූ සාන්ද්‍රණ යටතේ ස්ථිර සල්ෆර් ප්‍රමාණයක් අවක්ෂේප වීමට ගත වන කාලය මැනීමට පුළුවන.

කතිර ලකුණක් (x) අඳින ලද කඩදාසියක් මත ප්ලාස්කුවක් හෝ කුඩා බීකරයක් තබා කතිරය නොපෙනී යන තෙක් ප්‍රතික්‍රියක මිශ්‍රණයට ඉහළින් බලනු ලැබේ. පළමුව තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයෙන් දන්නා ප්‍රමාණයක් බීකරයට දමා අනතුරුව විවිධ සාන්ද්‍රණවලින් යුත් තනුක අම්ල ද්‍රාවණයෙන් කුඩා ප්‍රමාණයක් ඊට එකතු කරමින් කතිරය නොපෙනී යෑමට ගත වන කාලය මනිනු ලැබේ (පරීක්ෂණය සවිස්තර ලෙස ඔබේ ප්‍රායෝගික අත්පොතෙහි සාකච්ඡා කර ඇත). මේ පරීක්ෂණයේ දී සෝඩියම් තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයේ සැබෑ සාන්ද්‍රණය දැනගැනීම අනවශ්‍ය ය; ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ මුළු පරිමාව ඇසුරින් එක් එක් ද්‍රාවණයේ සාපේක්ෂ සාන්ද්‍රණය නිමානය කර ගත හැකි බැවිනි. නිදසුනක් ලෙස සෝඩියම් තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයෙන් 40 cm^3 ක් හා ජලය 10 cm^3ක් අඩංගු ද්‍රාවණයක සාන්ද්‍රණය මුල් සාන්ද්‍රණයෙන් 80%කි. තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයෙන් 10 cm^3ක් හා ජලය 40 cm^3ක් අඩංගු ද්‍රාවණයක සාන්ද්‍රණය මුල් සාන්ද්‍රණයෙන් 20%කි.

කාල මිනුම් පිළිබඳ දත්ත ලබා ගැනීමෙන් පසු තයෝසල්ෆේට් සාන්ද්‍රණයට එරෙහිව $\frac{1}{t}$ හි විචලනය ප්‍රස්තාරගත කළ හැකි ය. එයින් තයෝසල්ෆේට් ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධ පෙළ අපෝහනය කළ හැකි ය. මීට අමතරව, ප්‍රායෝගික අත්පොතෙහි විස්තර කර ඇති පරිදි මින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි උෂ්ණත්වයේ බලපෑම ද පරීක්ෂා කළ හැක්කේ ය.

අයඩීන් ඔරලෝසු පරීක්ෂණ

'අයඩීන් ඔරලෝසු' යන නමින් හැඳින්වෙන ප්‍රතික්‍රියා කිහිපයක් ම වෙයි. ඒ සියල්ල ඵලයක් ලෙස අයඩීන් නිපදවන්නා වූත් නියත අයඩීන් ප්‍රමාණයක් නිපදවීමට ගත වන කාලය මැනීමට උපකාරි වන්නා වූත් ප්‍රතික්‍රියා ය. වඩාත් හුරුපුරුදු ප්‍රතිකාරක යොදා ගන්නා බැවින් මෙය ඉන් සරලත ම ප්‍රතික්‍රියා වේ. නිදසුනක් ලෙස, ආම්ලික තත්ත්ව යටතේ දී හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ් විසින් අයඩයිඩ් අයන ඔක්සිකරණය කිරීමේ ප්‍රතික්‍රියාවේ චාලකය, 'අයඩීන් ඔරලෝසු' පරීක්ෂා මඟින් නියාමනය කළ හැකි ය. ආම්ලික මාධ්‍යයේ අයඩයිඩ් අයන පහත දැක්වෙන පරිදි හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2H_2O(l)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී කුඩා අයඩීන් ප්‍රමාණයක් සෑදී ඇති විට එය පිෂ්ටය භාවිත කර නියාමනය කළ හැකි ය. අයඩීන් තද නිල් පැහැති සංකීර්ණයක් දෙමින් පිෂ්ට ද්‍රාවණය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරන අතර ද්‍රාවණය නිල් පැහැයට හරවයි. ආරම්භයේ දී ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයට පිෂ්ට ද්‍රාවණයෙන්

කුඩා පරිමාවක් (බිංදු කිහිපයක්) එකතු කරන ලද්දේ නම්, අයඩීන්වල පළමු අංශු මාත්‍රය සෑදුණු වහා ම ද්‍රාවණය නිල් පැහැයට හැරේ.

කෙසේ වුව ද වර්ණ විපර්යාසය ක්ෂණිකව සිදු වන හෙයින් හුදෙක් අයඩීන් එකතු කිරීම ප්‍රතික්‍රියාවේ චාලකය හැදෑරීමට උපකාරි නො වේ. එබැවින් නිපදුණු අයඩීන් ඉවත් කිරීම සඳහා තවත් ක්‍රමෝපායක් උපයෝගි කර ගැනේ. සෝඩියම් තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරන හෙයින් නිපදුණු අයඩීන්වලින් යම් ප්‍රමාණයක් ඉවත් කිරීම සඳහා එය භාවිත කළ හැකි ය.

$$2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$

පිෂ්ටය සහිත ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයට සෝඩියම් තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයෙන් ඉතා ස්වල්ප වූ දන්නා ප්‍රමාණයක් එකතු කළ හොත් එය ආරම්භයේ දී නිපදුණු අයඩීන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි. එබැවින් අයඩීන්, පිෂ්ටය කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති නොකරන අතර, එබැවින් නිල් පැහැය දර්ශනය වීමක් ද සිදු නො වේ. එහෙත් අල්ප සෝඩියම් තයෝසල්ෆේට් ප්‍රමාණය ක්ෂය වූ පසු ඊළඟට නිපදෙන අයඩීන් ලෝහය, පිෂ්ටය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීම වළකන කිසිවක් නැත. එබැවින් එසැණින් මිශ්‍රණය නිල් පැහැ වන අතර විවිධ පරීක්ෂණාත්මක තත්ත්ව යටතේ නිල් පැහැය දිස් වීමට ගත වන කාලය මැනිය හැකි ය.

මේ පරීක්ෂණයේ දී අන් සියල්ල නියතව තබා ගනිමින් එක් එක් අවස්ථාවේ හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ් සාන්ද්‍රණය හෝ අයඩයිඩ් අයන සාන්ද්‍රණය වෙනස් කරමින් ඒ එක එකක් විෂයයෙහි පෙළ සෙවීමට ඔබට අවකාශ ලැබේ.

පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාවේ චාලකය හැදෑරීමේ මීට සමාන පරීක්ෂණයක් ඔබේ ප්‍රායෝගික අත් පොතෙහි ඇතුළත් කර ඇත.

$$2I^-(aq) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2Fe^{2+}(aq)$$

ඉහත සඳහන් පරීක්ෂණවලට අමතරව ආරම්භක වේග ක්‍රමය හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල උත්ප්‍රේරිත වියෝජනයේ චාලකය හැදෑරීමට ද භාවිත කළ හැකි ය. ඒ දෙන ලද උෂ්ණත්වයේ දී නිපදෙන ඔක්සිජන් වායු පරිමාව නියාමනය කිරීමෙනි.

පරිස්සමෙන් සැලසුම් කරන ලද පරීක්ෂණවලින් ප්‍රතික්‍රියාවල චාලකය හැදෑරිය හැකි බව ඉහත නිදසුන් පෙන්වා දෙයි. එවැනි පරීක්ෂණ සිදු කිරීමේ දී පහත දැක්වෙන අවශ්‍යතා සපිරිය යුතු බව සැලකිය යුතු ය.

i. ශීඝ්‍රතා, උෂ්ණත්වයත් සමඟ ඝාතීය ලෙස වෙනස් වන බැවින් හොඳ උෂ්ණත්ව පාලකයක් භාවිත කර උෂ්ණත්වය පාලනය කිරීම. (ප්‍රායෝගික පරීක්ෂණයේදී මෙය උගන්වනු ලබයි)

ii. නිවැරදි කාල මානයක් තෝරා ගැනීම

iii. ප්‍රතික්‍රියකවල හෝ ඵලවල හෝ සාන්ද්‍රණය උචිත ක්‍රමයකින් නිර්ණය කිරීම. ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ, ඉක්මනින් නිර්ණය කළ හැකි භෞතික ගුණයක් මැනීමෙන් මෙය සිදු කළ හැකි ය.

එක් ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රගතිය හැදෑරීම

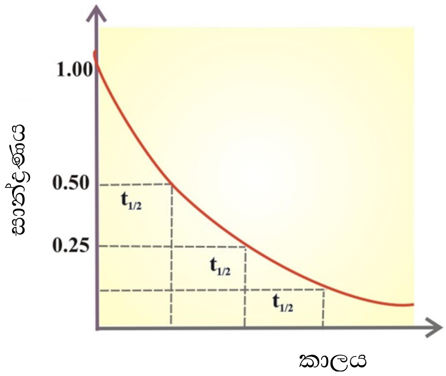
ආරම්භක වේග පරීක්ෂණ කිහිපයක් කරනු වෙනුවට යම් ප්‍රතික්‍රියාවක් ආරම්භයේ සිට අවසානය දක්වා නියාමනය කිරීමෙන් ද ප්‍රතික්‍රියා පෙළ පිළිබඳ තොරතුරු සපයා ගත හැකි ය.

මෙය කළ හැකි ක්‍රම දෙකකි. එකක් නම් කාලාන්තරවල දී මිශ්‍රණයෙන් නියැදි ඉවතට ගනිමින්, උචිත අනුමාපනයක් මගින් එක් ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය කෙසේ වෙනස් වන්නේ දැයි සොයා බැලීමයි. අනෙක නම් ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගතියත් සමඟ වෙනස් වූ වර්තනාංකය, අවශෝෂකතාව වැනි යම් භෞතික ගුණයක් මැනීමට ලක් කිරීමයි. ඉක්බිති සාන්ද්‍රණය සඳහා ලැබෙන අගයයන් කාලය එරෙහිව ප්‍රස්තාරගත කරන අතර, විවිධ ලක්ෂ්‍යවල දී ප්‍රතික්‍රියා වේග ප්‍රස්තාරයෙන් ලබා ගැනේ. අවසානයේ දී, ලඝු (සාන්ද්‍රණයට) එරෙහිව ලඝු (ශීඝ්‍රතාව) ප්‍රස්තාරගත කිරීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාවේ පෙළ නිමානය කෙරේ.

ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය ($t_{1/2}$)

ප්‍රතික්‍රියාවක් ඉදිරියට යත් ම ප්‍රතික්‍රියකයේ/ ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය අඩු වේ. කාලය, සාන්ද්‍රණයට සම්බන්ධ කරන, ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව පිළිබඳ මිනුමක් නම් අර්ධ ජීව කාලයයි. ප්‍රතික්‍රියාවක දළ ශීඝ්‍රතාව විස්තර කිරීමට අර්ධ ජීව කාල සංකල්පය ප්‍රයෝජනවත් ය. ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය යනු ආරම්භක ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රමාණය ඉන් අඩක් දක්වා වැය වීමට ගත වන කාලයයි.

වෙනත් වචනවලින් කිව හොත් ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය යනු ප්‍රතික්‍රියකයක ආරම්භක සාන්ද්‍රණය ඉන් අර්ධයක් දක්වා අඩු වීමට ගත වන්නා වූ කාලයයි. එය $\mathbf{t_{1/2}}$ යන්නෙන් සංකේතවත් කෙරෙන අතර ඒ කෙරෙහි උෂ්ණත්වය බලපායි. මෙය 1.21 රූපයෙන් නිරූපණය කෙරේ.



1.21 රූපය පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලයේ අර්ථ දැක්වීම

උදාහරණයක් ලෙස හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල පළමු වන පෙළ වියෝජනය සලකන්න. මිනිත්තු 600 කාලාන්තරවල දී හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල සාන්ද්‍රණය පහත දී ඇති වගුවෙන් පෙන්නුම් කෙරේ.

වගුව **1.3** මිනිත්තු 600 කාලාන්තරවල දී හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල සාන්ද්‍රණය

කාලය/ මිනිත්තු	අර්ධ ජීව කාල ගණන	ඉතිරි වූ භාගය	$[H_2O_2]$/ mol dm^{-3}
0	0	1	0.020
600	1	1/2	0.010
1200	2	1/4	0.005
1800	3	1/8	0.0025
2400	4	1/16	0.0013
3000	5	1/32	0.00065

පළමු වන මිනිත්තු 600 දී සාන්ද්‍රණය 0.020 mol dm^{-3} සිට 0.010 mol dm^{-3} දක්වා අඩු වී ඇති බව සැලකිල්ලට ගන්න. එනම් එය අඩකින් අඩු වී ඇත. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ අර්ධ ජීව කාලය මිනිත්තු 600 වේ. එබැවින් තවත් මිනිත්තු 600ක් ගත වන විට (t =600 සිට t =1200 දක්වා) යළිත් සාන්ද්‍රණය අඩකින් අඩු වේ. සාන්ද්‍රණය 0.010 mol dm^{-3} සිට 0.005 mol dm^{-3} දක්වා අඩු වීමට ද මිනිත්තු 600 ක අර්ධ ජීව කාලයක් ගත වේ. වගුවේ දක්වා ඇති පරිදි අනුයාත අර්ධ ජීව කාල, සාන්ද්‍රණ භාගය $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$ ආදි වශයෙන් වූ ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණ දෙයි.

පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය

පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය $\mathbf{t_{1/2}}= \frac{0.693}{k}$ * යන්නෙන් දෙනු ලැබේ.

මෙහි k යනු වේග නියතයයි.

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක් සඳහා k නියතයක් වන බැවින් ද, ප්‍රකාශනයට කිසිදු සාන්ද්‍රණ පදයක් ඇතුළත් නො වන බැවින් ද, පළමු පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය ප්‍රතික්‍රියකයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණයෙන් ස්වායත්ත වූ නියතයකි.

මෙහි අර්ථය නම්, අප විසින් පළමු පෙළ චාලකයෙන් යුත් ප්‍රතික්‍රියාවක්, 2.00 mol dm^{-3} ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණයකින් ආරම්භ කරන ලද්දේ නම් හා මිනිත්තු 20ක දී එය 1.00 mol dm^{-3} දක්වා අඩු වී නම් ප්‍රතික්‍රියාවේ අර්ධ ජීව කාලය මිනිත්තු 30 වේ. වෙනත් අයුරකින් කිව හොත් පළමු වන මිනිත්තු 20 දී ප්‍රතික්‍රියාවෙන් 50%ක්, මිනිත්තු 40 දී 75%ක්, මිනිත්තු 60 දී 87.5%ක් ආදි වශයෙන් සම්පූර්ණ වේ. මෙය 1.21 රූපයෙන් පැහැදිලි වේ.

නිදසුන 1.14

එක්තරා පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය මිනිත්තු 20.0 කි.

i. ප්‍රතික්‍රියාවේ k ගණනය කරන්න.

ii. මේ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් 75%ක් සම්පූර්ණ වීමට කොපමණ කාලයක් ගත වේ ද?

පිළිතුරු

i. පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය $t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$ යන්නෙන් දෙනු ලැබේ.

$20.0 \text{ min} = \frac{0.693}{k}$

$k = \frac{0.693}{20 \text{ min}} = 3.47 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$

ii. ප්‍රතික්‍රියාවෙන් 75%ක් සම්පූර්ණ ය යන්නෙන් හැඟවෙන්නේ ප්‍රතික්‍රියකයෙන් 25% ක් ඉතිරිව ඇති බව හෙවත් ප්‍රතික්‍රියාව දෙවැනි අර්ධ ජීව කාලයට අවතීර්ණව ඇති බව ය. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවෙන් 75%ක් සම්පූර්ණ වීමට ගත වී ඇති කාලය අර්ධ ජීව කාල දෙකක් හෙවත් මිනිත්තු 40ක් වේ.

පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක 99.9%ක් සම්පූර්ණ වීමට ගත වන කාලය අර්ධ ජීව කාල ($t_{1/2}$), 10ක් බව පෙන්වන්න.

සියයට 99.9ක් සම්පූර්ණ වූ පසු ඉතිරි ප්‍රමාණය 0.100% හෙවත් 0.001 කි.

අර්ධ ජීව කාල n සංඛ්‍යාවකට පසු ඉතිරි සාන්ද්‍රණය $\frac{1}{2n} = \frac{1}{2^{10}} = \frac{1}{1024} = 0.001$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

එබැවින් පළමු වන පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක 99.9%ක් සම්පූර්ණ වීමට ගත වන කාලය අර්ධ ජීව කාල 10කි.

ශූන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය,

$$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k} \; *$$

යන ප්‍රකාශනයෙන් දෙනු ලැබේ. $[A]_0$ යනු ආරම්භක සාන්ද්‍රණයයි. එහෙයින් ශූන්‍ය පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක අර්ධ ජීව කාලය ආරම්භක සාන්ද්‍රණය මත රඳී පවතී.

* මේ සමීකරණයේ ව්‍යුත්පන්න කිරීම අ.පො.ස (උ/පෙළ) රසායන විද්‍යා පරීක්ෂණයේ දී ඇගයීමට භාජනය නො කෙරේ.

1.8 ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි භෞතික ස්වභාවයේ බලපෑම (පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය)

1.1 කොටසින් ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි ප්‍රතික්‍රියකවල භෞතික ස්වභාවයේ බලපෑම පිළිබඳ සැකෙවින් විස්තර කෙරිණ. ප්‍රතික්‍රියාවලට ඝන ප්‍රතික්‍රියක සහභාගි වන කල්හි ඒවා සියුම් කුඩක් බවට පත් කිරීමෙන් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ. ඒ එවිට පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය වැඩි වී ප්‍රතික්‍රියා වන අංශු අතර සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව වැඩි වන බැවිනි.

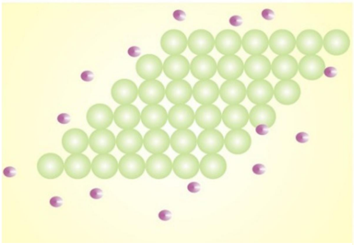
ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි වායු අවස්ථාව > ද්‍රව අවස්ථාව > ඝන අවස්ථාවයන අනුපිළිවෙළ අනුව ප්‍රතික්‍රියා වේගය භෞතික ස්වභාවය මත රඳී පවතී. විෂමජාතීය ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය වඩාත් සංඝනීභූත කලාපය මත රඳෙයි. ඝන ප්‍රතික්‍රියක විෂයයෙහි, යම් ඝන ප්‍රතික්‍රියකයක් තනි කැබැල්ලක් ලෙස පවතින විට දීට වඩා වැඩි වේගකින් ඒ ස්කන්ධය ම සියුම් ලෙස කුඩු කළ විට ප්‍රතික්‍රියා කරයි. ඒ තනි කැබැල්ලෙහි පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයට වඩා වැඩි වේගයකින් ඒ ස්කන්ධය ම සියුම් ලෙස කුඩු කළ විට ප්‍රතික්‍රියා කරයි. ඒ තනි කැබැල්ලෙහි පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයට වඩා වැඩි වර්ගඵලයක් එය කුඩු කළ විට ඊට හිමි වන බැවිනි.

නිදසුනක් ලෙස කැල්සියම් කාබනේට් හා හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය අතර ප්‍රතික්‍රියාවේ දී මාබල් හෝ හුනුගල් කැබලිවලට වඩා වැඩි ශීඝ්‍රතාවකින් කුඩු කරන ලද කැල්සියම් කාබනේට් සමාන ස්කන්ධයක් හයිඩ්‍රොරොක්ලෝරික් අම්ලය සමඟ වේගයෙන් ප්‍රතික්‍රියා කරන බව ඔබට විද්‍යාගාරයේ දී නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය.

හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල උත්ප්‍රේරිත වියෝජනයේ දී බොහෝ විට ඝන මැංගනීස් (IV) ඔක්සයිඩ් උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස යොදා ගැනේ. උත්ප්‍රේරකය කැටිති ලෙස ඇති විට දීට වඩා වැඩි වේගයකින් ඒ ස්කන්ධය ම කුඩු ලෙස පවතින විට ඔක්සිජන් වායුව නිදහස් වේ.

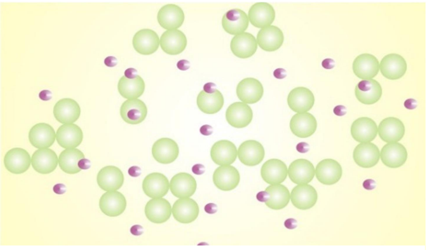
මේ අවස්ථාවල දී ඝනයේ වැඩි වන පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයත් සමඟ සංඝට්ටනවල සංඛ්‍යාතය වැඩි වන අතර එනයින් ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ.

මැග්නීසියම් හා තනුක හයිඩ්‍රොරොක්ලෝරික් අම්ලය අතර ප්‍රතික්‍රියාව මේ සඳහා තවත් උදාහරණයකි. මෙහි දී මැග්නීසියම් පරමාණු හයිඩ්‍රජන් අයන සමඟ සංඝට්ටනය වේ. 1.22 රූපයෙන් පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයේ බලපෑම තව දුරටත් තේරුම් ගත හැකි ය.



සීමිත සංඝට්ටන

(a)



වැඩි සංඝට්ටන

(b)

1.22 රූපය අංශුවල තරම ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි බලපාන ආකාරය (a) විශාල අංශුවකට ප්‍රතික්‍රියක අංශු සමඟ ගැටීමට ඇති පෘෂඨීය වර්ගඵලය අඩු ය. අණු සංඝට්ටනය වන්නේ පිටත පෘෂ්ඨයේ පමණි. (b) සමාන පරමාණු සංඛ්‍යාවක් ඇතුළත් ඝන ප්‍රතික්‍රියකය සියුම් අංශු බවට කුඩු කරන ලද්දේ නම් ප්‍රතික්‍රියක අණු සමඟ ගැටීමට ඇති පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලය වැඩි වන අතර එනිසා ප්‍රතික්‍රියා වේගය ද වැඩි වේ.

1.9 ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි උත්ප්‍රේරකවල බලපෑම

කර්මාන්තවල දී ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතාව වැඩි කිරීමේ වාසි බොහෝ ය. ඉහළ උෂ්ණත්වවලට ප්‍රතික්‍රියාවක් වේගවත් කළ හැකි වුවත් කර්මාන්ත ක්‍රියාවලියේ දී ශක්තිය වියදම් අධික වූවකි. හැරත් බොහෝ කාබනික හා ජෛවීය ද්‍රව්‍ය උෂ්ණත්ව-සංවේදී ය. මේ නිසා බොහෝ විට උත්ප්‍රේරක ප්‍රතික්‍රියාවක් වේගවත් කිරීම සඳහා යොදා ගැනේ. **උත්ප්‍රේරකයක්** යනු ක්ෂය වීමෙන් තොරව ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය වැඩි කරන ද්‍රව්‍යයකි. එහෙයින් ප්‍රතික්‍රියාවක් වේගවත් කිරීමට අවශ්‍ය වන්නේ උත්ප්‍රේරකයකින් අල්ප, ස්ටොයිකියෝමිතික නොවන ප්‍රමාණයකි.

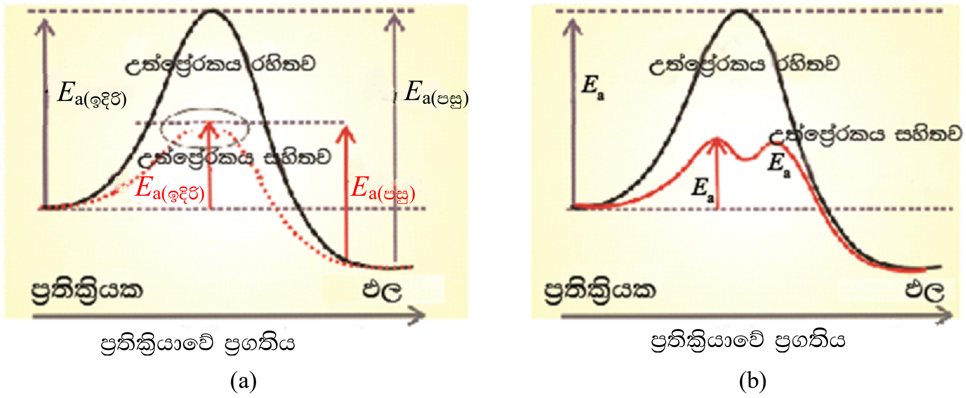
උත්ප්‍රේරකයක් යනු ශුද්ධ රසායනික විපර්යාසයකට භාජන නොවෙමින් ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය වැඩි කරන ද්‍රව්‍යයකි. *එය උත්ප්‍රේරිත නො වූ ප්‍රතික්‍රියාවේ සෙමෙන් සිදු වන වේග නිර්ණ පියවර මඟහරිමින් ප්‍රතික්‍රියාවට අඩු සක්‍රියන ශක්තියෙන් යුත් විකල්ප මාර්ගයක් සපයමින් ක්‍රියාත්මක වන අතර, එනයින් ඒ උෂ්ණත්වයේ දී ම වැඩි ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවක් දක්වයි.*

අප දන්නා පරිදි සමජාතීය හා විෂමජාතීය යනුවෙන් මූලික වශයෙන් උත්ප්‍රේරක දෙවර්ගයක් වේ. විෂමජාතීය උත්ප්‍රේරකයක් වෙන ම කලාපයක පවතී (උදා: වායු කලාපයේ සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවල දී ඝන උත්ප්‍රේරක). සමජාතීය උත්ප්‍රේරකයක් යනු ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණය පවත්නා කලාපයෙහි ම පවතින්නකි (උදා: ජලීය ද්‍රාවණයේ අම්ල උත්ප්‍රේරිත ප්‍රතික්‍රියා).

පහත දී ඇති නිදසුන ප්‍රතික්‍රියා වේගය සම්බන්ධව උත්ප්‍රේරකයක කෘත්‍යය විස්තාරණය කර දක්වයි: ද්‍රාවණයේ ඇති හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ් වියෝජනයේ සක්‍රියන ශක්තිය 76 kJ mol^{-1} වන අතර, කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ප්‍රතික්‍රියාව සෙමෙන් සිදු වේ. අයඩයිඩ් අයන ස්වල්පයක් එකතු කළ විට සක්‍රියන ශක්තිය 57 kJ mol^{-1} දක්වා පහත වැටෙන අතර වේග නියතය 2000 සාධකයකින් වැඩි වේ.

මීට අමතරව, ජෛව උත්ප්‍රේරක ලෙස වර්ගීකරණය කරනු ලබන එන්සයිම ක්‍රියාවෙන් ඉතා සුවිශේෂ වන අතර, ඒවාට ඒවා මඟින් පාලනය වන ප්‍රතික්‍රියා කෙරෙහි ප්‍රබල බලපෑමක් ඇති කළ හැකි ය. සුක්‍රෝස්වල අම්ල ජලවිච්ඡේදනයෙහි සක්‍රියන ශක්තිය 107 kJ mol^{-1} වන අතර සැකරේස් එන්සයිමය එය 36 kJ mol^{-1} දක්වා අඩු කරයි. මෙය ශරීර උෂ්ණත්වයේ දී (310 K) 1012 සාධකයකින් ප්‍රතික්‍රියාව ත්වරණය වීමට අනුරූප වේ.

ඇතැම් ද්‍රව්‍ය ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව අඩු කරයි. ඒවා නිශේධක යනුවෙන් හැඳින්වේ. පැහැදිලිව ම ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි කරන ද්‍රව්‍යය උත්ප්‍රේරක වේ. සාමාන්‍යයෙන් උත්ප්‍රේරක බාහිර ද්‍රව්‍ය වේ. එහෙත්, සමහර විට ප්‍රතික්‍රියාවේ දී සෑදෙන ඵලයකට උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස ක්‍රියා කළ හැකි ය. එවැන්නකට ස්වයං උත්ප්‍රේරකයක් යැයි කියනු ලබන අතර, ඒ සංසිද්ධිය ස්වයංඋත්ප්‍රේරණය ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි උත්ප්‍රේරකයක භූමිකාව 1.23 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි විදහා දැක්විය හැකි ය.

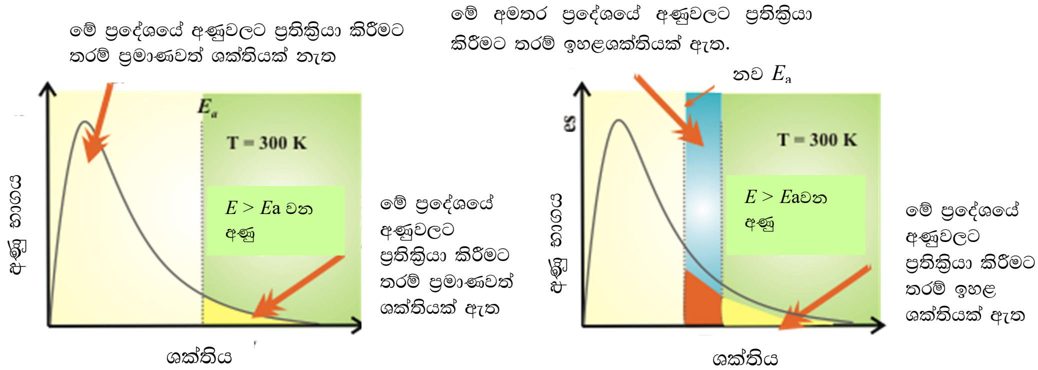


1.23 රූපය උත්ප්‍රේරකයක් සහිතව හා රහිතව ප්‍රතික්‍රියා පැතිකඩ සංසන්දනය ප්‍රතික්‍රියාවකට උත්ප්‍රේරකයක් එකතු කිරීමේ දී නව, අඩු-ශක්ති විකල්ප මාර්ගයක් සැපයීම නිසා ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ.

(a) ප්‍රතික්‍රියාව වෙනත් යාන්ත්‍රණයක් හරහා ගමන් කරයි.

(b) ප්‍රතික්‍රියාව සංක්‍රමණ අවස්ථා දෙකක් හරහා ගමන් කරයි.

රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී සංඝට්ටනවලින් ඵල ඇති කෙරෙනුයේ අංශු එක්තරා අවම ශක්තියකින් හෙවත් සක්‍රියන ශක්තියෙන් යුක්තව සංඝට්ටනය වේ නම් පමණි. 1.24(a) රූපයෙන් දක්වා ඇති පරිදි සක්‍රියන ශක්තියේ ස්ථානය-බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්ති වක්‍රයක සලකුණු කළ හැකි ය.



1.24 රූපය 300 K දී (එක ම උෂ්ණත්වයේ දී) උත්ප්‍රේරකයක් රහිතව හා සහිතව මැක්ස්වෙල්-බොල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තිවල සංසන්දනය ප්‍රතික්‍රියාවකට උත්ප්‍රේරකයක් එකතු කිරීම, ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට තරම් ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් ඇති අණුවල භාගය වැඩි කිරීමෙන් ප්‍රතික්‍රියා වේගය වැඩි කරයි. ඒ විකල්ප ප්‍රතික්‍රියා මාර්ගයක් සපයමින් සංඝට්ටන සංඛ්‍යාතය වැඩි කිරීමෙනි.

සංඝට්ටනයේ දී ප්‍රතික්‍රියා කරන්නේ සක්‍රියන ශක්තියෙන් දකුණු පසට වන්නට ඇති ප්‍රදේශයෙන් නියෝජනය වන අංශු පමණකි. මින් අති බහුතරයකට ප්‍රමාණවත් ශක්තිය නොමැති අතර, ඒවා පොළා පනී. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය වැඩි කිරීමට නම්, ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් සහිත අණුවල භාගය වැඩි කිරීමෙන් සඵල සංඝට්ටන සංඛ්‍යාව වැඩි කළ යුතු ය. ප්‍රතික්‍රියාව අඩු සක්‍රියන ශක්තියක් සහිත විකල්ප මාර්ගයක් ඔස්සේ සිදු වීමට සැලසීමෙන් මෙය එක් ආකාරයකට සිදු කළ හැකි ය. වෙනත් ආකාරයකට කිව හොත්, 1.24(b) රූපයේ පෙන්වා

ඇති පරිදි සක්‍රියන ශක්තිය මැක්ස්වෙල්-බොල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තියේ අඩු ශක්ති පැත්තට (වමට) ගමන් කරවීමෙනි. ප්‍රතික්‍රියාවකට උත්ප්‍රේරකයක් එක් කිරීමේ දී සක්‍රියන ශක්තිය කෙරෙහි ඇති වන්නේ මෙකී බලපෑමයි. එනම් 1.23 රූපයෙන් පැහැදිලි කොට ඇති පරිදි උත්ප්‍රේරණය නොකරන ලද ප්‍රතික්‍රියාවකට සාපේක්ෂව උත්ප්‍රේරිත ප්‍රතික්‍රියාවක සක්‍රියන ශක්තිය අඩු ය. ඒ උත්ප්‍රේරකයෙන් විකල්ප ප්‍රතික්‍රියා මාර්ගයක් සැපයෙන නිසා ය.

සැලකිල්ලට ගත යුතු ඉතා වැදගත් කරුණක් වන්නේ,

"උත්ප්‍රේරකයක් අඩු සක්‍රියන ශක්තියෙන් යුත් විකල්ප මාර්ගයක් සපයනු ලබන බවත් එය ප්‍රතික්‍රියාවේ සක්‍රියන ශක්තිය අඩු නොකරන බවත් ය.

එනම්, ප්‍රතික්‍රියාවේ සක්‍රියන ශක්තියෙහි මුල් අගය එසේ ම පවතී. එහෙත් උත්ප්‍රේරිත නව මාර්ගයට ඇත්තේ අඩු සක්‍රියන ශක්තියකි. එය කන්දක් නො නඟිමින් උමඟක් හරහා ගමන් කිරීමක් වැනි ය.

1.10 රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල වේග විස්තර කිරීම සඳහා ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ භාවිතයට ගැනීම

ඕනෑ ම රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී නොහොත් විපර්යාසයක දී ඇතැම් බන්ධන බිඳෙයිඃ නව බන්ධන තැනෙයි. සාමාන්‍යයෙන් බන්ධන බිඳීම සහ තැනීම හා ප්‍රතිසංවිධානය වීම සංකීර්ණ වන අතර තනි පියවරකින් සිදු වීමට තරම් සරල නොවේ. ඒ වෙනුවට ප්‍රතික්‍රියාවක් බොහෝ විට එකකට පසු එකක් වශයෙන් එළඹෙන පියවර ගණනාවකින් සමන්විත වේ. ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණයකින් ප්‍රතික්‍රියාවට දායක වන තනි හෝ වැඩි ගණනක් වූ පියවර විස්තර කෙරෙන අතර බන්ධන බිඳෙන හා තැනෙන ආකාරය නියමාකාරයෙන් පැහැදිලි කෙරේ.

කිසියම් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් එක් පියවරකින් පමණක් සිදු වේ නම්, එනම් ප්‍රතික්‍රියාවේ සියල්ල තනි පියවරක් තුළ සම්පූර්ණ කෙරේ නම් එවැන්නක් **මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක්** යනුවෙන් හැඳින්වේ.

පියවර දෙකකින් හෝ වැඩි ගණනකින් අනුක්‍රමිකව සිදු වන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් **බහු පියවර ප්‍රතික්‍රියාවක්** හෙවත් **සංකීර්ණ ප්‍රතික්‍රියාවක්** යනුවෙන් හැඳින්වේ. ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි බහු පියවර ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වන පියවර අනුක්‍රමයට ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණය යැයි කියනු ලැබේ. යන්ත්‍රණයක එක් එක් පියවර මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක් වේ. ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ සිතිවිලි මාත්‍රයෙන් ප්‍රකාශ කිරීමට හෝ පුරෝකථනය කිරීමට හෝ නොහැකි ය. සියලු ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණයක් ම පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කළ යුතු ය.

රසායනික විශේෂ එකක් හෝ වැඩි ගණනක් එක් ප්‍රතික්‍රියා පියවරකින් හා එක් සංක්‍රමණ අවස්ථාවක් සහිතව ඵල සාදමින් ඍජුව ප්‍රතික්‍රියා කරයි නම් ඊට මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක් යැයි කියනු ලැබේ. මෙවැනි මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක අණු ප්‍රතික්‍රියා කරන්නේ හරියට ම ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියොමිතික සමීකරණයට අනුකූලව ය.

තව ද මූලික ප්‍රතික්‍රියාවලට අතරමැදි සම්බන්ධ නො වේ. එසේ ම අණුක පරිමාණයෙන් ප්‍රතික්‍රියාවක් විස්තර කිරීමට ඒවා අවශ්‍ය ද නොවේ.

1.10.1 ප්‍රතික්‍රියාවක අණුකතාව

ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට අවශ්‍ය ප්‍රතික්‍රියකයේ/ප්‍රතික්‍රියකවල අවම අණු, පරමාණු හෝ අයන සංඛ්‍යාව ලෙස මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක අණුකතාව අර්ථ දැක්වේ. එය ප්‍රතික්‍රියාවට අදාළ රසායනික සමීකරණයේ ප්‍රතික්‍රියකවල ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණකවල ඓක්‍යයට සමාන ය.

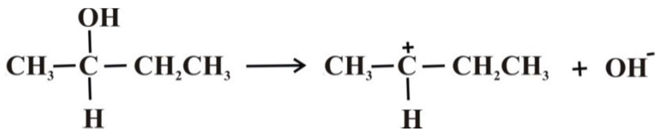
පොදුවේ, සරල මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක අණුකතාව, තුලිත ස්ටොයිකියොමිතික සමීකරණයෙහි ඇතුළත් ප්‍රතික්‍රියක අණු සංඛ්‍යාවල ඓක්‍යයට සමාන ය.

බහු පියවර ප්‍රතික්‍රියාවක යාන්ත්‍රණය සැලකීමේ දී, ඵලයක් හෝ ඵල නිපදවෙන පරිදි එහි වේග නිර්ණ පියවරේ දී එකිනෙක වෙත පැමිණෙන නොහොත් සංඝට්ටනය වන අවම ප්‍රතික්‍රියක අංශු (අණු, පරමාණු හෝ අයන) සංඛ්‍යාවට ප්‍රතික්‍රියාවේ අණුකතාව යැයි කියනු ලැබේ.

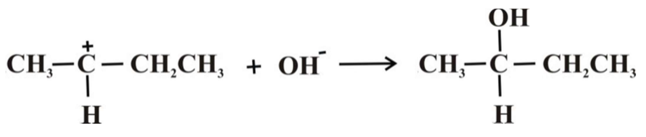
මේ අනුව, සරලව, මූලික පියවරක දී ප්‍රතික්‍රියා වන විශේෂ සංඛ්‍යාව අනුව රසායනික ප්‍රතික්‍රියා වර්ගීකරණය කළ හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියාවකට එක් ප්‍රතික්‍රියකයක් පමණක් සහභාගි වේ නම් එය **ඒකාණුක ප්‍රතික්‍රියාවකි.** ප්‍රතික්‍රියක දෙකක් සහභාගි වේ නම් එය **ද්වි අණුක ප්‍රතික්‍රියාවකි.** නිදසුන් ලෙස, සයික්ලොප්‍රොපේන්, ප්‍රොපීන් බවට සමාවයවීකරණය වීමේ දී මෙන්, ඒකාණුක ප්‍රතික්‍රියාවක දී තනි අණුවක් වියෝජනය වේ; නැත හොත් එහි පරමාණු සැකැස්ම නව සැකැස්මක් බවට වෙනස් වේ. **ද්වි අණුක ප්‍රතික්‍රියාවක** දී අණු යුගලක් ගැටී ශක්තිය හුවමාරු කර ගන්නා අතර පරමාණු හෝ පරමාණු සමූහ වෙනත් ආකාර වෙනසකට භාජනය වෙමින් ඵලය හෝ ඵල සාදයි.

අණුකතාව යනු සෛද්ධාන්තික සංකල්පයකි. එය ශූන්‍ය, ඍණ, භාගික, අනන්ත හෝ කල්පිත විය නොහැක්කේ ය.

බන්ධන බිඳෙන පියවරෙන් යම් තනි ප්‍රභේදයක් කොටස් දෙකකට කැඩෙන පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න. එහි දී C-O බන්ධනය බිඳී එක් ප්‍රතික්‍රියකින් ඵල දෙකක් සෑදේ. එක් ප්‍රතික්‍රියක අණුවක් පමණක් සහභාගි වන බැවින් මේ පියවර ඒකාණුක වේ.



එක් ඵලයක් සෑදෙන පරිදි අණුක ඛණ්ඩක දෙකක් එකිනෙක වෙත සමීප කෙරෙන පහත දැක්වෙන බන්ධන තැනීමේ පියවරේ දී C-O බන්ධනයක් සෑදේ. එහි දී ප්‍රතික්‍රියක දෙකක් එක් ඵලයක් සාදයි. ප්‍රතික්‍රියක අණු දෙකක් මීට සහභාගි වන බැවින් මෙය **ද්වි අණුක පියවරකි.**



එකවර අණු තුනක් සංඝට්ටනය වන අවස්ථා දුර්ලභ බැවින් සාමාන්‍යයෙන් ත්‍රි අණුක මූලික හැසිරීම පෙන්වන ප්‍රතික්‍රියා ඇත්තේ අල්පයකි (කෙසේ වුව ද එවැනි ප්‍රතික්‍රියා සිදු වන්නේ බහු පියවරවලිනි).

1.10.2 තනි පියවර ප්‍රතික්‍රියා සඳහා නිදසුන්

බොහෝ රසායනික ප්‍රතික්‍රියා එක් පියවරකින් සිදු වන සරල සිද්ධි ය. අම්ල-භස්ම ප්‍රතික්‍රියා බොහෝ විට සිදුවන්නේ තනි පියවරකිනි. හයිඩ්‍රෝනියම් අයනයකින් ඇමෝනියා ප්‍රෝටෝනීකරණය වීමේ දී H_3O^+වලින් H^+ අයනයක් NH_3 වෙත මාරු වීම සිදු වේ. මේ තනි පියවර, බන්ධන බිඳෙන හා බන්ධන තැනෙන සංයුක්ත ක්‍රියාවලියකි.

$$H_3O^+(aq) + NH_3(aq) \rightarrow H_2O(l) + NH_4^+(aq)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාව විශේෂ දෙකක් සහභාගි වන එක් පියවරකින් සිදු වන අතර **ද්වි අණුක මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක්** යනුවෙන් හැඳින්වේ.

N_2O_4හි වියෝජනය බන්ධන බිඳීමේ තනි පියවරකි.

$$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

මෙය එක් විශේෂයක් සහභාගි වන එක් පියවරකින් සිදු වන අතර **ඒකාණුක මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක්** ලෙස හැඳින්වේ.

1.4 වගුව විවිධ අණුකතාවලින් යුත් මූලික ප්‍රතික්‍රියා

ප්‍රතික්‍රියාව	අණුකතාව
$PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2$	ඒකාණුක
$2HI \rightarrow H_2 + I_2$	ද්වි අණුක
$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$	ද්වි අණුක
$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$	ත්‍රි අණුක
$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$	ත්‍රි අණුක
$2FeCl_3 + SnCl_2 \rightarrow SnCl_2 + 2FeCl_2$	ත්‍රි අණුක

ඇතැම් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල අණුකතාව තුනට වැඩි බව ඒවායේ ස්ටොයිකියොමිතික සමීකරණවලින් පෙනෙන්නට තිබේ. උදා:

$$4HBr(aq) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) + 2Br_2(l)$$

$$2MnO_4^-(aq) + 16H^+(aq) + 5C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$$

පළමු වන ප්‍රතික්‍රියාවෙහි අණුකතාව '5' බව ද දෙවැන්නෙහි අණුකතාව 23 බව ද පෙනෙන්නට තිබේ. එවැනි ප්‍රතික්‍රියා එක් පියවරකින් සිදු නොවේ. ඒවා පියවර දෙකක් හෝ වැඩි ගණනක් මඟින් සිදු වේ. එක් එක් පියවරට තුනට වැඩි නොවන ඊට ම ආවේණික අණුකතාවක් තිබේ. බහු පියවරවලින් සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවල මූලික ලක්ෂණ පහත විස්තර වේ.

1.10.3 බහු පියවර ප්‍රතික්‍රියා

මූලික පියවර ශ්‍රේණියක් ඔස්සේ සිදු වන රසායනික ක්‍රියාවලිවලට, ඒවාට ම උරුම වූ නීති සමූහයක් ඇත.

(i) සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව, ප්‍රතික්‍රියා පියවරවල එකතුව වේ.

(ii) එක් පියවරක දී සෑදී පසු පියවරක දී වැය වන විශේෂයක් **අතරමැදියක්** වේ.

(iii) එක් පියවරක දී පාවිච්චි වී පසු පියවරක දී පුනර්ජනනය වන විශේෂයක් **උත්ප්‍රේරකයක්** ලෙස ක්‍රියා කරයි.

(iv) අතරමැදි හෝ උත්ප්‍රේරක, සමස්ත ප්‍රතික්‍රියා වේග නියමයෙහි ඇතුළත් නො වේ.

නිදසුන 1:

ඕසෝන්වල වියෝජනය පියවර දෙකකින් සිදු වේ.

1පියවර: $O_3(g) \rightarrow O_2(g) + O(g)$;ඒකාණුක, බන්ධන බිඳීම

2පියවර: $O_3(g) + O(g) \rightarrow 2O_2(g)$ ද්වි අණුක, බන්ධන තැනීම හා බිඳීම

5 ඒකකයේ දී ඉගෙන ගත් පරිදි මෙහි දී පියවර ගණනක් සිදු වන සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව නිර්ණය කිරීම සඳහා ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව ලබා ගත හැකි පරිදි ප්‍රතික්‍රියා ශ්‍රේණියක් එකතු කිරීම යන අදහස භාවිතයට ගැනේ. මෙහි '0'(g) දෙපැත්තෙහි ම තිබේ.

1පියවර: $O_3(g) \rightarrow O_2(g) + O(g)$

2පියවර: $O_3(g) + O(g) \rightarrow 2O_2(g)$

$2\,O_3(g) + O(g) \rightarrow 3\,O_2(g) + O(g)$

∴සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව: $\mathbf{2\,O_3(g) \rightarrow 3\,O_2(g)}$

මේ නිදසුනෙහි, 1 පියවරෙහි සෑදෙන O(g) පරමාණුව 2 පියවරේ දී වැය කෙරෙන අතර එය සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවෙහි ඇතුළත් නොවේ. එහෙත් මොහොතකට හෝ එය නොපවතින බවක් ඉන් අදහස් නොවේ. යන්ත්‍රණයක දී එක් පියවරක දී සෑදී පසු පියවරක දී වැය කෙරෙන රසායනික විශේෂයකට අතරමැදියක් යැයි කියනු ලැබේ. අතරමැදි කිසිදු විටෙක සමස්ත ප්‍රතික්‍රියා සමීකරණයට ඇතුළත් නොවේ. ඇතැම් විට ප්‍රතික්‍රියාව ඉදිරියට ගමන් කරන අතරතුර ඒවා නිරීක්ෂණය කළ හැකි වුවත් අන් අවස්ථාවල දී ඒවා ජනනය වී වහා ක්ෂය කෙරෙන බැවින් දෘශ්‍යමාන නොවේ.

නිදසුන2:

අයඩයිඩ් අයන හමුවේ දී හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ්වල වියෝජන පියවර දෙකකින් සිදු වේ.

1පියවර: $H_2O_2(aq) + I^-(aq) \rightarrow IO^-(aq) + H_2O(l)$; ද්වි අණුක

2පියවර: $IO^-(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow I^-(aq) + H_2O(l) + O_2(g)$: ද්වි අණුක

∴සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව $2\,H_2O_2(aq) \rightarrow 2\,H_2O(l) + O_2(g)$

මේ උදාහරණයෙහි පළමු වන පියවරේ දී $IO^-(aq)$ නිපදවෙන අතර, දෙවැනි පියවරේ දී එය වැය කෙරේ. මේ ප්‍රතික්‍රියාවෙහි $IO^-(aq)$ අතරමැදියක් වේ. අනෙක් අතට පළමු වන පියවරේ දී

$I^-(aq)$ පාවිච්චි වන අතර, දෙවැනි පියවරේ දී යළි පුනර්ජනනය වේ. එහෙයින් මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී $I^-(aq)$ උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

නිදසුන 3:
ක්ලෝරොෆ්ලුවොරොකාබන් ඉහළ වායුගෝලයේ දී බිඳවැටී ක්ලෝරීන් පරමාණු සාදයි. මේවා, පහත දැක්වෙන යන්ත්‍රණය මඟින් ඕසෝන් බිඳදැමීමට දායක වේ.

1පියවර: $Cl(g) + O_3(g) \rightarrow ClO(g) + O_2(g)$

2පියවර: $ClO(g) + O_3(g) \rightarrow Cl(g) + O_2(g)$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව: $2O_3(g) \rightarrow 2O_2(g)$

1 හා 2 පියවරවල ප්‍රතික්‍රියා ද්වි අණුක වේ. Cl(g) පළමු පියවරේ දී ප්‍රතික්‍රියකයක් වන නමුත් දෙවැනි පියවරේ දී පුනර්ජනනය වේ. එබැවින් Cl උත්ප්‍රේරකයකි. ClO පළමු වන පියවරේ දී ජනනය වන අතර දෙවැනි පියවරේ දී වැය කෙරේ. එබැවින් ClO අතරමැදියකි.

1.10.4 මූලික ප්‍රතික්‍රියාවල වේග නියම
මූලික ප්‍රතික්‍රියාවල වේග නියම, ඒවායේ අණුකතාවෙන් කෙළින් ම අපෝහනය කළ හැකි වේ. නිදසුනක් ලෙස ඒකාණුක මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක වේග නියමය ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධව පළමු පෙළ වූවකි. Pවලින් ඵල නිරූපණය කෙරෙන (විවිධ ඵල කිහිපයක් සෑදිය හැකි ය) පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$A \rightarrow P$$

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = k\,[A]$$

කෙටි කාලාන්තරයක දී ක්ෂය වන A අණු සංඛ්‍යාව, ක්ෂය වීම සඳහා ඇති අණු සංඛ්‍යාවට සමානුපාතික හෙයින් ඒකාණුක ප්‍රතික්‍රියාවක් පළමු පෙළ වේ. එබැවින් A හි වියෝජන ශීඝ්‍රතාව එහි මවුලික සාන්ද්‍රණයට සමානුපාතික වේ.

ද්වි අණුක මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක් දෙවැනි පෙළ වේග නියමයකට අනුකූල වේ.

$$2A \rightarrow P$$

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]^2$$

නැත හොත් අපට ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වෙන ආකාරයට ද ලිවිය හැකි ය.

$$A + B \rightarrow P$$

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A][B]$$

ද්වි අණුක මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව, ප්‍රතික්‍රියක විශේෂ හමු වන වේගයට ද එනයින් එය ඒවායේ සාන්ද්‍රණවලට ද සමානුපාතික හෙයින් එය දෙවැනි පෙළ ප්‍රතික්‍රියාවක් වේ. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවක් තනි පියවර ද්වි අණුක ක්‍රියාවලියක් බව අපට විශ්වාස නම් අපට වේග නියමය ලිවිය හැකි ය.

කෙසේ වුව ද මෙහි විලෝමය සත්‍ය නොවන බව සැලකිය යුතු ය. එනම්, *දෙවැනි පෙළ වේග නියමයකින් ප්‍රතික්‍රියාව ද්වි අණුක වන බවක් ගම්‍ය නොවේ.* තව ද අප විසින් සලකනු ලබන ප්‍රතික්‍රියාව/ පියවර සැබවින් ම මූලික එකක් බව තහවුරු කිරීමට අප පරෙස්සම් විය යුතු ය. උදාහරණයක් ලෙස $H_2(g) + I_2(l) \rightarrow 2HI(g)$ යන ප්‍රතික්‍රියාව සරල එකක් ලෙස පෙනී යන නමුත් එය මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක් නොවේ. එහි ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණය ඉතා සංකීර්ණ වන අතර, ඒ නිසා හුදෙක් ප්‍රතික්‍රියාව දෙස බැලීමෙන් එහි වේග නියමය අපෝහනය කළ නොහැකි ය.

ඉහත විස්තර කරන ලද කරුණු අනුව,

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

ආකාර මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක වේග නියමය,

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[A]^a\,[B]^b$$

ලෙස ලිවිය හැකි ය. එහි දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියකයක් අනුබද්ධ පෙළ හරියට ම ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණකයට සමාන ය. එබැවින් ඉහත මූලික ප්‍රතික්‍රියාවේ A ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධ පෙළ ***a*** වන අතර B ප්‍රතික්‍රියකය අනුබද්ධ පෙළ ***b*** වේ. ප්‍රතික්‍රියාවේ සමස්ත පෙළ **(*a* + *b*)** වේ.

අණුකතාව හා ප්‍රතික්‍රියා පෙළ අතර වෙනස අවබෝධ කර ගැනීම ඉතා වැදගත් ය. **ප්‍රතික්‍රියා පෙළ** ආනුභවික රාශියකි. එය ලබා ගන්නේ පරීක්ෂණාත්මක වේග නියමයෙනි. **අණුකතාව අදාළ** වන්නේ යන්ත්‍රණයක එක් පියවරක් ලෙස යෝජිත මූලික ප්‍රතික්‍රියාවකට ය.

පහත දී ඇති වගුව නිදසුන් කිහිපයක් සාරාංශ කර දක්වයි.

1.5 වගුව අනුකතාව පිළිබඳ සාරාංශය

අණුකතාව	මූලික පියවර	වේග නියමය
ඒකාණුක	$A \rightarrow$ඵල	ශීඝ්‍රතාව = $k\,[A]$
ද්වි අණුක	$A + A \rightarrow$ඵල	ශීඝ්‍රතාව = $k\,[A]^2$
ද්වි අණුක	$A + B \rightarrow$ඵල	ශීඝ්‍රතාව = $k\,[A][B]$
ත්‍රි අණුක	$A + A + A \rightarrow$ඵල	ශීඝ්‍රතාව = $k\,[A]^3$
ත්‍රි අණුක	$A + A + B \rightarrow$ඵල	ශීඝ්‍රතාව = $k\,[A]^2[B]$
ත්‍රි අණුක	$A + B + C \rightarrow$ඵල	ශීඝ්‍රතාව= $k\,[A][B][C]$

1.10.5 ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණ හා වේග නියමය

ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි අතරමැදියක් හෝ උත්ප්‍රේරකයක් හෝ ලෙස ක්‍රියා කරන විශේෂයක් වේග නියමයට ඇතුළත් නො වේ. එවැනි පද්ධතිවලින් වේග නියමය ව්‍යුත්පන්න කර ගන්නේ කෙසේ දැයි අවබෝධ කර ගැනීම අවශ්‍ය ය. සාමාන්‍යයෙන් යන්ත්‍රණයක ඉතා සෙමෙන් සිදු වන පියවර ද ඉතා වේගයෙන් සිදු වන පියවර ද වේ. ප්‍රතික්‍රියාවේ සමස්ත වේගය පාලනය වන්නේ සෙමෙන් ම සිදු වන පියවරෙහි වේගයෙනි. ප්‍රතික්‍රියාවක සෙමෙන් ම සිදු වන පියවර **වේග නිර්ණ පියවර** (RDS) වෙනුවෙන් හැඳින්වෙයි. එබැවින් විවිධ පියවරවල වේග අතර වෙනස්කම් බොහෝ වන කල්හි, පරීක්ෂණවල දී වේගය ලෙස සැබෑ ලෙස ම මනිනු ලබන්නේ වේග නිර්ණ පියවරෙහි වේගයයි.

නිදසුනක් ලෙස පියවර දෙකකින් සිදු වන පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න. පළමුව A ප්‍රතික්‍රියකය B නම් වූ විශේෂය බවට පත් වේ. අනතුරුව ඊළඟ පියවරේ දී එය ප්‍රතික්‍රියකයක් ලෙස ක්‍රියා කර අවශ්‍ය P නම් ඵලය දෙයි.

$$A \overset{k_1}{\rightarrow} \mathrm{B}$$
$$\mathrm{B} \overset{k_2}{\rightarrow} \mathrm{P}$$

k_1 හා k_2 යනු ඒ ඒ පියවරෙහි වේග නියත වේ.

$k_2 >> k_1$. යැයි උපකල්පනය කරමු. එවැනි අවස්ථාවක, B අණුවක් සෑදීමේ දී එය වේගයෙන් ක්ෂය වී P දෙයි. මින් පෙනී යන්නේ එවිට ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය පළමු පියවර මත පමණක් රඳී පවතින බවත් එය ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නිර්ණ පියවර වන බවත් ය.

තවත් නිදසුනක් ලෙස පහත දැක්වෙන යන්ත්‍රණය ඔස්සේ සිදු වන $NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ යන ප්‍රතික්‍රියාව ගනිමු.

$$NO_2(g) + NO_2(g) \overset{k_1}{\rightarrow} NO_3(g) + NO(g) :$$ සෙමෙන්, වේග නිර්ණ පියවර

$$NO_3(g) + CO(g) \overset{k_2}{\rightarrow} NO_2(g) + CO_2(g) :$$ වේගයෙන්

මේ ප්‍රතික්‍රියාවෙහි පළමු පියවර වේග නිර්ණා පියවර වේ. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය k_1.වේග නියතය මත පමණක් රඳී පවතින බව අපට පැවසිය හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියාවේ ආනුභාවික වේග නියමය නිර්ණය කරන පරීක්ෂණවලින් ද මෙය තව දුරටත් සනාථ කළ හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියාවේ ආනුභාවික වේග නියමය මෙසේ ය:

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k\,[NO_2]^2$$

එනම්, $NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ ප්‍රතික්‍රියාව $NO_2(g)$ අනුබද්ධව දෙවැනි පෙළ වන අතර $CO(g)$ අනුබද්ධව ශුන්‍ය පෙළ වේ.

මේ යන්ත්‍රණයෙහි, ප්‍රතික්‍රියාවේ දී සෑදෙන්නා වූත්, වැය කෙරෙන්නා වූත් NO_3 **ප්‍රතික්‍රියා අතරමැදියක්** ලෙස ක්‍රියා කරයි. සමස්ත තුලිත සමීකරණයට ඇතුළත් නොවන නමුදු ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට අතරමැදිය අවශ්‍ය ය. මෙම අතරමැදි ප්‍රභේද ද, ප්‍රතික්‍රියකවලට හා ඵලවලට වඩා අස්ථායි ය. ඉහත සඳහන් මූලික පියවර දෙකෙහි වේග නියම මෙසේ ය:

$$\text{ශීඝ්‍රතාව } 1 = k_1\,[NO_2]^2$$
$$\text{ශීඝ්‍රතාව } 2 = k_2[NO_3][CO]$$

මේ යන්ත්‍රණය සම්බන්ධයෙන් සැලකිය යුතු ප්‍රධාන කරුණු තුනක් නම්,

(i) $k_1 = k$, නම්, වේග නිර්ණ පියවරෙහි (1 පියවර) වේග නියමය නිරීක්ෂිත වේග නියමය හා සම වේ.

(ii) පළමු වන පියවර සෙමෙන් සිදු වන්නක් බැවින් $[NO_3]$ අඩු ය. NO_3 නිපදෙන්නා හා ම දෙවැනි වේගවත් පියවරෙන් එය ක්ෂය කෙරේ. එහෙයින් ප්‍රතික්‍රියාව පළමු පියවර තරම් ම දිගු කාලයක් ගනී.

(iii) CO යන්ත්‍රණයට සහභාගි වන්නේ වේග නිර්ණ පියවරට *පසුව* බැවින් එය වේග නියමයට ඇතුළත් නො වේ (ප්‍රතික්‍රියා පෙළ= 0)

නිදසුන :
නයිට්‍රජන් ඩයොක්සයිඩ් හා ෆ්ලුවොරීන් අතර පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$2NO_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2NO_2F(g)$$

පරීක්ෂණාත්මක වේග නියමයට අනුව එය NO_2අනුබද්ධවත් F_2අනුබද්ධවත් පළමු පෙළ වේ.

$\therefore$ ශීඝ්‍රතාව $= k\,[NO_2(g)]\,[F_2(g)]$

මෙහි පිළිගත් යන්ත්‍රණය නම්,

1 පියවර: $NO_2(g) + F_2(g) \rightarrow NO_2F(g) + F(g)$ සෙමෙන්, වේග නිර්ණ පියවර

2 පියවර: $NO_2(g) + F(g) \rightarrow NO_2F(g)$ වේගයෙන්

මෙහි නිදහස් ෆ්ලුවොරීන් පරමාණුව ප්‍රතික්‍රියා අතරමැදියකි.
මෙහි ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණයත් ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමය පැහැදිලි කරන ආකාරයත් අපි විමසා බලමු.
මූලික ප්‍රතික්‍රියා පියවර දෙකෙහි එකතුව සමස්ත තුලිත සමීකරණයයි.

1 පියවර: $NO_2(g) + F_2(g) \rightarrow NO_2F(g) + F(g)$

2 පියවර: $NO_2(g) + F(g) \rightarrow NO_2F(g)$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව: $\mathbf{2NO_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2NO_2F(g)}$

පියවර දෙක ම ද්වි අණුක වේ. මූලික පියවරවල වේග නියම මෙසේ ය:

ශීඝ්‍රතාව 1 $= k_1\,[NO_2(g)]\,[F_2(g)]$

ශීඝ්‍රතාව 2 $= k_2\,[NO_2(g)]\,[F(g)]$

$k_1 = k$, වන අතර 1 පියවර වේග නිර්ණ පියවර බව පෙනී යයි. එබැවින් එය සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියමයට සමාන ය.

මේ යන්ත්‍රණයෙහි දෙවන NO_2 අණුව සහභාගි වන්නේ වේග නිර්ණ පියවරට පසුව නිසා එය සමස්ත වේග නියමයට ඇතුළත් නො වේ.

උක්ත නිදසුන්වලින්, ප්‍රතික්‍රියාවක් පියවර කිහිපයක් ඔස්සේ සිදු වුව ද, එහි ආනුභාවික වේග නියමය අනුගත වන්නේ යන්ත්‍රණයේ වේග නිර්ණ පියවරට (සෙමෙන් ම සිදු වන පියවරට) බව පැහැදිලි වේ.

2-බ්‍රෝමො-2- මෙතිල්ප්‍රොපේන් හා හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන අතර ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න. (OH^-) අයන:

$$(CH_3)_3CBr + OH^- \rightarrow (CH_3)_3COH + Br^-$$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ දී බ්‍රෝමීන් පරමාණුව, OH කාණ්ඩයකින් ප්‍රතිස්ථාපනය වේ. මෙහි දී සිදු වන පළමු පියවර වන්නේ ඒකාණුක ප්‍රතික්‍රියාවකින් කාබන්-බ්‍රෝමීන් බන්ධනය බිඳී අයන ඇති වීමයි.

$$(CH_3)_3CBr \rightarrow (CH_3)_3C^+ + :Br^- \quad : \text{සෙමෙන්}$$

කාබන්-බ්‍රෝමීන් බන්ධන සැලකිය යුතු තරම් ප්‍රබල බැවින් මේ විපර්යාසය සෙමෙන් සිදු වන්නකි. හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන ඉහළ සාන්ද්‍රණයක් ඇතොත් ධන අයන ඒවා සමඟ සංයෝජනය වන අතර, මේ දෙවන පියවර ඉතා වේගවත් ය. ද්වි අණුක (වේගවත්)

ප්‍රතික්‍රියාවක් මඟින්, ඔක්සිජන් පරමාණුවේ ඇති එක් එකසර යුගලක් භාවිත කර ගනිමින් කාබන් හා ඔක්සිජන් අතර නව සහසංයුජ බන්ධනයක් සෑදේ.

$$(CH_3)_3C^{+} + :OH^{-} \rightarrow (CH_3)_3COH \text{ : වේගයෙන්}$$

ප්‍රතික්‍රියාව පියවර දෙකකින් සිදු වන බව යන්ත්‍රණයෙන් පෙන්නුම් කෙරෙන අතර, බිඳෙන හා තැනෙන බන්ධන අනුසාරයෙන් එකී පියවර සිදු වන ආකාරය නියමාකාරයෙන් විස්තර කෙරේ. පියවරවලට වෙනස් වේග ඇති බවත් එය පෙන්වා දෙයි, එනම් එකක් සෙමෙන් සිදු වේ. අනෙක වේගවත් ය.

ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවේ ආනුභාවික වේග නියමය පහත දැක්වෙන ආකාර වන බව සොයා දෙනු ඇත්තේ ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = k[(CH_3)_3CBr]$$

ප්‍රතික්‍රියාව $(CH_3)_3CBr$ අනුබද්ධයෙන් පළමු පෙළ ද හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන අනුබද්ධයෙන් ශුන්‍ය පෙළ ද වේ. හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන සාන්ද්‍රණය සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය කෙරෙහි බලපෑමක් නොකරයි.

හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන සෙමෙන් සිදු වන පියවරට සහභාගි වේ නම්, ඒවායේ සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම ප්‍රතික්‍රියාව වේගවත් කිරීමට හේතු වනු ඇත. එහෙත් එහි සාන්ද්‍රණයේ බලපෑමක් ඇති බවක් පෙනී නොයන බැවින් ඒ අයන පසු පියවරක දී සහභාගි වනවා විය යුතු ය.

හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයනවල සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම වේගයෙන් සිදු වන පියවරෙහි වේගය වැඩි කරයි. එහෙත් ඉන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියා වේගය කෙරෙහි සැලකිය යුතු බලපෑමක් ඇති නො වේ. මක් නිසාද යත්, සමස්ත වේගය පාලනය වන්නේ සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙහි වේගයෙන් බැවිනි.

නිදසුනඃ උචිත යන්ත්‍රණයක් පුරෝකථනය කිරීම

A හා B අතර සිදු වන ද්වි අණුක මූලික ප්‍රතික්‍රියාවක් A හා Bයන ප්‍රතික්‍රියක දෙක අනුබද්ධයෙන් ම පළමු පෙළ වෙතැ යි පරීක්ෂණාත්මක ව සොයා දැන ඇතැයි සිතමු. මෙහි වේග නියමය මෙසේ යඃ

වේගය = $k[A][B]$

පහත දැක්වෙන යන්ත්‍රණ දෙක සලකන්න.

1 යන්ත්‍රණයඃ

$A \rightarrow C + D$;සෙමෙන්

$B + C \rightarrow E$; වේගයෙන්

2 යන්ත්‍රණයඃ

$A + B \rightarrow D + E$; සෙමෙන්

මෙහි A හා B යන දෙක ම අනුබද්ධයෙන් ප්‍රතික්‍රියාව පළමු වන පෙළ බැවින් ඒ එක එකකින් එක් අණුවක් බැගින් සෙමෙන් සිදු වන පියවරට සහභාගි වෙයි. එහි අර්ථය නම් සිදු විය හැකි යන්ත්‍රණය 2 බවයි.

1 යන්ත්‍රණය වැරදි විය යුතු ය. එය අනුව එක් A අණුවක් සෙමෙන් සිදු වන පියවරට සහභාගි වන අතර B සහභාගි නො වේ. ඒ අනුව වේග සමීකරණය,

වේගය $= k[\mathrm{A}]$ විය යුතු බැවිනි.

1.10.6 අනුගාමී (මූලික) ප්‍රතික්‍රියා

ඉහත ප්‍රතික්‍රියා පියවර/ යන්ත්‍රණ අනුව පෙනී යන පරිදි අතරමැදියක් හරහා යන ප්‍රතික්‍රියාවක් පහත දැක්වෙන පරිදි ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

$$\mathrm{A} \xrightarrow{k_1} \mathrm{I} \xrightarrow{k_2} \mathrm{P}$$

එක් එක් පියවරට සහභාගි වන්නේ එක් ප්‍රතික්‍රියකයක් බැවින් ද ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නිර්ණ පියවර පළමු පියවර බැවින් ද ඉහත ප්‍රතික්‍රියාව අනුගාමී ඒකාණුක ප්‍රතික්‍රියාවක් ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

එවැනි ක්‍රියාවලියකඃ

(i) Aවල ඒකාණුක වියෝජනය නිසා A සාන්ද්‍රණය අඩු වන අතර එය පුනර්ජනනය වීමක් සිදු නො වේ. එහෙයින් එහි වේග සමීකරණය මේ ය.

$$\text{ශීඝ්‍රතාව} = -k_1[\mathrm{A}]$$

(ii) $k_1[\mathrm{A}]$ වේගයෙන් Aවලින් I සෑදෙන අතර, එය $k_2[\mathrm{I}]$ වේගයෙන් P බවට ක්ෂය වේ. මේ සිදු වීම ඉතා වේගයෙන් සිදු වේ.

(iii) $k_2[\mathrm{I}]$ යන ඉහළ වේගයෙන් P ඵලය සෑදෙන අතර එහි අඩු වීමක් සිදු වන්නේ නැත.

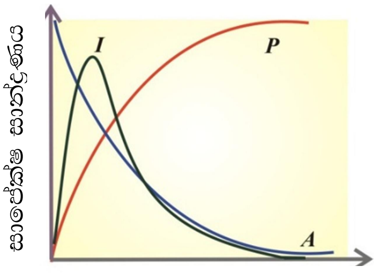
මේ අනුව, අපට සරලව නිගමනය කළ හැකි කරුණු මෙසේ යඃ

(i) A ප්‍රතික්‍රියකයේ සාන්ද්‍රණය කාලයත් සමඟ අඩු වේ.

(ii) කෙටි කාලාන්තරයක් තුළ I අතරමැදියෙහි සාන්ද්‍රණය උපරිමයක් දක්වා වැඩි වී ශුන්‍යය දක්වා පහත වැටේ.

(iii) P ඵලයෙහි සාන්ද්‍රණය ශුන්‍යයෙහි සිට ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියොමිතිය අනුව තීරණය වන යම් අගයක් දක්වා ඉහළ යයි.

මේ කරුණු 1.25 රූපයෙන් නිරූපණය කළ හැකි ය.



1.25 රූපය $\mathrm{A} \xrightarrow{k_1} \mathrm{I} \xrightarrow{k_2} \mathrm{P}$. අනුගාමී ප්‍රතික්‍රියාවල දී A, I හා P විශේෂවල සාන්ද්‍රණ. I අතරමැදිය සෑදී ඊළඟ පියවරේ දී වැය වන බැවින් කාලය සමඟ එහි සාන්ද්‍රණය ශූන්‍ය වේ.

ඉහත සංසිද්ධිය දෙස අපට තවත් ආකාරයකින් බැලිය හැකි ය.

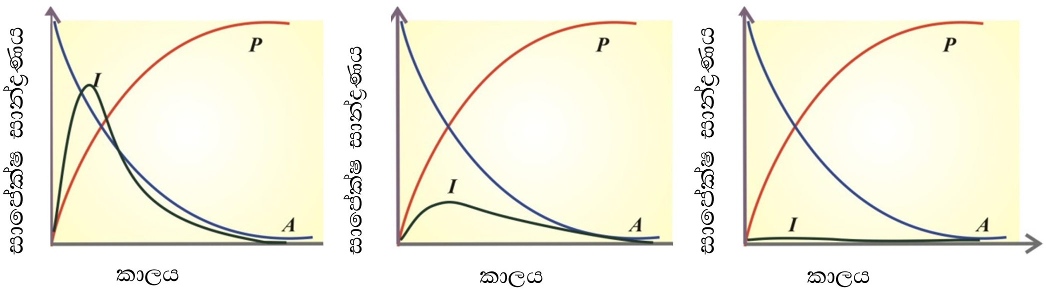
$\mathrm{A} \xrightarrow{k_1} \mathrm{I} \xrightarrow{k_2} \mathrm{P}$ ප්‍රතික්‍රියාව පියවර දෙකකින් සිදු වේ.

1 පියවර: $A \xrightarrow{k_1} I$

2 පියවර: $I \xrightarrow{k_2} P$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව: $A \xrightarrow{k} P$

ඉහත විපර්යාස අනුව අපට කාලයත් සමඟ A, I හා P එල සාන්ද්‍රණ කෙසේ වෙනස් වේ දැයි අපෝහනය කළ හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියාවට සහභාගී වන විශේෂවල සාන්ද්‍රණ කෙසේ වෙනස් වන්නේ දැයි අවබෝධ කරනු පිණිස එක් එක් පියවරෙහි සාපේක්ෂ වේග සැලකිල්ලට ගැනීම වැදගත් ය. කෙසේ වෙතත් ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගතියත් සමඟ Aවල සාන්ද්‍රණය අඩු වන අතර P එලයේ සාන්ද්‍රණය වැඩි වෙයි. එහෙත් I අතරමැදියේ සාන්ද්‍රණය කුමක් වනු ඇද්ද? එය එක් පියවරක දී සෑදී අනෙක් පියවරේ දී වැය වේ. ප්‍රතික්‍රියාව ආරම්භයේ දී එහි සාන්ද්‍රණය ශූන්‍ය විය යුතු ය. එහෙත් ඒ අතරතුර එහි සාන්ද්‍රණය ශූන්‍ය නොවන්නේ ය. සාන්ද්‍රණ-කාල වක්‍ර පරීක්ෂා කිරීමෙන් මෙය වඩාත් හොඳින් වටහා ගත හැකි ය. අවස්ථා තුනක, මේ විශේෂ තුනෙහි සාන්ද්‍රණ-කාල වක්‍ර 1.26 රූපයේ දැක්වේ.



(a) (b) (c)

1.26 රූපය **(a)** 1 පියවර, 2 පියවරට වඩා වේගවත් ය. **(b)**2 පියවර, 1 පියවරට වඩා මඳක් වේගවත් ය.(c)2 පියවර 1 පියවරට වඩා බොහෝ වේගවත් ය.

(a)හි පළමු පියවර, දෙවැනි පියවරට වඩා තරමක් වේගයෙන් වැඩි ය. ආරම්භයෙහි $A \rightarrow I$ සිදු වන විට I සෑදීමේ වේගය, දෙවැනි පියවරේ දී එය ක්ෂය වීමේ වේගයට වඩා වැඩි ය. එබැවින් කාලයත් සමඟ I සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. පසු ව, A ප්‍රතික්‍රියකය ක්ෂය වන විට හා I සාන්ද්‍රණය ඉහළ යන විට, I සෑදෙන වේගය අඩු වී එය වැය වන වේගය වැඩි වේ. මේ අවස්ථාවේ දී I හි සාන්ද්‍රණය අඩු වීමට පටන් ගනී. ක්‍රමයෙන් ප්‍රතික්‍රියාව අවසානය කරා ළඟා වත් ම A වල හා I වල සාන්ද්‍රණ ශූන්‍යය ආසන්නයට පහළ බසී. 2 පියවර, I පියවරට වඩා වැඩි වේගයෙන් සිදු වන අවස්ථාවක් (b) රූපයේ දැක්වේ. මෙහි I වඩා වේගයෙන් වැය කරන අතර එහි සාන්ද්‍රණය (a)හි තරමට ඉහළ යෑමක් සිදු නොවේ. (c)වලින් දැක්වෙන්නේ 2 පියවර, I පියවරට වඩා බෙහෙවින් වේගවත් වන අවස්ථාවකි. මෙහිදී I සෑදෙන සැණින් ම වාගේ වැය කෙරේ. Iවල සාන්ද්‍රණය සැලකිය යුතු මට්ටමක් දක්වා ඉහළ නොනඟින අතර කිසිදු පරීක්ෂණයක දී නිරීක්ෂණය කිරීමට තරම් I සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීමක් සිදු නො වේ.

(c) වැනි අවස්ථාවක දී, අතරමැදියක් පැවතියේ ද, නැද්ද යන බව දැන ගැනීම වැදගත්ය. සෘජු නිරීක්ෂණයට හසු නොවේ නම්, අතරමැදියක් පැවති බව පෙන්වීමට අතිරේක පරීක්ෂණ සැලසුම් කළ හැකි ය. මේ සඳහා ඇති එක් ක්‍රමයක් නම් යෝජිත අතරමැදිය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා

කරන ප්‍රතිකාරකයක් එකතු කර අපේක්ෂිත ඵලය සෑදේ දැයි නිරීක්ෂණය කිරීමයි. ඉන් අපට අතරමැදියේ පැවැත්ම සඳහා සාක්ෂ්‍ය ලබා ගත හැකි ය.

1.10.7 යන්ත්‍රණයක පූර්ව සමතුලිතතා පවතින අවස්ථා

1 නිදසුන

ප්‍රතික්‍රියාවේ යන්ත්‍රණය පහත දැක්වෙන ආකාර යැයි සිතමු. $A + B \rightarrow P$

$A \rightleftharpoons I$: වේගයෙන්

$I + B \rightarrow P$: සෙමෙන්

මෙවර සෙමෙන් සිදු වන පියවර දෙවැනි පියවර වන අතර, I අතරමැදිය A හා B ප්‍රතික්‍රියක සමග සමතුලිතතාවකට පැමිණේ. මේ යන්ත්‍රණයේ දී **පූර්ව සමතුලිතතාවක්** හට ගන්නා අතර එහි අතරමැදිය, ප්‍රතික්‍රියක සමඟ සමතුලිතතාවේ පවතී.

පූර්ව සමතුලිතතාවක් උද්ගත වන්නේ අතරමැදිය සෑදීමේ වේගය හා එය ආපසු ප්‍රතික්‍රියක බවට ක්ෂය වීමේ වේගය ප්‍රතික්‍රියාවේ ඵල සෑදීමේ වේගයට වඩා වැඩි වන කල්හි ය.

ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය පාලනය වන්නේ සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙනි. සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙහි වේග සමීකරණය මෙයයි:

$$\text{වේගය} = k\,[B]\,[I]$$

වේග නියමයෙහි අතරමැදියේ සාන්ද්‍රණය ඇතුළත් වේ. එහෙත් I යන අතරමැදිය A සමග සමතුලිතව ඇති බව අපි දනිමු. එබැවින් පළමු වන පියවරෙහි සමතුලිතතා නියතය K_c පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

$$K_c = \frac{[I]}{[A]}$$

$$\therefore [I] = K_c[A]$$

එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය සඳහා සමීකරණය මෙසේ ලියා දැක්විය හැකි ය:

$$\text{වේගය} = k\,[B]K_c\,[A] = k\,K_c\,[A][B]$$

ප්‍රතික්‍රියාවේ වේග නියත හා සමතුලිතතා නියතයේ සම්බන්ධතාව ආශ්‍රයෙන් මෙය තවදුරටත් ප්‍රතිසංවිධානය කළ හැකි ය. ඉදිරි හා පසු ප්‍රතික්‍රියාවල වේග නියත පිළිවෙළින් k_f හා k_r, නම් අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

$$K_c = \frac{k_f}{k_r}$$

අවසානයේ දී $$\therefore \text{වේගය} = k\,\frac{k_f}{k_r}[A][B]$$

$$\text{වේගය} = k'[A][B]$$

වේග නියමය, මූලික ද්වි අණුක ප්‍රතික්‍රියාවක වේග නියමයට සමාන බව මේ අනුව පෙනේ.

තවත් නිදර්ශනයක් සලකන්න.

ප්‍රතික්‍රියාවේ යන්ත්‍රණය පහත ලියා ඇති ආකාර යැයි සිතමු. $A + B \rightarrow P$

$$A + B \rightleftharpoons I \quad :\text{වේගයෙන්}$$

$$I + A \rightarrow P \quad :\text{සෙමෙන්}$$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ; $2A + B \rightarrow P$

ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙන් පාලනය වේ. සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙහි වේග සමීකරණය මෙසේ යඃ

$$\text{වේගය} = k\,[A]\,[I]$$

වේග නියමයෙහි I අතරමැදියේ සාන්ද්‍රණය ඇතුළත් වේ. කෙසේ වුවද, I, අතරමැදිය A හා B සමග සමතුලිතතාවේ පවත්නා බව දන්නා නිසා පළමු පියවර සඳහා සමතුලිතතා නියතය K_c මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$K_c = \frac{[I]}{[A][B]}$$

$$\therefore [I] = K_c[A][B]$$

$$\text{වේගය} = kK_c[A][A][B]$$

$$\text{වේගය} = k'[A]^2[B]$$

වේග නියමය ත්‍රි අණුක මූලික ප්‍රතික්‍රියාවකට අනුකූල වේ.

2 නිදසුන

හයිඩ්‍රජන් හා අයඩීන් අතර වායු කලාපයේ සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවයට දක්වන ලද ආකාරයේ ප්‍රතික්‍රියා සඳහා එක් නිදසුනකි.

$$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$$

මෙයට වේගයෙන් සිදු වන පූර්ව සමතුලිතතා පියවරක් වේ. එහි දී අණුක අයඩීන්, පරමාණු බවට පරිවර්තනය වේ.

$$I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$$

පසුව සෙමෙන් සිදුවන දෙවැනි පියවරක දී ඒ පරමාණුක අයඩීන්, අණුක හයිඩ්‍රජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් අයඩයිඩ් සාදයි.

$$H_2(g) + 2I\,(g) \rightarrow 2HI(g)$$

ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව පාලනය වන්නේ සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙනි. එහි වේග සමීකරණය මෙසේ යඃ

$$\text{වේගය} = k\,[H_2(g)]\,[I(g)]^2$$

වේග නියමයෙහි I අතරමැදියේ සාන්ද්‍රණය ඇතුළත් වේ. එහෙත් එය I_2 සමඟ සමතුලිතතාවේ පවතින බව දන්නා කරුණකි. එබැවින් පළමු පියවර සඳහා සමතුලිතතා නියතය K_c මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$K_c = \frac{[I(g)]^2}{[I_2(g)]}$$

$$\therefore [I(g)]^2 = K_c[I_2(g)]$$

$$\text{වේගය} = kK_c[I_2(g)][H_2(g)]$$

$$\text{වේගය} = k'[I_2(g)][H_2(g)]$$

එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව H_2 හා I_2 යන දෙකෙහි ම සාන්ද්‍රණ මත රඳා පවතී.

3 නිදසුන :

මේ නිදසුනෙහි පළමු වැනි පියවර වේගවත් හා ප්‍රතිවර්ත්‍ය වේ. නයිට්‍රජන් මොනොක්සයිඩ්වල ඔක්සිකරණය සලකන්න.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

නිරීක්ෂිත වේග නියමය මේ ය.

$$\text{වේගය} = k\,[NO(g)]^2\,[O_2(g)]$$

එහි ප්‍රතික්‍රියා යන්ත්‍රණය පහත දැක්වෙන ආකාර වේ.

1 පියවර: $NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons NO_3(g)$: වේගයෙන්

2 පියවර : $NO_3(g) + NO(g) \rightarrow 2NO_2(g)$: සෙමෙන් වේග නිර්ණ පියවර

පියවරවල එකතුවෙන් $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$යන සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලැබෙන අතර පියවර දෙක ම ද්වි අණුක වේ.
සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙහි වේග නියමය ය.

$$\text{වේගය} = k\,[NO_3(g)]\,[NO(g)]$$

1 පියවරට අදාළ සමතුලිතතා නියතය K_cපහත ලියා ඇති ආකාර වේ.

$$K_c = \frac{[NO_3(g)]}{[NO(g)][O_2(g)]}$$

$$\therefore [NO_3(g)] = K_c[NO(g)][O_2(g)]$$

$$\text{වේගය} = kK_c[NO(g)][O_2(g)][NO]$$

$$\text{වේගය} = k'[NO(g)]^2[O_2(g)]$$

මේ ආනුභවික වේග නියමයයි. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවේ යන්ත්‍රණය නිවැරදි ය.

1.11 ප්‍රතික්‍රියාවල ශක්ති පැතිකඩ

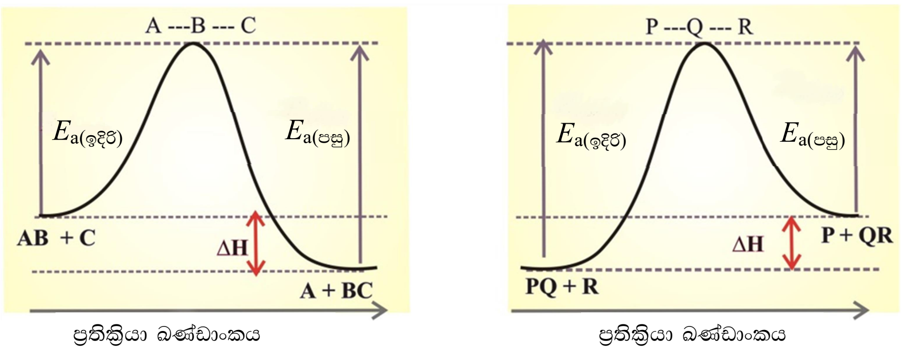
A → ඵල යන තනි පියවරෙන් සිදු වන මූලික ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න. ඉහත කොටස්වල රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීමට සපුරාලිය යුතු අවශ්‍යතා යටතේ විස්තර කරන ලද පරිදි අණු දෙකක් එකිනෙක වෙත සමීප වත් ම ඒවයේ ඉලෙක්ට්‍රෝනවල අතර විකර්ෂණය අඛණ්ඩව වැඩි වෙයි. එබැවින් ඒවායේ වේගය අඩු වී චාලක ශක්තියෙන් කොටසක් විභව ශක්තිය බවට

පරිවර්තනය වේ. ඒවා ගැටේ නම් හා සංඝට්ටනයේ ශක්තිය සක්‍රියන ශක්තියට වඩා *අඩු* නම් අණු පොළා පනී.

බෝල්ට්ස්මාන් ව්‍යාප්තියට අනුව, යම් සංඝට්ටන භාගයකට අණු අතර විකර්ශන බල මැඩ පවත්වමින් ඒවා එකිනෙක වෙත තල්ලු කිරීමට ප්‍රමාණවත් බලයක් ඇති කිරීමටත්, සක්‍රියන ශක්තිය අභිබවා යාමටත් ප්‍රමාණවත් වේගයක් ඇත. සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රමාණවත් ශක්තියෙන් යුත් මේ සංඝට්ටන භාගයෙහි අණු උචිත ලෙස දිශානත වී ඇත. මේවායෙහි එක් අණුවක න්‍යෂ්ටිය අනෙකෙහි ඉලෙක්ට්‍රෝන ආකර්ෂණය කරයි; පරමාණුක කාක්ෂික අතිච්ඡාදනය වෙයි; ඉලෙක්ට්‍රෝන ඝනත්ව විස්ථාපනය වෙයි. ඇතැම් බන්ධන දිගු වී දුබල වන අතර තවත් ඇතැම් බන්ධන කෙටි වී ශක්තිමත් වෙයි. මේ සුමට පරිවර්තනයෙහි යම් අවස්ථාවක දී ආංශික බන්ධනවලින් යුත් විශේෂයක් සෑදේ. මෙය ප්‍රතික්‍රියකයක් හෝ ඵලයක් හෝ නොවේ. **සංක්‍රමණ අවස්ථාව** (හෙවත් **සක්‍රිය සංකීර්ණය**) යනුවෙන් හැඳින්වෙන මේ ඉතා අස්ථායී විශේෂය පවතින්නේ උච්චතම විභව ශක්ති අවස්ථාවේ පමණි. *එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාවක සක්‍රියන ශක්තිය යොදවෙනුයේ සංක්‍රමණ අවස්ථාව කරා එළඹීමටය.* සංක්‍රමණ අවස්ථාව කරා ළඟා වීමෙන් ඵල සාදමින් ප්‍රතික්‍රියාව සම්පූර්ණ වෙතැයි යන්න සහතික නොකෙරේ. මක්නිසාද යත් *සංක්‍රමණ අවස්ථාව දෙපසට ම වෙනස් විය හැකි හෙයිනි.* නව බන්ධන ශක්තිමත් වීම දිගටම සිදුවේ නම් ඵල සෑදෙයි. අනෙක් අතට පවත්නා බන්ධන යළිත් ශක්තිමත් වේ නම් සංක්‍රමණ අවස්ථාව ආපසු ප්‍රතික්‍රියක බවට පත් වේ.

ප්‍රතික්‍රියා ශක්ති රූපසටහන හෙවත් ශක්ති පැතිකඩ මේ සිද්ධි ප්‍රයෝජනවත් ලෙස නිරූපණය කිරීමේ ක්‍රමයකි. එය, ප්‍රතික්‍රියකවල සිට ඵල දක්වා ප්‍රතික්‍රියාවක් ගමන් කිරීමේදී (ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගතිය) විභව ශක්තිය වෙනස් වන ආකාරය ප්‍රස්තාරයකට නංවයි. ඉන් ප්‍රතික්‍රියකවල, ඵලවල හා සංක්‍රමණ අවස්ථාවේ සාපේක්ෂ ශක්ති මට්ටම් සේ ම ඉදිරි හා පසු ප්‍රතික්‍රියාවල සක්‍රියන ශක්ති හා ප්‍රතික්‍රියාවේ එන්තැල්පිය පෙන්නුම් කෙරේ. 11.5.3 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි පහත දැක්වෙන කල්පිත ප්‍රතික්‍රියා උපයෝගී කරගනිමින් තනි පියවර තාපදායක හා තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවල ශක්ති පැතිකඩ සරල ව විදහා දැක්විය හැකි ය.

$AB + C \rightarrow A + BC$: $\Delta H < O$ හා $PQ + R \rightarrow P + QR$: $\Delta H > O$.



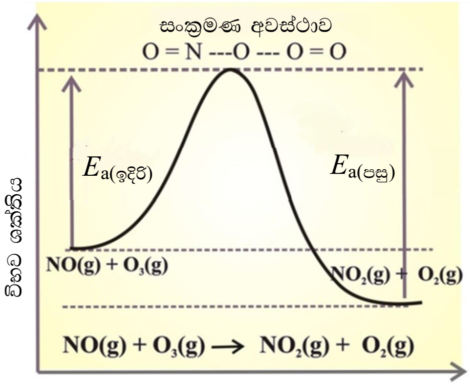
(a) (b)

1.27 රූපය එක් සංක්‍රමණ අවස්ථාවක් හරහා යන **(a)** තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවක හා **(b)** තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවක ශක්ති පැතිකඩ

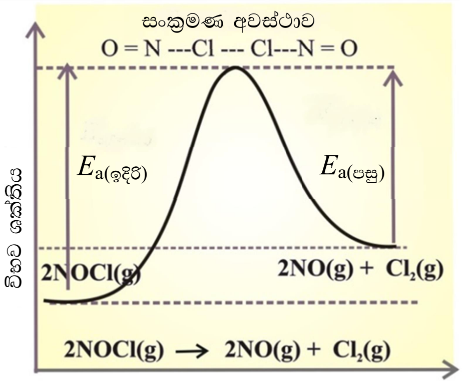
1.27(a) රූපයෙන් නිරූපිත පරිදි සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායක ය. ඵලවල ශක්තිය, ප්‍රතික්‍රියකවල ශක්තියට වඩා අඩු නිසා ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමේ දී ශක්තිය පිටවේ. ප්‍රතික්‍රියක, ''සක්‍රියන ශක්ති බාධකයෙන් එතෙර කරවීමට තරම් ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් අණුවලට තිබිය යුතු

බව ද ඉන් පෙන්නුම් කෙරේ. තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවක සරල ශක්ති පැතිකඩ 1.27(b) රූපයෙන් දැක්වේ.

නිදසුන් වශයෙන්, $NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$ යන තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවත්, $2NOCl(g) \rightarrow 2NO(g) + Cl_2(g)$ යන තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවත් එක් සංක්‍රමණ අවස්ථාවක් සහිත තනි පියවර ප්‍රතික්‍රියාවත් ය. 1.28 රූපය ඒවායේ විභව ශක්ති වෙනස සමග සංක්‍රමණ අවස්ථාව ද පෙන්වයි.



(a)



(b)

1.28 රූපය (a) තාපදායක හා (b) තාපාවශෝෂක වායු කලාප ප්‍රතික්‍රියා දෙකක ශක්ති පැතිකඩ. මේ එක එකක, ඵලයෙහි බන්ධනය වී තිබිය යුතු ප්‍රතික්‍රියක පරමාණුවල දිශානතිය අනුසාරයෙන් සංක්‍රමණ අවස්ථාවෙහි ව්‍යුහය පුරෝකථනය කරනු ලැබ ඇත.

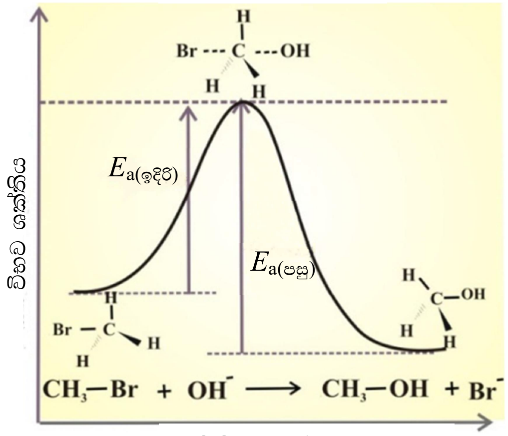
පහත දී ඇත්තේ තවත් නිදර්ශනයකි. මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී බ්‍රෝමොඑතේන්වල බ්‍රෝමීන් පරමාණුවක් OH කාණ්ඩයකින් ප්‍රතිස්ථාපනය වී එතනෝල් සෑදේ.

$$CH_3Br(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3OH(aq) + Br^-(aq)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී OH^- අයනයේ සෘණ ලෙස ආරෝපිත ඔක්සිජන් පරමාණුවේ ඇති එකසර යුගල් දෙකෙන් එකක්, බ්‍රෝමීන් පරමාණුව බැඳී ඇති කාබන් පරමාණුවට ආකර්ෂණය වේ. ඒ බ්‍රෝමීන්, කාබන්වලට වඩා විද්‍යුත්-සෘණ වීමත් ඒ හේතුවෙන් C-Br බන්ධනයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගල බ්‍රෝමීන් වෙතට තරමක් සමීප වීමත් නිසාය. ඒ හේතුවෙන් කාබන් පරමාණුව මඳ වශයෙන් ධනවද බ්‍රෝමීන් පරමාණුව මඳ වශයෙන් සෘණවද ආරෝපණය වේ. මඳ වශයෙන් ධන ලෙස ආරෝපිත කාබන් වෙතට හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයනය සමීප වත් ම, ඔක්සිජන් හා කාබන් අතර නව බන්ධනයක් තැනීම ආරම්භ වෙයි. ඒ අතරතුර ම කාබන් හා බ්‍රෝමීන් අතර බන්ධනයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන බ්‍රෝමීන් වෙතට ඇදී යන බැවින් එම බන්ධනයේ බිඳීම ආරම්භ වෙයි.

එක්තරා අවස්ථාවක දී හරියටම ක්‍රියාවලියෙන් අඩක් සම්පූර්ණ වෙයි. එවිට අර්ධ ලෙස බැඳුණු ඔක්සිජන් හා අර්ධ ලෙස බැඳුණු බ්‍රෝමීන් සමග හයිඩ්‍රජන් පරමාණු තුනක් කාබන් සතු වේ. ඉන්පසු ක්‍රියාවලිය සම්පූර්ණත්වය කරා ගමන් කරයි. අර්ධ ව සෑදුණු හා අර්ධ ව බිඳුණු බන්ධන සහිත ව්‍යුහය **සංක්‍රමණ අවස්ථාව** වන අතර එහි විභව ශක්තිය උපරිම වේ.

සංක්‍රමණ අවස්ථාව මුළුමනින් ම අස්ථායී බව සැලකිය යුතු ය. කවර දිශාවකට හෝ සිදු වන සියුම් වෙනසකින් එය එක්කෝ ඵල සෑදෙන පරිදි ඉදිරියට යොමු කෙරේ; නැතහොත් ප්‍රතික්‍රියක සෑදෙන පරිදි පසු දිශාවට යොමු කෙරේ. උපරිම ශක්තියෙන් යුක්ත වීම හැරුණු විට සංක්‍රමණ අවස්ථාවේ වෙනත් කිසිඳු විශේෂත්වයක් නැත.

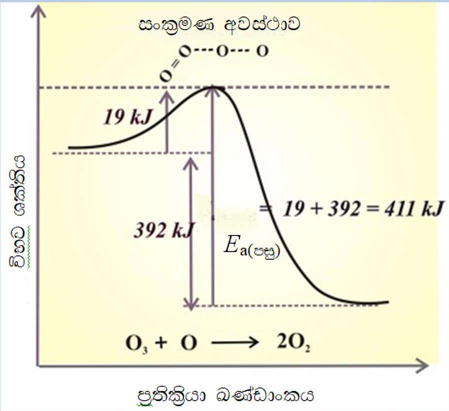


1.29 රූපය $CH_3Br + OH^- \rightarrow CH_3OH + Br^-$ ප්‍රතික්‍රියාවේ ශක්ති පැතිකඩ

1.15 නිදසුන

$O_3(g) + O(g) \rightarrow 2O_2(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවෙහි ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවේ සක්‍රියන ශක්තිය 19 kJ mol^{-1} ද, ΔH -392 kJ mol^{-1} ද වේ. අදාළ විශේෂවල සාපේක්ෂ පිහිටීම් දළ වශයෙන් දක්වමින් ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා ශක්ති පැතිකඩක් ඇඳ පසු ප්‍රතික්‍රියාවේ සක්‍රියන ශක්තිය නිමානය කරන්න.

පිළිතුරු



1.30 රූපය $O_3(g) + O(g) \rightarrow 2O_2(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ ශක්ති පැතිකඩ

පසු ප්‍රතික්‍රියාවේ සක්‍රියන ශක්තිය ගණනය කිරීම හා උපග්‍රහණය කරන ලද සංක්‍රමණ අවස්ථාවේ ව්‍යූහය රූපයේ දක්වා ඇත.

අතරමැදියක් හරහා සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවල ශක්ති පැතිකඩ

අතරමැදියක් හරහා සිදු වන පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$(CH_3)_3CBr \ + \ OH^- \ \rightarrow \ (CH_3)_3COH + Br^-$$

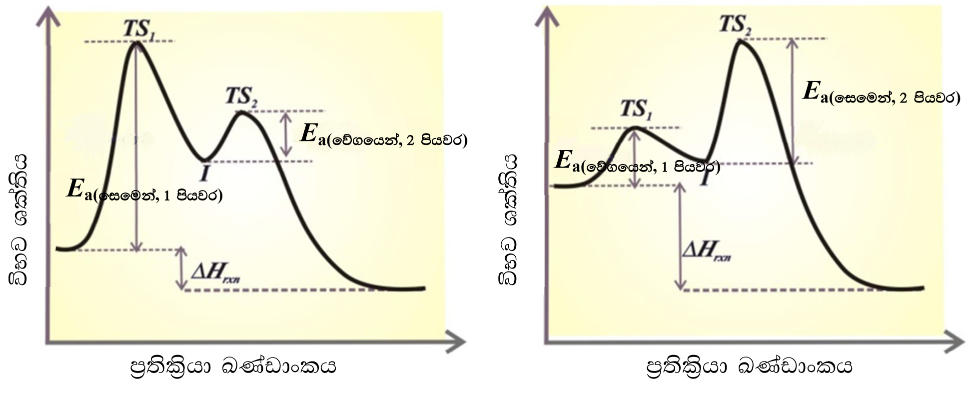
සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ දී බ්‍රෝමීන් පරමාණුව OH කාණ්ඩයකින් ප්‍රතිස්ථාපනය වේ. ඉහත විස්තර කරන ලද පරිදි ප්‍රතික්‍රියාව පියවර දෙකකින් සිදු වේ.

$$(CH_3)_3CBr \ \rightleftharpoons \ (CH_3)_3C^+ \ + :Br^-: \text{සෙමෙන්}$$

$$(CH_3)_3C^+ + :OH^- \ \rightleftharpoons \ (CH_3)_3COH \ : \text{වේගයෙන්}$$

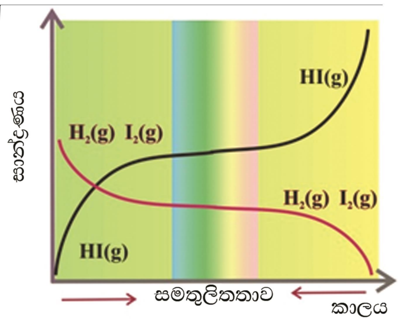
මෙහි ඇති ප්‍රධාන වෙනස නම් ධන ලෙස ආරෝපිත අයනය ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණය තුළ සැබෑ ලෙස ම අනාවරණය කර ගත හැකි වීමයි. ඉතා අස්ථායි එය කෙටි ජීව කාලයකින් යුක්ත වන අතර වහා හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයනය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි. (නොඑසේ නම් බ්‍රෝමයිඩ් අයනය ආපසු ඩැහැ ගනී). එහෙත් පද්ධතිය තුළ ඊට සැබෑ පැවැත්මක් ඇත. එය ඵල බවට පරිවර්තනය වීමේ දී හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියක බවට පත් වීමේ දී අල්ප සක්‍රියක ශක්ති බාධක පැවැතීමෙන් අතරමැදියේ ස්ථායිතාව (කොතරම් අල්ප හා තාවකාලික වුව ද) සනාථ වේ.

1.31 (a) රූපයේ පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි අතරමැදියේ ඵල පැත්තේ බාධකය, ප්‍රතික්‍රියක පැත්තේ බාධකයට වඩා පහළ ය. මෙහි අරුත නම් වේගයෙන් සිදු වන පියවර දෙවැනි පියවර බවයි. එහෙයින් ඵල බවට පත් වීමට අවශ්‍ය අතිරේක සුළු ශක්ති ප්‍රමාණය උපයා ගැනීමට ඊට වැඩි අවස්ථාවක් ඇත. ආපසු ප්‍රතික්‍රියක බවට පරිවර්තනය වීම සඳහා එය වැඩි ශක්ති ප්‍රමාණයක් අවශ්‍ය වේ. TS_1 හා TS_2 වලින් නියෝජනය වන්නේ අතරමැදිය හා ප්‍රතික්‍රියක හෝ ඵල හෝ අතර පවත්නා සංක්‍රමණ අවස්ථා ය. මේ එක් එක් පරිවර්තනයේ දී ශක්ති උපරිමයක් හරහා යන යම් ආකාර පරමාණුක ප්‍රතිසංවිධානයක් සිදු වේ.



1.31 රූපය දෙපියවර යාන්ත්‍රණ සහිත ප්‍රතික්‍රියා දෙකක ශක්ති පැතිකඩ **(a)** සෙමෙන් සිදු වන පියවරෙන් ආරම්භ වන ප්‍රතික්‍රියාව **(b)** වේගයෙන් සිදු වන පියවරෙන් ආරම්භ වන ප්‍රතික්‍රියාව දෙකෙහි ම සමස්ත ප්‍රතික්‍රියා තාපදායක ය.

මේ ප්‍රධාන කරුණු සැලකිල්ලට ගන්න. යන්ත්‍රණයේ එක් එක් පියවරට ඊට ම හිමි ශීර්ෂයක් ඇති අතර, එහි මුදුනෙහි ඇත්තේ සංක්‍රමණ අවස්ථාවයි. අතරමැදි ප්‍රතික්‍රියාශීලි, අස්ථායි විශේෂ වේ. එබැවින් ඒවා ප්‍රතික්‍රියකවලට හා ඵලවලට වඩා ශක්තියෙන් ඉහළ ය. සෙමෙන් සිදු වන වේග නිර්ණ පියවරට (aහි 1 පියවර හා bහි 2 පියවර) අනෙක් පියවරට වැඩි සක්‍රියන ශක්තියක් ඇත.



2. රසායනික සමතුලිතතාව

අන්තර්ගතය

2.1 සමතුලිතතා සංකල්පය
2.1.1 භෞතික ක්‍රියාවලිවල සමතුලිතතාව
2.1.2 රසායනික ක්‍රියාවලිවල සමතුලිතතාව
2.1.3 රසායනික සමතුලිතතා නියමය හා සමතුලිතතා නියතය
2.1.4 සමතුලිතතා නියමය හා ප්‍රතික්‍රියාවක් සඳහා පොදු සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනය
2.1.5 ප්‍රතික්‍රියා ප්‍රමාණය
2.1.6 සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනය ලිවීමේ විවිධ ආකාර
2.1.7 වායුමය පද්ධතිවල සමතුලිතතා නියතය
2.1.8 විෂමජාතීය සමතුලිතතා
2.1.9 බහුපියවර ප්‍රතික්‍රියා සඳහා සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශන
2.1.10 ප්‍රතික්‍රියාවක දිශාව පෙරයීම හා සමතුලිතතා නියතය පදනම් වූ ගණනය කිරීම්
2.1.11 සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ගණනය කිරීම්
2.1.12 සමතුලිතතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

2.2 ජලීය ද්‍රාවණවල අයනික සමතුලිතතා
2.2.1 අම්ල, හස්ම (හා ලවණ)
2.2.2 සංයුග්මක අම්ල හස්ම යුගල
2.2.3 අම්ලවල හා හස්මවල අයනීකරණය
2.2.4 ජලයේ අයනීකරණ නියතය හා එහි අයනික ගුණිතය
2.2.5 pH පරිමාණය
2.2.6 දුබල අම්ල හා අයනීකරණ (විඝටන) නියතය
2.2.7 දුබල හස්ම හා හස්ම අයනීකරණ නියතය
2.2.8 K_a හා K_b අතර සම්බන්ධතාව
2.2.9 ලවණවල ජලවිච්ඡේදනය හා ඒවායේ ද්‍රාවණවල pH අගය
2.2.10 පොදු අයනයක් අඩංගු ජලීය ද්‍රාවණ
2.2.11 පරිමාමිතික අනුමාපන
2.2.12 ද්විභාස්මික හා බහුභාස්මික අම්ල හා ද්විආම්ලික හා බහුආම්ලික හස්ම
2.2.13 අම්ල හස්ම දර්ශක

2.3 ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණ

2.4 ද්‍රාව්‍යතා සමතුලිතතා
2.4.1 අයනික හා සහසංයුජ ද්‍රාවණ
2.4.2 ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය (ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත නියතය)
2.4.3 ද්‍රාව්‍යතාව හා ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත ගණනය කිරීම්
2.4.4 අවක්ෂේපයක් සෑදීම පෙරයීම
2.4.5 ද්‍රාව්‍යතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක
2.4.6 pH ආවරණය
2.4.7 ගුණාත්මක (කැටායන) විශ්ලේෂණයේ දී ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතයේ යෙදීම

2.5 විවිධ කලාපවල සමතුලිතතා
2.5.1 සංවෘත භාජනයක අඩංගු ද්‍රවයක වාෂ්පීභවනය
2.5.2 සමතුලිතතා (සන්තෘප්ත) වාෂ්ප පීඩනය මැනීම
2.5.3 උෂ්ණත්වය සමඟ සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනයේ විචලනය
2.5.4 තාපාංකය
2.5.5 වාෂ්පීකරණ එන්තැල්පිය
2.5.6 සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යවල කලාප රූපසටහන්

2.6 ද්වාංගී ද්‍රව පද්ධතිවල ද්‍රව වාෂ්ප සමතුලිතතා
2.6.1 පරිපූර්ණ මිශ්‍රණවල ලක්ෂණ
2.6.2 අමිශ්‍ර ද්‍රව-ද්‍රව පද්ධති

2.7 විභාග/ ව්‍යාප්ති සංගුණකය

හැඳින්වීම

පෙර ඒකක යටතේ දී ඇති රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල දී කුමක් සිදු වේ ද, කොතරම් වේගයෙන් ඒවා සිදු වේ ද, කුමන යන්ත්‍රණ මගින් ඒවා සිදු වන්නේ ද ආදි වූ ප්‍රධාන ප්‍රශ්න විශ්ලේෂණයට බඳුන් කර ඇත්තෙමු. ඒවා කොතරම් ප්‍රමාණයකට සිදු වේ ද යන්න දැන ගැනීම ද ඉතා අවශ්‍ය වූවකි. තුලිත සමීකරණයේ ස්ටොයිකියෝමිතිය හා ප්‍රතික්‍රියාවේ චාලකය පිළිවෙළින් පළමු ප්‍රශ්න දෙකට පිළිතුරු සපයයි. මේ ඒකකයේ දී අපි, **සමතුලිතතා** තත්ත්වයට, එනම් ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණය තව දුරටත් වෙනස් නොවන තත්ත්වයට පත් වීමට පෙර ප්‍රතික්‍රියාවක් කොතරම් දුරකට සම්පූර්ණත්වයේ දිශාවට සිදු වන්නේ ද, යන පැනයට පිළිතුරු සෙවීමට උත්සාහ දරමු. කාලයත් සමඟ, ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණය වෙනස් නොවී නියතව පවත්නා විට මෙකී සමතුලිතතා තත්ත්වය උද්ගත වේ. රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල දී මෙන් ම භෞතික ක්‍රියාවලිවල දී ද සමතුලිතතාව තහවුරු විය හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියා තත්ත්ව හා ප්‍රතික්‍රියකවල ස්වභාවය අනුව ප්‍රතික්‍රියාවක් වේගවත් හෝ මන්දගාමී හෝ විය හැකි ය. යම් උෂ්ණත්වයක දී සංවෘත භාජනයක් තුළ ඇති ප්‍රතික්‍රියක ඵල සාදමින් ප්‍රතික්‍රියා කරන විට, යම් කාලයක් දක්වා ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය අඩු වීමත් ඵල සාන්ද්‍රණය වැඩි වීමත් සිදු වේ; එහෙත් එතැන් පටන් ප්‍රතික්‍රියකවල හෝ ඵලවල හෝ සාන්ද්‍රණයේ වෙනසක් සිදු නො වේ. මෙවිට පද්ධතිය ගතික සමතුලිතතාවක පවතින අතර එහි දී ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවේ හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතා සමාන වේ. මේ ගතික සමතුලිත අදියරේ දී නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී පීඩනය, ද්‍රාවණයේ වර්ණය හෝ සාන්ද්‍රණය වැනි මහේක්ෂ ගුණවල වෙනසක් සිදු නොවන බව හඳුනා ගෙන ඇත. එසේ වුව ද පරමාණුක මට්ටමේ දී පරමාණු, අයන හා/ හෝ අණු නොකඩවා ප්‍රතික්‍රියා වෙමින් තිබේ. පද්ධතිය වායුමය නම් සමතුලිතතා තත්ත්වයේ ඇති ද්‍රව්‍යවල ප්‍රමාණ නියෝජනය කිරීම සඳහා ආංශික පීඩන යොදා ගැනේ.

සමතුලිතතාවේ ඇති ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රමාණය ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණය/ පීඩනය හා උෂ්ණත්වය ආදි පරීක්ෂණාත්මක තත්ත්ව අනුව වෙනස් වේ. මේ ඒකකයේ දී අයනික සමතුලිතතාව යනුවෙන් හැඳින්වෙන, ජලීය ද්‍රාවණවල ඇති අයන ආශ්‍රිත සමතුලිතතා ද ඇතුළුව භෞතික හා රසායනික ක්‍රියාවලිවල සමතුලිතතාවට අදාළ වැදගත් අංග පිළිබඳ හැදෑරීමක් කෙරේ. අවසානයේ වායු-ද්‍රව පද්ධතිවල සමතුලිතතාව සාකච්ඡා කරනු ලැබේ.

2.1 සමතුලිතතා සංකල්පය

A හා **B** යන ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රතික්‍රියා කර **C** හා **D** යන ඵල සාදන්නා වූ රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සලකන්න. ප්‍රමාණවත් කාලයක් තිස්සේ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ඉඩදීමෙන් පසු, විශ්ලේෂණවලින්, ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ **A** හා **B** නොපවතින බවත්, ඇත්තේ **C** හා **D** පමණක් බවත් අනාවරණය වෙතොත් ප්‍රතික්‍රියාව සම්පූර්ණ වී ඇති බව අවබෝධ වේ. ඒ ප්‍රතික්‍රියාව මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$A + B \rightarrow C + D \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

ප්‍රතික්‍රියා භාජනය සංවෘත වුව ද, මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී යළිත් ප්‍රතික්‍රියක සෑදෙන ආපසු ප්‍රතික්‍රියාව කිසි සේත් සිදු නොවන්නේ ය. සම්පූර්ණත්වය කරා යන්නා වූත්, ආපසු දිශාවට කිසි සේත් සිදු නොවන්නා වූත් මෙවැනි ප්‍රතික්‍රියාවලට **අප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියා** යැයි කියනු ලැබේ.

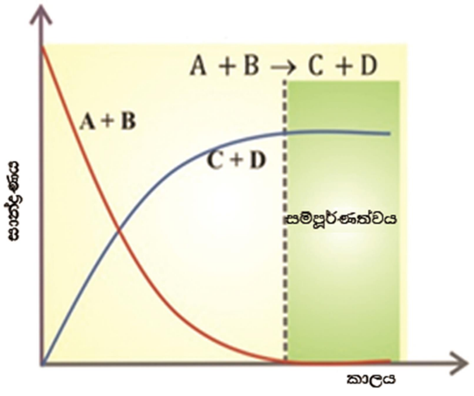
එසේ වුව ද, ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා ප්‍රමාණවත් කාලයක් දීමෙන් පසුව වුව ද **C** හා **D** සමඟ හැම විට ම **A** හා **B** ද පවතින බව අනාවරණය වේ නම්, එවැනි ප්‍රතික්‍රියා සම්පූර්ණත්වය කරා නොයන බව පැහැදිලි වේ. එනම්, පළමුව යම් කාලයක් දක්වා **C** හා **D** නිපදවමින් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ. ප්‍රතික්‍රියා කාලය ඉන් ඔබ්බට ද දික් වන කල්හි **C** හා **D** සෑදුණු පසුව ඒ අණු **A** හා **B** දෙමින් ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට පටන් ගන්නා අතර, එනයින් උෂ්ණත්වය, පීඩනය, උත්ප්‍රේරක ආදි බාහිර සාධකයක බලපෑමක් යෙදෙන තුරු ඕනෑ ම කාලයක් දක්වා ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ **A**, **B**,

C හා **D** අඩංගු වෙයි. ඉදිරි හා ආපසු යන දෙදිශාවට ම සම්පූර්ණ ලෙස සිදු නොවන ප්‍රතික්‍රියා **සමතුලිත ප්‍රතික්‍රියා (හෙවත් ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියා)** නමින් හඳුන්වනු ලබන අතර, ඒ පද්ධති **සමතුලිත අවස්ථාවකට** එළඹ ඇතැයි කියනු ලැබේ. සමතුලිත අවස්ථාවේ ඇති ප්‍රතික්‍රියක ඵල මිශ්‍රණයක් සමතුලිත මිශ්‍රණයක් ලෙස හැඳින්වෙයි. එවන් ප්‍රතික්‍රියාවලට අදාළ රසායනික සමීකරණය මෙසේ ලියනු ලැබේ

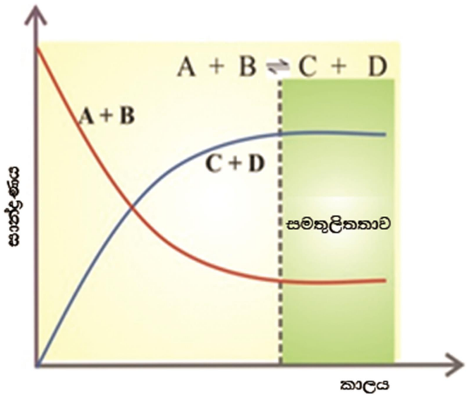
$$A + B \rightleftharpoons C + D \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ප්‍රතික්‍රියාව ඉදිරි හා ආපසු යන උභය දිශාවලට ම සිදු විය හැකි බව දැක්වීම සඳහා අපි ඊ හිස් දෙකකින් යුක්තව තුලිත සමීකරණය ($\rightleftharpoons$) ලියමු. මින් එක් ඊතලයක් ප්‍රතික්‍රියකවල සිට ඵල වෙත ද අනෙක ඵලවල සිට ප්‍රතික්‍රියකවලට ද යොමු වේ.

සම්පූර්ණත්වය කරා යන හා සමතුලිත අවස්ථාවකට පැමිණෙන යන මේ ප්‍රතික්‍රියා ආකාර දෙක අපට 2.1 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ප්‍රස්තාරිකව නිරූපණය කළ හැකි ය.



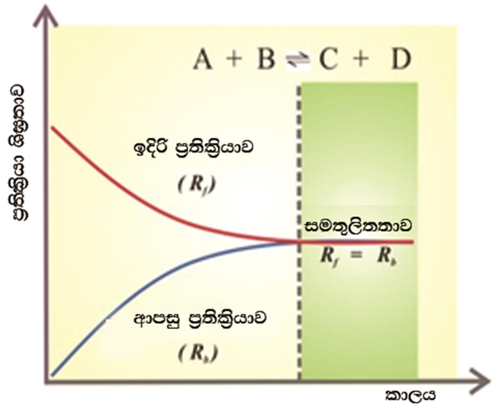
(a)



(b)

2.1 රූපය කාලයත් සමඟ (**a**) ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවක (**b**) සමතුලිත ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ වෙනස් වීම

ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවක ආරම්භයේ දී, පළමුවෙන් ඵල සාදමින් ඉදිරි දිශාවට ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ. කාලය සමඟ ඵල සාන්ද්‍රණය වැඩි වත් ම, ප්‍රතික්‍රියක අණු සෑදෙන පරිදි ඵල ප්‍රතික්‍රියා වීමට පටන් ගනී. එබැවින්, ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවක සමාන වේගයකින් ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියා සිදු වන්නා වූ ද කාලයක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල සාන්ද්‍රණ වෙනස් නොවන්නා වූ ද අවස්ථාවක් ලෙස රසායනික සමතුලිතතාව අර්ථ දැක්විය හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියාවක සැබෑ සමතුලිතතාවට දෙපසින් ම එළැඹිය හැකි වීමෙන් රසායනික සමතුලිතතාව ගතික ක්‍රියාවලියක් බව සනාථ වේ. (2) ප්‍රතික්‍රියාවේ මේ ස්වභාවය 2.2 රූපයේ පැහැදිලි කෙරේ. ප්‍රතික්‍රියකවල සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ඒවායේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණවලින් වෙනස් වන බව මෙහි ලා සැලකිය යුතු ය.



2.2 රූපය දෙන ලද උෂ්ණත්වයකදී ප්‍රතික්‍රියා වේග දෙක සමාන වත් ම, සමතුලිත අවස්ථාව එළඹෙන අතර, තවදුරටත් සාන්ද්‍රණවල වෙනස් වීමක් නැත.

ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවක් සමතුලිතතාවට පත් වූ විට ඒ ඒ ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ කාලයත් සමඟ නියතව පවත්නා බව දක්නට ලැබේ. සැබවින් ම, ප්‍රතික්‍රියක අණු, ඵල අණු සාදමින් හැම විට ම ප්‍රතික්‍රියා වෙයි. එක ම ප්‍රතික්‍රියා තත්ත්ව යටතේ දී, සමගාමී ව ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියා ශීඝ්‍රතාවට සමාන වේගයකින් ප්‍රතික්‍රියක දෙමින් ඵල අණුවලට ද ප්‍රතික්‍රියා වීමට හැක්කේ නම් ක්‍රියාවලිය නොනවතින සංසිද්ධියකි. එහෙයින් ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියා **නොනැවතී හා සමාන වේගවලින් සමගාමී ව** සිදු වන කල්හි රසායනික සමතුලිතතාව **ගතික** වේ. එබැවින් රසායනික සමතුලිතතාවක් **ගතික සමතුලිතතාවක්** වශයෙන් හැඳින්වේ. මේ අනුව අපට පහත දැක්වෙන කරුණු අවබෝධ කර ගත හැකි ය.

(i) නියත උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී සංවෘත බඳුනක් තුළ රසායනික සමතුලිතතාවක් ස්ථාපිත වූ කල්හි, ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල වැනි විවිධ ප්‍රභේදවල සාන්ද්‍රණ නොවෙනස්ව පවතින්නේ ය.
(ii) සමතුලිතතාව කරා දෙපසින් ම එළඹිය හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියකවලින් සේ ම ඵලවලින් ආරම්භ කරමින් ද ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිත අවස්ථාවට පැමිණිය හැකි ය.
(iii) විවෘත බඳුනක සමතුලිතතාව කරා එළැඹිය නොහැකි ය. ප්‍රතික්‍රියකවලින් හෝ ඵලවලින් කොටසකට පිටවී යෑමට නොහැකි බැවින් ප්‍රතික්‍රියාවක් සමතුලිතතාවට පැමිණිය හැක්කේ සංවෘත බඳුනක් තුළ පමණි. විවෘත බඳුනකින් වායුමය ප්‍රතික්‍රියකවලට හෝ ඵලවලට බැහැර වී යා හැකි බැවින් ඒ තුළ සමතුලිතතාවක් ඇති වීමේ හැකියාවක් නැත්තේ ය. සමතුලිතාවක් කරා පැමිණීමේ හැකියාවක් ඇත්තේ සියලු ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල එකිනෙක සමඟ ස්පර්ශව පවතින විට ය.

ඉහත සාකච්ඡා කරන ලද සංසිද්ධිය පහත දැක්වෙන නිදසුන ඇසුරෙන් පහදා දිය හැකි ය. එක් ප්‍රතික්‍රියකයක් හා එක් ඵලයක් පමණක් අඩංගු සරල පද්ධතියක් වන ඩයිනයිට්‍රජන් ටෙට්‍රොක්සයිඩ් වායුව (N_2O_4), නයිට්‍රජන් ඩයොක්සයිඩ් (NO_2) වායුව බවට විඝටනය වීම සලකන්න. ධූමකවල දුඹුරු පැහැයට හේතු වන්නේ NO_2 වායුවයි. N_2O_4 වායුව අඩංගු මුද්‍රා තබන ලද බඳුනක NO_2 වායුවෙහි රතු-දුඹුරු පැහැය දක්නට ලැබේ. N_2O_4 වායුව අවර්ණ නිසාත් NO_2 වායුව වර්ණවත් නිසාත් ප්‍රතික්‍රියාව දෘශ්‍ය ලෙස නියාමනය කළ හැකි ය.

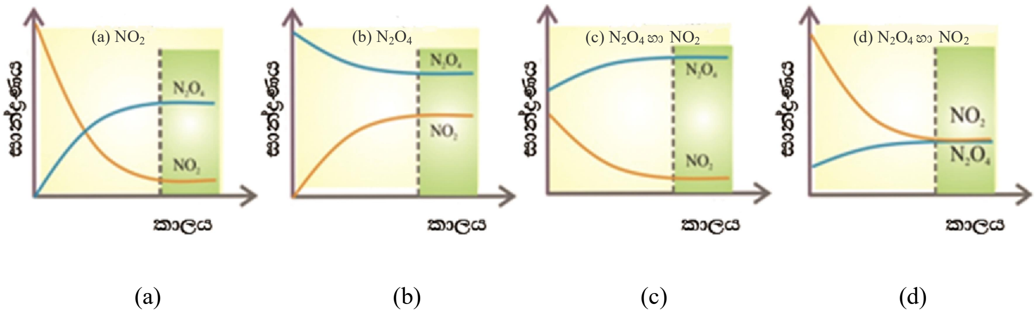
$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

තුන් ආකාරයකින් සමතුලිතතාව කරා ළඟා වන ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රතිවර්තා ස්වභාවය වටහා ගැනීම සඳහා මේ පද්ධතිය භාවිත කළ හැකි ය.

(i) රේඛනය කරන ලද ප්ලාස්කුවකට N_2O_4 වායුව නික්ෂේපනය කළ කල්හි මොහොතින් දුඹුරු පැහැය දර්ශනය වේ. මින් පෙන්නුම් කෙරෙන්නේ NO_2වායු අණු සෑදෙන බවයි. අනතුරුව, සමතුලිතතාව කරා එළඹ නියත වර්ණයක් ලැබෙන තුරු කාලයත් සමග වර්ණ තීව්‍රතාව වැඩි වන්නේ ය. මේ අවස්ථාවේ දී N_2O_4හා NO_2 වායුවල සාන්ද්‍රණ නියතව පවතී.

(ii) සංශුද්ධ NO_2 වායුවෙන් ආරම්භ කරමින් ද අපට සමතුලිත අවස්ථාව උද්ගත කළ හැකි ය. NO_2 අණුවලින් සමහරක් N_2O_4 සෑදීමට සංයෝජනය වන නිසා වර්ණය ක්‍රමයෙන් අඩු වී ගොස් සමතුලිතතාව එළඹුණු කල්හි නියත තීව්‍රතාවකින් යුක්ත වේ.

(iii) මේ සමතුලිතතාව ස්ථාපිත කිරීමේ අනෙක් ක්‍රමය වන්නේ NO_2 හා N_2O_4 වායුවල මිශ්‍රණයකින් ප්‍රතික්‍රියාව ආරම්භ කර වර්ණ වෙනස් වීම නවතින තුරු පද්ධතිය නියාමනය කිරීමයි. මෙහි ලා මතක තබා ගත යුතු වැදගත් කරුණක් වන්නේ සමතුලිතතාවේ දී N_2O_4, NO_2 බවටත් NO_2, N_2O_4 බවටත් පරිවර්තනය වීම දිගට ම සිදු වෙමින් පවතින බවයි. වේග දෙක සමාන බැවින් අපි පැහැයේ වෙනසක් නො දකිමු. එනම්, NO_2 අණු ඉවත් වීම, එම අණු නිපදෙන වේගයෙන් ම සිදු වන අතර N_2O_4 අණු සෑදීම, ඒවා විඝටනය වන වේගයෙන් ම සිදු වේ. මේ අවස්ථා ත්‍රිත්වය 2.3 රූපයෙන් සාරාංශ කෙරේ.



2.3 රූපය $N_2O_4(g) \rightleftharpoons NO_2(g)$ සමතුලිතතා පද්ධතිය: **(a)** ආරම්භයේ දී පද්ධතියේ NO_2 වායුව අඩංගු වන අතර, N_2O_4 වායුව නැත. කාලයත් සමග NO_2 සාන්ද්‍රණය අඩු වන අතර N_2O_4 සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. **(b)** ආරම්භයේ දී පද්ධතියේ N_2O_4 වායුව අඩංගු වන අතර, NO_2 වායුව නැත. කාලයත් සමග N_2O_4 සාන්ද්‍රණය අඩු වන අතර NO_2 සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. **(c)** ආරම්භයේ දී NO_2 හා N_2O_4 වායුවල මිශ්‍රණයක් පවතී.මේ සියලු අවස්ථාවල දී සමතුලිතතාව ඇති වන නමුත් NO_2 හා N_2O_4 වායුවල සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ එක ම නො වේ. **(d)** **(c)** හි ඇති මිශ්‍රණයේ ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතා සාන්ද්‍රණ අගයන් සලකුණු කර නැති වුවත් සාන්ද්‍රණවල විචලනය ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියෝමිතියට අනුකූල බව සැලකිල්ලට ගන්න.

පදාර්ථය පවත්නා අවස්ථාවේ වෙනසක් ඇති වන කල්හි, භෞතික පරිණාමණයක් සිදුව ඇතැයි සැලකේ. පදාර්ථයේ භෞතික පරිණාමනවලට ද සමතුලිතතා සංකල්ප යෙදිය හැකි අතර, උදාහරණ කිහිපයක් පහත සාකච්ඡා කෙරේ.

2.1.1 භෞතික ක්‍රියාවලිවල සමතුලිතතාව

භෞතික ක්‍රියාවලි සමහරක් පිරික්සීමෙන් අපට සමතුලිතතාවේ ඇති පද්ධතියක ලක්ෂණ වඩාත් හොඳින් තේරුම් ගත හැකි ය. මින් වඩාත් හුරුපුරුදු පද්ධති වන්නේ ඝන ⇌ ද්‍රව, ද්‍රව ⇌ වායු, ඝන ⇌ වායු ආදි කලාප පරිණාමණ ක්‍රියාවලි ය.

ඝන–ද්‍රව සමතුලිතතාව

මෙහි, විශේෂිත උෂ්ණත්වයක දී හා පීඩනයක දී ද්‍රව්‍යයක ඝන හා ද්‍රව අවස්ථා සහ-පැවැත්මක වෙයි. 1 atm පීඩනයේ දී ඝන ද්‍රව්‍යයක ද්‍රවාංකයේ දී ඝන – ද්‍රව සමතුලිතතාවක් පවතී. නිදසුනක් ලෙස 273 K දී (0°C දී) හා වායුගෝලීය පීඩනයේ දී (1 atm, 101325 pa) ජලයේ ඝන – ද්‍රව සමතුලිතතාව ඇති වෙයි.

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(s)$$

මෙහි ද්‍රව ජලය හා අයිස් එක ම විට පවතී. කාලයත් සමඟ අයිස්වල හා ජලයේ ස්කන්ධය වෙනස් නොවන බවත් උෂ්ණත්වය නියතව පවත්නා බවත් මෙහි දී අපි නිරීක්ෂණය කරමු. කෙසේ වෙතත් මේ සමතුලිතතාව ස්ථිතික එකක් නො වේ. ඝන – ද්‍රව මායිමේ දී ද්‍රව ජලය අණු අයිස් සමඟ ගැටෙමින් ඊට ආසන්නව පවතින අතර, අයිස් අණු සමහරක් ද්‍රව කලාපයට නිදහස් වේ. අයිස් හා ජලයේ ස්කන්ධයේ වෙනසක් සිදු නොවන අතර, වායුගෝලීය පීඩනයේ දී හා 273 K උෂ්ණත්වයේ දී අයිස් අණු, ජල අණු බවට හැරීමේ හා ජල අණු, අයිස් අණු බවට හැරීමේ ශීඝ්‍රතා සමාන වේ. අයිස් හා ජලය සමතුලිතතාවේ පවතින්නේ සුවිශේෂ උෂ්ණත්වයක දී හා පීඩනයක දී බව පැහැදිලි ය. වායුගෝලීය පීඩනය යටතේ දී ඕනෑ ම සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යයක ඝන හා ද්‍රව කලාප සමතුලිතතාවේ පවත්නා උෂ්ණත්වය ඒ ද්‍රව්‍යයේ සාමාන්‍ය ද්‍රවාංකය හෙවත් සාමාන්‍ය හිමාංකය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. උක්ත නිදසුනෙහි පද්ධතිය ගතික සමතුලිතතාවේ පවත්නා බව අපට පෙනෙන අතර, අයිස්වල ද්‍රවාංකයේ දී හෙවත් ජලයේ හිමාංකයේ දී අයිස් ද්‍රව වීමේ වේගය ජලය මිදීමේ වේගයට සමාන ය. එහෙයින් අයිස්වල හා ජලයේ ප්‍රමාණය නියත ව පවතී. පීඩනයේ වෙනස් වීමත් සමඟ සමතුලිතතාව ආරම්භ වන උෂ්ණත්වය වෙනස් වන බව සැලකිල්ලට ගත යුතු ය.

ද්‍රව-වාෂ්ප සමතුලිතතාව

මෙහි දී විශේෂිත උෂ්ණත්වයක් හා පීඩනයක් යටතේ දී සංවෘත පද්ධතියක, ද්‍රව්‍යයක ඝන හා වාෂ්ප අවස්ථා සහ-පැවැත්මක වෙයි. 1 atm පීඩනයක දී හා ද්‍රව්‍යයක තාපාංකයේ දී ද්‍රව-වාෂ්ප සමතුලිතතාවක් පවතී. නිදසුනක් ලෙස වායුගෝලීය පීඩනයේ දී හා 373 K (100 °C) උෂ්ණත්වයේ දී ජලයේ ද්‍රව-වාෂ්ප සමතුලිතතාව පවතී.

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$$

මෙහි දී එක ම විට ද්‍රවය හා වාෂ්පය පවතී. සරල පරීක්ෂණයකින් මෙය ආදර්ශනය කළ හැකි ය. බැරෝමීටරයක් සම්බන්ධ කරන ලද රේඛිත වියළි පෙට්ටියක් තුළ යම් ජල ප්‍රමාණයක් අඩංගු ඔරලෝසු වීදුරුවක් තබා උෂ්ණත්වය 100 °C ට ගෙන එනු ලැබේ. මෙහි දී පීඩනමානයේ දකුණු බාහුවෙහි රසදිය මට්ටම සෙමෙන් ඉහළ නැග අවසානයේ නොවෙනස් ව පවතී. එනම්, පෙට්ටිය තුළ පීඩනය වැඩි වී නියත අගයකට පැමිණේ. තව ද ඔරලෝසු වීදුරුවේ ඇති ජල පරිමාව අඩු වේ. ආරම්භයේ දී පෙට්ටිය තුළ ජල වාෂ්ප නැත; නැත හොත්

ඇත්තේ ඉතා අල්ප ප්‍රමාණයකි. ජලය වාෂ්ප වත් ම පෙට්ටිය තුළ ඇති වායු කලාපයට ජල වාෂ්ප එකතු වීම නිසා ඒ තුළ පීඩනය වැඩි වෙයි. වාෂ්පීභවන ශීඝ්‍රතාව නියත ය. එහෙත් ජල වාෂ්ප, ජලය බවට ඝනීභවනය වීම නිසා පීඩනය වැඩි වීමේ ශීඝ්‍රතාව කාලයත් සමඟ අඩු වේ. අවසානයේ ශුද්ධ වාෂ්පීභවනයක් සිදු නොවන කල්හි සමතුලිත තත්ත්වය තහවුරු වේ. සමතුලිතතා තත්ත්වය එළඹෙන තෙක් වායු කලාපයෙන් ද්‍රව කලාපයට ඇතුළු වන ජල අණු සංඛ්‍යාව වැඩි වන බව ද එහි දී වාෂ්පීභවන වේගය ඝනීභවන වේගයට සමාන වන බව ද මින් ගම්‍ය වේ.

සමතුලිතතාවේ දී, දෙන ලද උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී ජල අණුවලින් ඇති කෙරෙන පීඩනය නියත ව පවතින අතර එය ජලයේ සමතුලිතතා වාෂ්ප පීඩනය (හෙවත් හුදෙක් ජලයේ වාෂ්ප පීඩනය) යනුවෙන් හැඳින්වේ. ජලයේ වාෂ්ප පීඩනය උෂ්ණත්වය සමඟ වැඩි වේ.

මෙහි දී, 1 atm පීඩනයක් හා තාපාංකය යනුවෙන් හැඳින්වෙන ලාක්ෂණික උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී ද්‍රව්‍යයක වාෂ්ප හා ද්‍රව අවස්ථා සමගාමී ව පවතී. නිදසුනක් ලෙසː 1 atm පීඩනයේ දී ජලයේ තාපාංකය 100 °C වේ. මේ තත්ත්ව යටතේ දී වාෂ්ප ය බැහැර වී නොයේ නම්, ද්‍රව ජලය හා ජල වාෂ්ප (හුමාලය) යන දෙක ම එකට පවතී.

ඝන-වාෂ්ප සමතුලිතතාව

සංවෘත බඳුනක් තුළ ඝන අයඩින් ස්වල්පයක් තැබූ විට මඳ වේලාවකට පසු බඳුන දම් පැහැති වාෂ්පයකින් පිරී යන අතර, කාලයත් සමඟ වර්ණයේ තීව්‍රතාව වැඩි වේ. එක්තරා කාලයකට පසු වර්ණයේ තීව්‍රතාව නියතව තිබෙන අතර, මේ අවස්ථාවේ දී සමතුලිතතාව එළඹී ඇත. එනම්, ඝන අයඩින් ඌර්ධවපාතනය වෙමින් අයඩින් වාෂ්පය සාදන අතර ඝන අයඩින් දෙමින් අයඩින් වාෂ්පය ඝනීභවනය වේ. මේ සමතුලිතතාව මෙසේ දැක්විය හැකි යː

$$I_2(s) \rightleftharpoons I_2(g)$$

ඝන-ඝන සමතුලිතතාව

සංක්‍රමණ උෂ්ණත්වය නමැති සුවිශේෂ උෂ්ණත්වයක් හා 1 atm පීඩනයක් යටතේ දී ඝන ස්වභාවය එසේ ම තිබිය දී යම් ස්ඵටිකරූපී ඝනයක් ලෙස පවත්නා ද්‍රව්‍යයක් ඒ හා සමකාලීනව පවත්නා තවත් ස්ඵටිකරූපී ස්වරූපයකට පරිවර්තනය වේ නම් එය ඝන-ඝන සමතුලිතතාව පවතී යැයි කියනු ලැබේ. උදාහරණයක් ලෙස ඝන සල්ෆර් එහි සංක්‍රමණ උෂ්ණත්වයේ දී රොම්බසීය හා ඒකානති ස්වරූප අතර සමතුලිතතාව ප්‍රදර්ශනය කරයි.

$$\text{S(රොම්බසීය)} \rightleftharpoons \text{S(ඒකානති)}$$

2.1.2 රසායනික ක්‍රියාවලිවල සමතුලිතතාව

සමජාතීය සමතුලිතතාව

සමජාතීය හා විෂමජාතීය යනුවෙන් දෙයාකාරයක සමතුලිතතා පවතී. සමතුලිතතාවේ පවත්නා රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක සියලු ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල එක ම කලාපයේ පවතී නම් එවැන්නක් සමජාතීය සමතුලිතතාවක් යනුවෙන් හැඳින්වේ. නිදසුනක් නම්,

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

මෙහි සියලු ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල වායු අවස්ථාවේ පවතී. මෙය වායු කලාප සමතුලිතතාවකට උදාහරණයකි.

සියලු ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල ද්‍රව කලාපයේ පවතින්නා වූ රසායනික සමතුලිතතාවකට ද්‍රව කලාප සමතුලිතතාවක් යැයි කියනු ලැබේ. පහත දැක්වෙන්නේ උදාහරණයකි:

$$CH_3COOH(l) + C_2H_5OH(l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$$

වායු කලාප හා ද්‍රව කලාප සමතුලිතතා යන දෙක ම පොදුවේ සමජාතීය සමතුලිතතා යනුවෙන් හැඳින්වේ.

විෂමජාතීය සමතුලිතතාව

රසායනික සමතුලිතතාවක ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල ප්‍රභේද වෙන් වෙන් කලාපවල පවතී නම් එවැන්නක් විෂමජාතීය සමතුලිතතාවක් සේ හඳුන්වනු ලැබේ.

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

$$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$$

මේවායේ, ප්‍රතික්‍රියාව සංවෘත බඳුනක් තුළ සිදු කරන ලද්දේ නම් සමතුලිතතා අවස්ථාව ස්ථාපිත වේ.

2.1.3 රසායනික සමතුලිතතා නියමය හා සමතුලිතතා නියතය

සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක අඩංගු ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ අතර සම්බන්ධතාව කවරාකාර ද, ආරම්භක සාන්ද්‍රණවලින් සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ නිර්ණය කරන්නේ කෙසේ ද හා සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක සංයුතිය වෙනස් කිරීම සඳහා භාවිත කළ හැක්කේ කුමන සාධක ද යන කරුණු දැන ගැනීම වැදගත් ය. ගුල්ඩ්බර්ග් හා වාගේ යන නෝර්වීජියානු රසායන විද්‍යාඥයෝ දෙදෙන සමතුලිත (ප්‍රතිවර්ත්‍ය) ප්‍රතික්‍රියා විශාල සංඛ්‍යාවක් අධ්‍යයනය කර 1864 දී ස්කන්ධ ක්‍රියා නියමය නම් වූ සාමාන්‍යකරණයක් ඉදිරිපත් කළහ. ඉන් මෙසේ ප්‍රකාශ වේ: "රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව ප්‍රතික්‍රියකවල සක්‍රිය ස්කන්ධවලට සමානුපාතික වේ." මෙහි 'සක්‍රිය ස්කන්ධ' යන්නෙන් අදහස් වන්නේ මවුලික සාන්ද්‍රණයයි (mol dm^{-3}). නියත උෂ්ණත්වයක දී ප්‍රතික්‍රියාවක ශීඝ්‍රතාව නිර්ණය කෙරෙනුයේ ඒකක පරිමාවක ඇතුළත් ප්‍රතික්‍රියක අණු අතර සංඝට්ටන සංඛ්‍යාවෙන් හා එනයින් සාමාන්‍යයෙන් ඒවායේ සක්‍රිය ස්කන්ධ යනුවෙන් හැඳින්වෙන සාන්ද්‍රණ විසිනි.

පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න:

$$A + B \underset{k_r}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

ස්කන්ධ ක්‍රියා නියමයට අනුව;

ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව: $R_f = k_f\ [A]\,[B]$

ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව: $R_r = k_r\ [C]\,[D]$

[A], [B], [C], [D] යනු පිළිවෙළින් සමතුලිතතාවේ දී A, B, C හා D වල මවුලික සාන්ද්‍රණ වේ. k_f හා k_r යනු පිළිවෙළින් ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවල වේග නියත වේ.

සමතුලිතතාවේ දී, $R_f = R_r$

එබැවින්, $k_f\ [A]\,[B] = k_r\ [C]\,[D]$

$\therefore$ $$\frac{k_f}{k_r} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

k_f හා k_r නියත බැවින් ඕනෑම සුවිශේෂිත උෂ්ණත්වයක දී $\frac{k_f}{k_r}$ නියතයක් වේ. $\frac{k_f}{k_r}$ අනුපාතය සමතුලිතතා නියතය යනුවෙන් හැඳින්වෙන අතර, එහි සංකේතය $\boldsymbol{K_c}$ වේ. **c** යටි පෙළින් දැක්වෙන්නේ නියතයේ අගය ප්‍රකාශ කෙරෙනුයේ ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ ඇසුරෙන් බවයි. මේ අනුව ඉහත සමීකරණය මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

$$K_C = \frac{[\mathrm{C}][\mathrm{D}]}{[A][B]}$$

එනම්, නියත උෂ්ණත්වයක දී සමතුලිතතාවේ ඇති ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවක ඵලවල හා ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණ අතර එක්තරා අනුපාතයක් $\boldsymbol{K_c}$ (සමතුලිතතා නියතය) නම් වූ නියත අගයක් ගනී.

2.1.4 සමතුලිතතා නියමය හා ප්‍රතික්‍රියාවක් සඳහා පොදු සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනය

මේ සඳහා නිදසුනක් ලෙස 25 °C ඇති $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ පද්ධතිය සලකමු. මෙහි ආරම්භක N_2O_4 හා NO_2 සාන්ද්‍රණ වෙනස් කිරීමේ දී ලැබෙන පරීක්ෂණාත්මක දත්ත විශ්ලේෂණයෙන් සිත්ගන්නාසුලු රටාවක් දක්නට ලැබේ. මෙහි දී පෙනී යන්නේ $[NO_2(g)]/[N_2O_4(g)]$ අනුපාතය අහඹු අගයක් දැරුව ද, $[NO_2(g)]^2/[N_2O_4(g)]$ අනුපාතය ආසන්න ලෙස නියත අගයක් ගන්නා බවයි. එනම්,

$$K_c = \frac{[NO_2(g)]^2}{[N_2O_4(g)]}$$

මෙහි $\boldsymbol{K_c}$ නියත උෂ්ණත්වයක දී නියතයක් වේ.

එසේ ම $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී ද මීට සමාන ආකාර ප්‍රතිඵලයක් දක්නට ලැබේ. මෙහි $[HI(g)]^2/[H_2(g)]\ [I_2(g)]$ අනුපාතය නියතයක් වේ. දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී බොහෝ සමතුලිතතා පද්ධතිවලින් ලැබෙන මේ ආකාර අනාවරණ පදනම් කර ගනිමින් අපට

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

ආකාරයේ සාධාරණ ප්‍රතික්‍රියාවක් සඳහා සාමාන්‍යකරණය කරන ලද ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය. මෙහි a, b, c, d යනු පිළිවෙළින් A, B, C හා D විශේෂවල ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණක වේ.

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

$\boldsymbol{K_c}$ යනු සමතුලිතතා නියතය වේ. මේ අනුව සමතුලිතතා නියතයේ පොදු අර්ථ දැක්වීම මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

ඒ වූ කලි ඵලවල සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ තුලිත සමීකරණයේ අනුරූප ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණකවල බලයට නැංවූ විට ලැබෙන පදවල ගුණිතය, ප්‍රතික්‍රියකවල සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ අනුරූප ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණකවල බලයට නැංවූ විට ලැබෙන පදවල ගුණිතයෙන් බෙදීමේ දී ලැබෙන අගය වේ.

නිදසුක් ලෙස පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනය සලකන්න.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

$$K_c = \frac{[NH_{3(g)}]^2}{[N_{2(g)}]\ [H_{2(g)}]^3}$$

අප විසින් ප්‍රතික්‍රියාව ආපසු දිශාවට ලියන ලද්දේ නම්, නව සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනය, මුල් ප්‍රකාශනයේ පරස්පරය වන අතර, නව සමතුලිතතා නියතය මුල් සමතුලිතතා නියතයේ පරස්පරය වේ. එනම්,

$$K_c' = \frac{[N_{2(g)}]\ [H_{2(g)}]^3}{[NH_{3(g)}]^2} = \frac{1}{K_c}$$

K_c හා K_c' වල සංඛ්‍යාත්මක අගයයන් එකිනෙකට වෙනස් බැවින් සමතුලිතතා නියතයක අගය ප්‍රකාශ කිරීමේ දී අදාළ තුලිත රසායනික සමීකරණය සුවිශේෂව සඳහන් කිරීම වැදගත් වේ. තව ද ඉහත දක්වා ඇති පරිදි සමතුලිතා නියත ප්‍රකාශනයේ ඇතුළත් ඒ ඒ ප්‍රභේදවල භෞතික අවස්ථා දක්වා ලීම අත්‍යවශ්‍ය ය.

නිදසුන 2.1

500 K දී $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ සමතුලිතතා මිශ්‍රණයේ මිනුම් කරන ලද සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය මෙසේ ය:

$[N_2] = 3.0 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3}, $[H_2] = 4.0 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3}, $[NH_3] = 2 \times 10^{-3}$ mol dm^{-3}

500 K දී ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියා සඳහා සමතුලිතතා නියත ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

$$K_c = \frac{[NH_{3(g)}]^2}{[N_{2(g)}][H_{2(g)}]^3}$$

$$K_c = \frac{(2 \times 10^{-3})^2 (\text{mol dm}^{-3})^2}{(3 \times 10^{-2})(4 \times 10^{-2})^3 (\text{mol dm}^{-3})^4} = 2.083 \text{ mol}^{-2}\text{ dm}^6$$

$$K_c' = \frac{[N_{2(g)}][H_{2(g)}]^3}{[NH_{3(g)}]^2} = \frac{(3 \times 10^{-2})(4 \times 10^{-2})^3 (\text{mol dm}^{-3})^4}{(2 \times 10^{-3})^2 (\text{mol dm}^{-3})^2}$$

$$= 0.48 \text{ mol}^2\text{dm}^{-6}$$

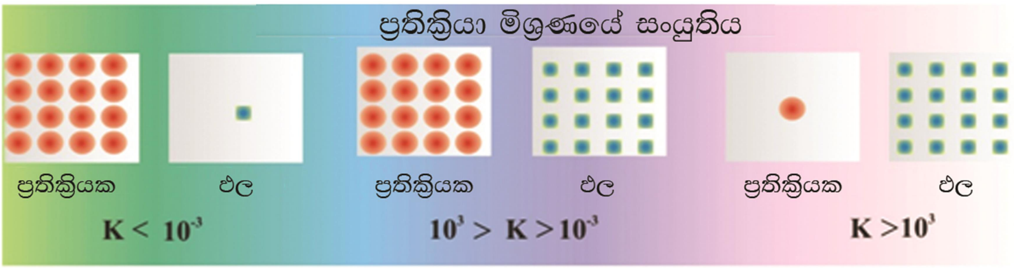
හෝ

$$K_c' = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{2.083 \text{ mol}^{-2}\text{ dm}^6} = 0.48 \text{ mol}^2\text{ dm}^{-6}$$

සටහන: ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශා සඳහා සමතුලිතතා නියතය අර්ථ දැක්වීමේ දී එහි විශාලත්වය සේ ම ඒකක ද වෙනස් වන අයුරු වටහා ගන්න. ප්‍රතික්‍රියාවක් ආපස්සට ලියනු ලබන කල්හි එහි සමතුලිතතා නියත, මුල් ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතයේ පරස්පරය වේ.

2.1.5 ප්‍රතික්‍රියා ප්‍රමාණය

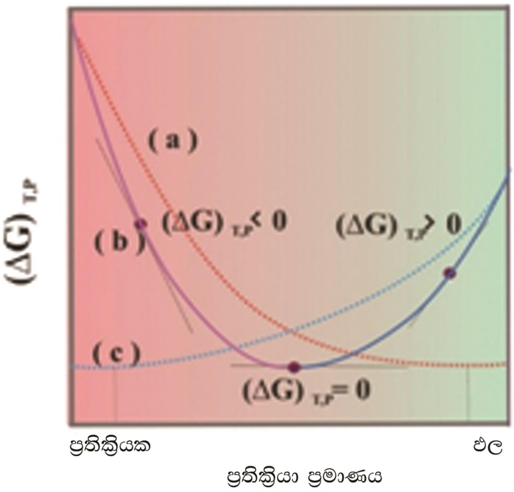
K (K_c හෝ වායු කලාප ප්‍රතික්‍රියාවලට අදාළ K_p) 1ට වඩා බෙහෙවින් වැඩි නම් (එනම්, $K >>> 1$), සමතුලිතතාව දකුණට බර වන අතර ඵල සෑදීමට හිතකර වේ. එනම්, ඵල සාන්ද්‍රණය, ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණයට වඩා ඉහළ වේ. මීට විලෝම ලෙස, සමතුලිතතා නියතය 1ට වඩා බොහෝ සෙයින් අඩු නම් ($K <<< 1$) සමතුලිතතාව වමට නැඹුරු වන අතර, ප්‍රතික්‍රියක සෑදීමට හිතකර වේ. එනම්, ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය, ඵල සාන්ද්‍රණයට වඩා වැඩි වෙයි. බොහෝ ප්‍රතික්‍රියාවල සමතුලිතතා නියතය 1000 හා 0.001 අතර වේ. ($10^3 \geq K \geq 10^{-3}$) මෙයින් පෙනී යන්නේ එය ඉතා විශාල හෝ ඉතා කුඩා හෝ නොවන බවයි. සමතුලිතතාවේ දී මේ පද්ධති ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයක් තබා ගැනීමට නැඹුරු වන අතර, මෙයින් පෙනී යන්නේ ප්‍රතික්‍රියකවලින් ඵල හෝ ඵලවලින් ප්‍රතික්‍රියක හෝ සෑදීමට දැඩි නැඹුරුවක් මේවායේ නැති බවයි.



2.4 රූපය K සමතුලිතතා නියමයෙහි විශාලත්වයට අනුකූලව ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රමාණය හා සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය නිරූපණය

2.4 රූපයෙන්, ප්‍රතික්‍රියක ⇌ ඵල ලෙස ලියනු ලබන පොදු ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිතතාවේ දී ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාපේක්ෂ සාන්ද්‍රණ හා K හි විශාලත්වය අතර සම්බන්ධතා සාරාංශ කර ඉදිරිපත් කෙරේ. $k_f >> k_r$, වන කල්හි ප්‍රතික්‍රියාවක චාලකය හා ඵලවල හා ප්‍රතික්‍රියකවල සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ අතර ඍජු සම්බන්ධතාවක් පවතින බැවින් K ඉහළ අගයක් ගන්නා අතර සමතුලිතතාවේ දී ඵලවල සාන්ද්‍රණය ප්‍රමුඛ වන්නේ ය. මෙය අවශ්‍යයෙන් ම අනුරූප වන්නේ අප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාවකට ය. විලෝම ලෙස $k_f << k_r$, වන විට K සංඛ්‍යාත්මකව ඉතා කුඩා වන අතර ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ඵල නොසෑදෙන තරම් ය. $k_f \approx k_r$ වන්නා වූ පද්ධතිවල සමතුලිතතාවේ දී ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල සැලකිය යුතු සාන්ද්‍රණයකින් පවතී. එනම්,

- $K_c > 10^3$ වේ නම් ප්‍රතික්‍රියකවලට වඩා ඵල ප්‍රමුඛ වේ. K_c ඉතා විශාල නම් ප්‍රතික්‍රියාව බොහෝ දුරට ම සම්පූර්ණත්වය කරා ගමන් කරයි.
- $K_c < 10^3$ වේ නම් ඵලවලට වඩා ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රමුඛ වේ. එය ඉතා කුඩා නම් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු නොවන තරම් ය.
- $10^3 \geq K_c \geq 10^{-3}$ නම් ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සැලකිය යුතු තරමේ සාන්ද්‍රණයක් පවතී.

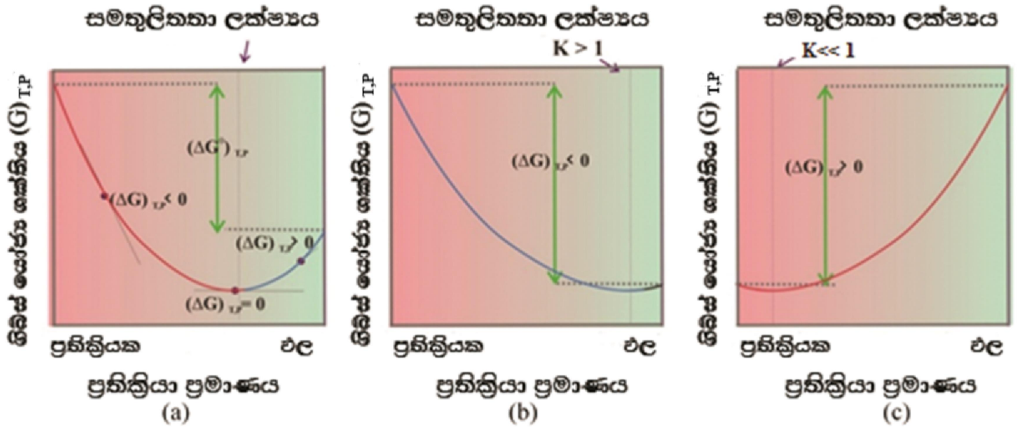


2.5 රූපය දෙන ලද උෂ්ණත්වයක් හා පීඩනයක් යටතේ සමතුලිතතාවේ දී අවම ගිබ්ස් ශ්‍රිතය වෙත යොමු වන ස්වයංසිද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවක නිරූපණය. ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගතියත් සමඟ ගිබ්ස් ශ්‍රිතයේ බෑවුම වෙනස් වේ. සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය ශුන්‍ය බෑවුමට අනුරූප ය.

සමතුලිතතා අවස්ථාව අවබෝධ කර ගැනීම පිණිස යොදා ගන්නා ලද 2.4 රූපය ආශ්‍රිත සරල විස්තරයට අමතරව, මේ සමතුලිතා සංකල්පය ප්‍රතික්‍රියාවක ස්වයංසිද්ධතාව පැහැදිලි කිරීම සඳහා 05 ඒකකයේ විස්තර කෙරෙන තාප රසායනය පිළිබඳ දැනුම ඇසුරෙන් තව දුරටත් තේරුම් ගත හැකි ය. 2.5 රූපයේ (a) වක්‍රය, සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය ඵල වෙතට සමීප වූ හා ගිබ්ස් ශක්ති වෙනස $(\Delta G)_{T,P} < 0$ වූ ප්‍රතික්‍රියාවක් සම්පූර්ණත්වය කරා යන බව පෙන්වයි. (b) වක්‍රයෙන් දැක්වෙන්නේ ප්‍රතික්‍රියක හා ඵලවල සැලකිය යුතු ප්‍රමාණ අඩංගු වන්නා වූ $(\Delta G)_{T,P} = 0$ වන සමතුලිත අවස්ථාවකි. (c) වක්‍රයෙන් දැක්වෙන්නේ $(\Delta G)_{T,P}>0$ වූ ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් වන අතර, මෙහි සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය ප්‍රතික්‍රියක වෙතට බර වේ.

සටහන: මෙහි $(\Delta G)_{T,P}$ යන්නෙන් අදහස් වන්නේ මවුල ප්‍රමාණ වෙනසට $(\Delta G)_{T,P}/\Delta n)$. යෝජ්‍ය ශක්ති වෙනසෙහි අගයයි. කෙසේ වුව ද දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක $(\Delta G)_{T,P} = \Delta H - T\,\Delta S$ යන්නෙන් සම්පූර්ණ ප්‍රතික්‍රියාවේ සම්මත යෝජ්‍ය ශක්ති වෙනස (ΔG_r^o) දැක්වේ. පොදුවේ දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී $\Delta G_r = \Delta G_r^o + RT\ \ln Q$ යන්නෙන් දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක ΔG_r දෙනු ලැබේ. සමතුලිතතාවේ දී $\Delta G_r = 0$ වන බව අපි දනිමු. මෙනයින් ඕනෑ ම ප්‍රතික්‍රියාවකට ඊට ම ලාක්ෂණික ΔG_r^o අගයක් ඇත. වෙනත් වචනවලින් පවසත හොත් දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී ප්‍රතික්‍රියාවක $\Delta G_r^o \neq 0$ හෙවත් $\Delta G_r^o = -RT\ln K$ වේ (මෙය හුදෙක් පැහැදිලි කිරීම සඳහා වන අතර, මේ සමීකරණය පිළිබඳ දැනුම අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) විභාගයේ දී පරීක්ෂා නො කෙරේ).

2.5 රූපය යටතේ ඇති විස්තරය, පහත 2.6 රූපයේ වක්‍ර තුනෙන් වැඩි දුරටත් විස්තර කළ හැකි ය. ඉන් ස්වයංසිද්ධ රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක, සම්පූර්ණත්වය කරා යන ප්‍රතික්‍රියාවක හා ඵල කරා කිසි සේත් නොයන ප්‍රතික්‍රියාවක ගිබ්ස් යෝජ්‍ය ශක්ති වෙනස වඩාත් හොඳින් පැහැදිලි කෙරේ.



2.6 රූපය **(a)** ස්වයංසිද්ධ නැඹුරුවකින් යුත් ප්‍රතික්‍රියාවක ගිබ්ස් යෝජ්‍ය ශක්තියේ විචලනය **(b)** සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය ඵලවලට තදාසන්න වූ හා සම්පූර්ණත්වය කරා යන ප්‍රතික්‍රියාවක් (K>1). **(c)** සම්පූර්ණත්වය කරා නොයන හෙවත් ඵල සෑදීමට නැඹුරුවක් නොදක්වන හා සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය ප්‍රතික්‍රියකවලට තදාසන්න වූ ප්‍රතික්‍රියාවක් (K << 1).

2.6 රූපයෙන් අපට පහත දැක්වෙන කරුණු පැහැදිලි වේ.
සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය හෙවත් ප්‍රතික්‍රියාවක් ඵලවලට හෝ ප්‍රතික්‍රියකවලට කොතරම් සමීප වන්නේ ද යන බව අර්ථ දැක්වෙන්නේ ΔG_r^θ හි සලකුණින් හා විශාලත්වයෙනි.

$\Delta G_r^\theta < 0$: ඵලවලට හිතකර ව සිදු වේ.

$\Delta G_r^\theta \approx 0$: ඵලවලට හෝ ප්‍රතික්‍රියකවලට හෝ හිතකර නොවේ. පද්ධතිය සමතුලිතතාවේ පවතී.

$\Delta G_r^\theta > 0$: ප්‍රතික්‍රියකවලට හිතකර වේ.

2.1.6 සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනය ලිවීමේ විවිධ ආකාර

රසායනික වශයෙන් එකිනෙකට සමාන වුව ද එකිනෙකට වෙනස් ආකාරවලින් සමීකරණයක් ලිවීම එකිනෙකට වෙනස් වූ සමතුලිතතා ප්‍රකාශන ලැබීමට ද සමතුලිතතා නියතයේ විශාලත්වය වෙනස් වීමට ද හේතු වේ. නිදසුනක් ලෙස K සමතුලිතතා නියතයෙන් යුත් $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ ප්‍රතික්‍රියාව $NO_2(g) \rightleftharpoons 1/2N_2O_4(g)$, යනුවෙන් ලියූ කල්හි එහි සමතුලිතතා නියතය K'' පහත දී ඇති ප්‍රකාශනයෙන් දැක්විය හැකි ය.

$$K = \frac{[N_2O_4(g)]}{[NO_2(g)]^2}$$

$$K'' = \frac{[N_2O_4(g)]^{1/2}}{[NO_2(g)]}$$

මෙහි K'' හා K අතර සම්බන්ධතාව $\boldsymbol{K'' = (K)^{1/2}}$ බව අපට පෙනේ. ස්කන්ධ ක්‍රියා නියමයට අනුව සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ එක් එක් සාන්ද්‍රණ පදය ඒවායේ ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණකයනට සමාන වූ බලයකට නැංවෙන්නේ ය. එබැවින් රසායනික සමීකරණයක් මුළුමනින් දෙගුණ කළ හොත් එහි සමතුලිතතා නියතය මුල් සමතුලිතතා නියතයේ වර්ගය වෙයි. එය තුන් ගුණ කළ හොත් එහි සමතුලිතතා නියතය මුල් සමතුලිතතා නියතයේ ඝනය ආදි වශයෙන් වෙයි.

පොදුවේ, තුලිත රසායනික සමීකරණයක සියලු සංගුණක ***n*** වලින් ගුණ කළ විට නව සමතුලිතතා නියතය වන්නේ මුල් සමතුලිතතා නියතයේ ***n*** වැනි බලයයි.

2.2 නිදසුන

800 K, දී $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ K සමතුලිතතා නියතය 0.25 වේ.

800 K දී $\frac{1}{2}N_2(g) + 3/2H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ K'' සමතුලිතතා නියතය කුමක් ද?

පිළිතුර

අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$K = \frac{[NH_{3(g)}]^2}{[N_{2(g)}][H_{2(g)}]^3}$$

$$K'' = \frac{[NH_{3(g)}]}{[N_{2(g)}]^{1/2}[H_{2(g)}]^{3/2}} = K^{1/2} = (0.25)^{\frac{1}{2}} = 0.50$$

2.1.7 වායුමය පද්ධතිවල සමතුලිතතා නියතය

මේ වන තුරු අප විසින් ප්‍රතික්‍රියාවල සමතුලිතතා නියතය ප්‍රකාශ කරන ලද්දේ ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල මවුලික සාන්ද්‍රණ ඇසුරෙනි. අප විසින් ඒ සඳහා යොදන ලද සංකේතය වන්නේ $\boldsymbol{K_c}$ ය. එහෙත් වායු සඳහා සමතුලිතතා නියතය ආංශික පීඩන ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කිරීම සාමාන්‍යයෙන් වඩාත් පහසු ය.

අප දන්නා පරිදි නියත උෂ්ණත්වයක දී වායුවක පීඩනය **(P),** P = (n/V) RT හෙවත් P = CRT යන ආකාරයෙන් වායුවේ සාන්ද්‍රණයට කෙළින් ම සම්බන්ධ වේ. එබැවින් $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ සමතුලිතතාව සඳහා අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\boldsymbol{K_p} = \frac{(P_{NO_{2(g)}})^2}{(P_{N_2O_{4(g)}})}$$

මෙහි $P_{NO_{2(g)}}$ හා $P_{N_2O_{4(g)}}$ යනු පිළිවෙළින් $NO_2(g)$ හා $N_2O_4(g)$ යන වායුවල සමතුලිතතා ආංශික පීඩන වේ. $\boldsymbol{K_p}$හි යටකුරින් සාන්ද්‍රණ, පීඩන ඇසුරෙන් ප්‍රකාශිත බව දක්වේ. ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල ආංශික පීඩන ඒවායේ **mol dm**$^{-3}$වලින් ප්‍රකාශිත සාන්ද්‍රණවලට සමාන නොවන බැවින් $\boldsymbol{K_c}$ හැම විට ම $\boldsymbol{K_p}$ ට සමාන නො වේ. නියත උෂ්ණත්වයක දී $\boldsymbol{K_p}$ හා $\boldsymbol{K_c}$ අතර සරල සම්බන්ධතාවක් පහත දක්වෙන පරිදි ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය. පළමුව අපි වායු කලාපයේ ඇති පහත දක්වෙන සමතුලිතතාව සලකා බලමුː

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යඃ

$$\boldsymbol{K_c} = \frac{[\mathrm{HI(g)}]^2}{[\mathrm{I_2(g)}]\ [\mathrm{H_2(g)}]}$$

$$\boldsymbol{K_p} = \frac{(P_{\mathrm{HI(g)}})^2}{(P_{\mathrm{H_2(g)}})\ (P_{\mathrm{I_2(g)}})}$$

P* = *CRT යෙදීමෙන්,

$P_{\mathrm{HI(g)}} = [\mathrm{HI(g)}]\,RT$, $P_{\mathrm{H_{2(g)}}} = [\mathrm{H_2(g)}]\,RT$ හා $P_{\mathrm{I_{2(g)}}} = [\mathrm{I_2(g)}]\,RT$ ඉහත සමීකරණයට ආදේශ කිරීමෙන්,

$$\boldsymbol{K_p} = \frac{(P_{\mathrm{HI(g)}})^2}{(P_{\mathrm{H_2(g)}})\,(P_{\mathrm{I_2(g)}})} = \frac{[\mathrm{HI(g)}]^2(RT)^2}{[\mathrm{I_2(g)}](RT)\ \ [\mathrm{H_2(g)}](RT)} = \frac{[\mathrm{HI(g)}]^2(RT)^{(2-2)}}{[\mathrm{I_2(g)}]\ \ [\mathrm{H_2(g)}]} = \boldsymbol{K_c}$$

මේ නිදසුනේ $\boldsymbol{K_p} = \boldsymbol{K_c}$ වේ. එනම්, සමතුලිතතා නියත දෙක ම සමාන වේ. එහෙත් මෙය හැම විට ම සිදු වන්නක් නො වේ. නිදසුනක් ලෙස $N_2(g) + 3H_2\ (g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ යන ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු. මෙහි,

$$K_c = \frac{[\mathrm{NH_3(g)}]^2}{[\mathrm{N_2(g)}]\ \ [\mathrm{H_2(g)}]^3} \text{ සහ } K_p = \frac{(P_{\mathrm{NH_3(g)}})^2}{(P_{\mathrm{N_2(g)}})\ \ (P_{\mathrm{H_2(g)}})^3}$$

වායුවල පරිපූර්ණ හැසිරීම උපකල්පනය කිරීමෙන්

$$K_p = \frac{[\mathrm{NH_3(g)}]^2(RT)^2}{[\mathrm{N_2(g)}](RT)[\mathrm{H_2(g)}]^3(RT)^3}$$

$$= \frac{[\mathrm{NH_3(g)}]^2(RT)^{(2-4)}}{[\mathrm{N_2(g)}][\mathrm{H_2(g)}]^3}$$

$$= \frac{[\mathrm{NH_3(g)}]^2(RT)^{(-2)}}{[\mathrm{N_2(g)}][\mathrm{H_2(g)}]^3}$$

මේ අනුව අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යඃ

$$K_p = K_c\,(RT)^{-2}$$

පූර්වෝක්ත නිදර්ශන දෙක ඇසුරෙන් අනාවරණය කර ගන්නා ලද කරුණු මත පිහිටා දැන් අපට $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$ යන පොදු වායු කලාප ප්‍රතික්‍රියාව සලකා බැලිය හැකි යඃ

$$K_c = \frac{[\mathrm{B(g)}]^b}{[\mathrm{A(g)}]^a} \text{ සහ } K_p = \frac{(P_{\mathrm{B(g)}})^b}{(P_{\mathrm{A(g)}})^a}$$

මෙහි P_A හා P_B යනු A හා Bවල ආංශික පීඩන වේ. T (K) උෂ්ණත්වයේ 89 K දී V පරිමාවෙන් යුත් සංවෘත, දෘඪ බඳුනක ඇතුළත් වායුවල පරිපූර්ණ හැසිරීම උපකල්පනය කිරීමෙන්

$P_AV = n_ART$ හා $P_BV = n_BRT$.

$\therefore P_A = C_ART$ හා $P_B = C_BRT$ හෙවත් $P_A = [A]RT$ හා $P_B = [B]RT$

මේ අනුව අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යඃ

$P_A = C_ART$ සහ $P_B = C_BRT$ හා C_A හා C_B mol dm^{-3} ලෙස ඉදිරිපත් කල විට,

$P_A = [A]RT$ සහ $P_B = [B]RT$ ඉහත K_p ප්‍රකාශනයට ආදේශයෙන්

$$K_p = \frac{([B]RT)^b}{([A]RT)^a} = \frac{[B]^b}{[A]^a}(RT)^{b-a} = K_c\,(RT)^{b-a}$$

$$= K_C(RT)^{\Delta n} \text{ මෙහි, } \Delta n = b - a$$

$$\boldsymbol{K_p = K_c(RT)^{\Delta n}}$$

මෙය සාරාංශ කොට,

$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$ යන සාධාරණ සමීකරණය සඳහා K_p හා K_c අතර සම්බන්ධතා මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\boldsymbol{K_p = K_c(RT)^{(c+d)-(a+b)} = K_c(RT)^{\Delta n}}$$

Δn = වායුමය ඵලවල මවුල ප්‍රමාණය – වායුමය ප්‍රතික්‍රියක මවුල ප්‍රමාණය

පොදුවේ ගත් විට, $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ වැනි $\Delta n = 0$. වන නිදසුන්වල හැර අන් ප්‍රතික්‍රියාවල $K_p \neq K_c$ වේ.

සටහනː සාමාන්‍යයෙන් අනුගමනය කෙරෙන පිළිවෙත වන්නේ සමතුලිතතා නියතය සඳහා ඒකක ඇතුළත් නොකිරීමයි. තාපගති විද්‍යාවෙහි K ඒකක රහිත රාශියක් සේ අර්ථ දැක්වෙන්නේ හැම සාන්ද්‍රණ (මවුලිකතාව) හා පීඩන (atm/Pa) පදයක් ම සම්මත අගයකට [1 mol dm^{-3} හෝ 1 atm/ 101325 Pa (~100 kPa)] දක්වන අනුපාතයක් සේ සැලකෙන බැවිනි. මේ පිළිවෙත නිසා හැම ඒකකයක් ම ඉවත් වන අතර සාන්ද්‍රණයේ හා පීඩනයේ සංඛ්‍යාත්මක කොටස වෙනස් නො කරයි. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස K ඒකකවලින් තොර වේ.

එසේ වුව ද හැම සාන්ද්‍රණ (මවුලිකතාව) පදයක් හා පීඩන (atm/Pa) පදයක් සම්මත අගයකට දක්වන අනුපාතයක් නොවන කල්හි සමතුලිතතා නියතයට අදාළ ඒකක එක් කළ යුතු ය.

ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සම්මත තත්ත්ව සුවිශේෂව ප්‍රකාශ කරන ලද කල්හි සමතුලිතතා නියත මාන රහිත රාශි ලෙස ද ප්‍රකාශ කළ හැකි ය. සංශුද්ධ වායුවක සම්මත තත්ත්වය 1 bar වේ. ($P^{\ominus}$ = 1 atm, 100 kPa). එබැවින් 400 kPa ක පීඩනයක් 400 kPa/100kPa = 4 ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි අතර එය මාන විරහිත සංඛ්‍යාවකි. ද්‍රාවණයක ඇති ද්‍රාව්‍යයක සම්මත අවස්ථාව ($C^{\ominus}$) 1.0 mol dm^{-3} වේ. සියලු සාන්ද්‍රණ ඊට සාපේක්ෂව ප්‍රකාශ කළ හැකි ය. සමතුලිතතා නියතයක සංඛ්‍යාත්මක අගය තෝරා ගන්නා ලද සම්මත අවස්ථාව මත රැඳී පවතී. සමතුලිතතා නියත, මාන/ ඒකක නැති රාශි සේ සැලකේ. මේ පොතෙහි සම්මත තත්ත්ව සඳහන් නොකෙරෙන කල්හි සාන්ද්‍රණ හා පීඩන ඒවාට අදාළ ඒකක සහිතව ම දක්වනු ලැබේ.

සාන්ද්‍රණ පද **mol dm^{-3}/ mol m^{-3}** ඒකක ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කර ආදේශ කිරීමෙන් K_c සමතුලිතතා නියතයේ අගය ගණනය කළ හැකි අතර ආංශික පීඩන **Pa, kPa, bar** හෝ **atm** ඒකකවලින් ආදේශ කිරීමෙන් K_p ගණනය කළ හැකි ය. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස හරයේ හා ලවයේ අදාළ බල එක ම නොවන කල්හි සමතුලිතතා නියතයේ ඒකක සාන්ද්‍රණය හා පීඩනය පදනම් කර ගනී.

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ K_c හා K_p ඒකකවලින් තොර ය.
$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ K_cහි ඒකක **mol dm^{-3}** හෝ **mol m^{-3}** වන අතර K_pහි ඒකක **Pa** වේ.

2.3 නිදසුන

1000 K දී, මෙතේන් වායුව හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් වායුව සමඟ පහත දැක්වෙන පරිදි ප්‍රතික්‍රියා කර කාබන් ඩයිසල්ෆයිඩ් හා හයිඩ්‍රජන් දෙයි.

$$CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$$

1000 K ඇති සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක CH_4හි ආංශික පීඩනය 0.20×10^5 Pa ද, H_2Sහි ආංශික පීඩනය 0.25×10^5 Pa ද, CS_2හි ආංශික පීඩනය 0.52×10^5 Pa ද, H_2හි ආංශික පීඩනය 0.10×10^5 Pa ද වේ නම් 1000 K දී K_P හා K_Cවල අගයන් මොනවා ද?

පිළිතුරු

$$K_p = \frac{(P_{H_2(g)})^4 (P_{CS_2(g)})}{(P_{CH_4(g)}) (P_{H_2S(g)})^2} = \frac{(0.1\ \text{Pa})^4 (0.52\ \text{Pa})}{(0.20\ \text{Pa})(0.25\ \text{Pa})^2} (1.0 \times 10^5)^2$$

$$= 4.2 \times 10^{-3} \times 10^{10}\ \text{Pa}^2 = 4.2 \times 10^7\ \text{Pa}^2$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 5 - 3 = 2$$

එබැවින්, $K_p = K_c (RT)^2$ හා $K_c = \frac{K_P}{(RT)^2}$

$$K_c = \frac{K_P}{(RT)^2} = \frac{4.2 \times 10^7\ \text{Pa}^2}{(8.314\ \text{J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 1000\ \text{K})^2} = \frac{4.2 \times 10^7 (10^{-3}\ \text{J dm}^{-3})^2}{(8314\ \text{J mol}^{-1})^2}$$

$$= 6 \times 10^{-7}\ \text{mol}^2\ \text{dm}^{-6}$$

කෙසේ වුව ද සම්මත පීඩනය P^θ, 1 atm හෙවත් 1.0×10^5 Pa, වන කල්හි හා ආංශික පීඩන P/P^θ ලෙස අර්ථ දැක්වෙන කල්හි,

$$K_p = \frac{\left(\frac{P_{H_2(g)}}{P^\theta}\right)^4 \left(\frac{P_{CS_2(g)}}{P^\theta}\right)}{\left(\frac{P_{CH_4(g)}}{P^\theta}\right) \left(\frac{P_{H_2S(g)}}{P^\theta}\right)^2} = \frac{(0.1)^4 (0.52)}{(0.20)(0.25)^2} = 4.2 \times 10^{-3}$$

සමජාතීය සමතුලිතතාවකට තවත් උදාහරණයක් ලෙස ජලයේ දී ඇසිටික් අම්ලයේ අයනීකරණය සලකන්න.

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

සමතුලිතතා නියතය; $K'_c = \frac{[CH_3COO^-(aq)]\ [H_3O^+(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]\ [H_2O(l)]}$

මෙහි ද්‍රව ජලය ($H_2O(l)$) ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා මාධ්‍යයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. ජලය 1 dm^{3}ක (ජලය 1 Lක, හෙවත් 1000 cm^{3}ක) ජලය මවුල 1000 g/(18 g mol^{-1})ක් හෙවත් 55.5ක් අඩංගු වේ. එබැවින් ජලයේ 'සාන්ද්‍රණය' හෙවත් [$H_2O(l)$] 55.5 mol dm^{-3} වේ. මෙය ද්‍රාවණයේ අඩංගු අනෙකුත් විශේෂවල සාන්ද්‍රණයට (සාමාන්‍යයෙන් 1 mol dm^{-3} හෝ ඊට අඩු) සාපේක්ෂව විශාල අගයකි. එබැවින් එය ප්‍රතික්‍රියාව ඇතුළත දී සැලකිය යුතු පමණින් වෙනස් නොවේ යැයි

උපකල්පනය කළ හැකි ය. මේ නිසා අපට $[H_2O(l)]$ නියතයක් සේ ගත හැකි අතර, සමතුලිතතා නියතය K_c මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

$$K_c = \frac{[CH_3COO^-(aq)]\ \ [H_3O^+(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]}$$

මෙහි, $K_c = K_c^{`}\ [H_2O(l)]$

2.1.8 විෂමජාතීය සමතුලිතතා

එක කලාපයකට වඩා වැඩියෙන් ඇතුළත් පද්ධතිවල සමතුලිතතාවලට විෂමජාතීය සමතුලිතතා යැයි කියනු ලැබේ. සංවෘත බඳුනක් තුළ ද්‍රව ජලය හා ජල වාෂ්ප අතර සමතුලිතතාව විෂමජාතීය සමතුලිතතාවකට උදාහරණයකි.

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$$

මේ නිදසුනෙහි වායු කලාපයක් හා ද්‍රව කලාපයක් වේ. එසේ ම, ඝනයක් හා එහි සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයක් අතර ඇති සමතුලිතතාව ද විෂමජාතීය සමතුලිතතාවකි.

$$Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

බොහෝ විට විෂමජාතීය සමතුලිතතාවලට සංශුද්ධ ඝන හෝ ද්‍රව සම්බන්ධ වේ. සංශුද්ධ ඝනවල හා ද්‍රවවල මවුලික සාන්ද්‍රණ නියත වන බැවින් (එනම්: පවත්නා ප්‍රමාණයෙන් ස්වායත්ත බැවින්) සංශුද්ධ ඝන හා ද්‍රව අන්තර්ගත විෂමජාතීය සමතුලිතතාවල සමතුලිතතා ප්‍රකාශන සරල කළ හැකි ය. විෂමජාතීය රසායනික සමතුලිතතාවකට උදාහරණයක් ලෙස කැල්සියම් කාබනේට්වල තාප වියෝජනය සලකමු.

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

ස්ටොයිකියොමිතික සමීකරණයට අනුව අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$K_c' = \frac{[CaO(s)][CO_2(g)]}{[CaCO_3(s)]}$$

සාමාන්‍යයෙන් සංශුද්ධ ඝනවල හා ද්‍රවවල මවුලික සාන්ද්‍රණ උෂ්ණත්වය සමඟ විශාල ලෙස වෙනස් නොවන බැවින් ඒවායේ සාන්ද්‍රණ නියත සේ සලකනු ලැබේ. මෙයින් අපට සංශුද්ධ ඝන හා ද්‍රව ඇතුළත් වන සමතුලිතතා ප්‍රකාශන වඩාත් සරල බවට පත් කිරීමට අවකාශ ලැබේ. සංශුද්ධ ඝනවල හා ද්‍රවවල සම්මත තත්ත්ව වන්නේ 100 kPa/1atm දී ස්ථායිව පවත්නා ආකාරයන් ය. මේවාට 1ක සක්‍රියතාවක් (සඵල ස්කන්ධයක්) පවරනු ලැබේ. එනම්, ඝනයක ඝනත්වය සේ ම එහි සාන්ද්‍රණය ද සටනා ගුණයක් වන අතර ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රමාණය මත රඳා නොපවතී.

උක්ත නිදසුනෙහි $[CaCO_3(s)]$ හා $[CaO(s)]$ යන දෙක ම නියත බැවින් කැල්සියම් කාබනේට්වල තාප වියෝජනය සඳහා විකාශිත සමතුලිතතා නියතය මෙසේ යː

$$K_c = [CO_2(g)],$$

මෙහි,

$K_c = K_c' \ \frac{[CaCO_3(s)]}{[CaO(s)]}$ යන්න නියතයක් වේ.

එසේ ම, $K_p = P_{CO_2(g)}$

ද්‍රාවණ තුළ සිදු කෙරෙන ප්‍රතික්‍රියාවල දී, ප්‍රතික්‍රියාවේ තුලිත සමීකරණයට ද්‍රාවකය ඇතුළත් කෙරෙන අවස්ථාවල දී පවා ද්‍රාවකයේ සාන්ද්‍රණය සමතුලිතතා ප්‍රකාශනයෙන් බැහැර කෙරේ. දර්ශීය වශයෙන් ද්‍රාවකයේ සාන්ද්‍රණය ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණයට වඩා බෙහෙවින් ඉහළ ය (සංශුද්ධ ජලයේ එය 55.5 mol dm^{-3} වන බව හා එතනෝල්වල එය 17 mol dm^{-3} වන බව සිහිපත් කරන්න). මේ හේතුවෙන් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී ද්‍රාවක අවශ්‍යයෙන් ම නියතව පවතින අතර, එනයින් ද්‍රාවකය සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යයක් සේ සලකනු ලැබේ. ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයෙහි ඇතුළත් වන්නේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී සැලකිය යුතු ලෙස සාන්ද්‍රණය වෙනස් වීමට භාජන වන විශේෂ පමණි.

පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු:

$$Hg(l) + Hg^{2+}(aq) \rightleftharpoons Hg_2^{2+}(aq)$$

$$K_c' = \frac{[Hg_2^{2+}(aq)]}{[Hg^{2+}(aq)][Hg(l)]}$$

එය මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$K_c = \frac{[Hg_2^{2+}(aq)]}{[Hg^{2+}(aq)]} \text{ මෙහි } K_c = K_c'[Hg(l)] \text{වේ.}$$

මෙහි ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල අතුරින් කිසිවක් වායු කලාපයේ නොපවතින බැවින් මෙයට $\boldsymbol{K_p}$ සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලිවීම අනුචිත ය.

සංක්ෂිප්තව දක්වන කල්හි, විෂමජාතීය සමතුලිතතා පද්ධතිවල සමතුලිතතාවේ පැවැත්ම සඳහා සංශුද්ධ ඝන හෝ ද්‍රව පැවතිය යුතු ය. එහෙත් ඒවායේ සාන්ද්‍රණ හෝ අංශික පීඩන හෝ සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයට ඇතුළත් නො වේ. පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාවේ ඝන ප්‍රතික්‍රියකයක් පවතින නමුත් ඝන ද්‍රව ජලය නිපදවෙන අතර, ඒ එකක් වත් සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයෙහි ඇතුළත් නො වේ.

$$Ag_2O(s) + 2HNO_3(aq) \rightleftharpoons 2AgNO_3(aq) + H_2O(l)$$

$$K_C = \frac{[AgNO_3(aq)]^2}{[HNO_3(aq)]^2}$$

සටහන: සමතුලිතතාව වෙත ළඟා වීම පිණිස සෑහෙන ප්‍රමාණවලින් පවත්නා කල්හි, ප්‍රතික්‍රියාවල දී සංශුද්ධ ඝන, ද්‍රව හා ද්‍රාවකවල සාන්ද්‍රණ සැලකිය යුතු තරමින් වෙනස් නොවන නිසා ඒවා සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනවල අඩංගු නො වේ.

2.1.9 බහුපියවර ප්‍රතික්‍රියා සඳහා සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශන

පෙර අධ්‍යයනය නොකළ, නැත හොත් අපේක්ෂිත ප්‍රතික්‍රියාව පියවර කිහිපයකින් සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිතතා නියතය දැන ගැනීම ද වැදගත් ය. එබඳු අවස්ථාවල සැලකිල්ලට පාත්‍ර වන ප්‍රතික්‍රියාව බොහෝ විට දන්නා සමතුලිතතා නියතවලින් යුත් වෙනත් ප්‍රතික්‍රියා කිහිපයක එකතුවක් ලෙස ලිවිය හැකි ය. එමගින් අනෙකුත් ප්‍රතික්‍රියාවල දෙන ලද නැත හොත් වගු ගත සමතුලිතතා නියතවල අගයන් ඇසුරෙන් අදාළ ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය ගණනය කළ හැකි ය.

නිදසුනක් ලෙස A + B ⇌ E + F පද්ධතිය සලකමු. මෙහි පළමු ප්‍රතික්‍රියාවේ ඵල වන C හා D තව දුරටත් ප්‍රතික්‍රියා කර E හා F ඵල සාදයි. සමතුලිතතාවේ දී අපට පහත දැක්වෙන පරිදි ප්‍රතික්‍රියා දෙකක් සඳහා වෙන් වෙන් සමතුලිතතා නියත දෙකක් ලිවිය හැකි ය.

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$
$$C + D \rightleftharpoons E + F$$
$$K_c' = \frac{[C][D]}{[A][B]} \text{ සහ } K_c'' = \frac{[E][F]}{[C][D]}$$

ප්‍රතික්‍රියා දෙකෙහි එකතුවෙන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලැබෙන බව අපට පෙනේ. එබැවින්,

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$
$$C + D \rightleftharpoons E + F \quad +$$
$$\overline{A + B \rightleftharpoons E + F}$$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය,

$$K_c = \frac{[E][F]}{[A][B]}$$

K_c සඳහා වූ ප්‍රකාශනය K_c' හා K_c''හි ගුණිතය වේ.

$$K_c'K_c'' = \frac{[C][D]}{[A][B]} \times \frac{[E][F]}{[C][D]} = \frac{[E][F]}{[A][B]}$$

එබැවින්,

$$K_c = K_c'K_c''$$

සටහන: යම් ප්‍රතික්‍රියාවක් ප්‍රතික්‍රියා දෙකක හෝ වැඩි ගණනක එකතුවක් ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි නම්, සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය ඒ ඒ ප්‍රතික්‍රියාවල සමතුලිතතා නියතයන්ගේ ගුණිතයෙන් දෙනු ලැබේ.

නිදසුනක් ලෙස, 100 °C දී NO_2 වායුව දෙමින් N_2 හා O_2 වායු අතර සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු. මේ ප්‍රතික්‍රියා සාමාන්‍යයෙන් සිදු වන්නේ වෙන් වෙන් පියවර දෙකකිනි. පළමු ප්‍රතික්‍රියාවේ දී (I), N_2 වායුව O_2 වායුව හා ප්‍රතික්‍රියා කර NO වායුව දෙයි. (II) ප්‍රතික්‍රියාවේ දී මෙසේ නිපදුණු NO වායුව O_2 වායුව හා තව දුරටත් ප්‍රතික්‍රියා කර NO_2 වායුව දෙයි. තව ද සාන්ද්‍රණ සම්මත මවුලිකතාවට ($C^{\ominus} = 1.0 \text{ mol dm}^{-3}$) සාපේක්ෂව ප්‍රකාශ කරන ලදැයි සිතමු.

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) : \quad K_c' = 2.0 \times 10^{-25} \text{ ......(I)}$$
$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g) : \quad K_c'' = 6.4 \times 10^{9} \text{ ......(II)}$$

(I) හා (II) ප්‍රතික්‍රියා එකතු කිරීමෙන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලැබේ.

$$N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g) \; K_c = ?$$

$$K_c' = \frac{[NO(g)]^2}{[N_2(g)][O_2(g)]} = 2.0 \times 10^{-25} \text{ හා } K_c'' = \frac{[NO_2(g)]^2}{[NO(g)]^2[O_2(g)]} = 6.4 \times 10^9$$

$$K_c' \times K_c'' = \frac{[NO(g)]^2}{[N_2(g)][O_2(g)]} \times \frac{[NO_2(g)]^2}{[NO(g)]^2[O_2(g)]} = \frac{[NO_2(g)]^2}{[O_2(g)]^2[N_2(g)]} = K_c$$

එබැවින්, $K_c = K'_c \times K''_c = (2.0 \times 10^{-2})(6.4 \times 10^{9}) = 1.28 \times 10^{-15}$

සටහන: 11 ඒකකය යටතේ විස්තර කරන ලද පරිදි බහුපියවර ප්‍රතික්‍රියාවල සමතුලිතතා නියත අතර සම්බන්ධතාව චාලක රසායන විද්‍යාවේ මූලධර්ම ඇසුරෙන් ද අවබෝධ කළ හැකි ය.

ඉහත නිදසුන් කර ගත් $A + B \rightleftharpoons E + F$ ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු.
එකී ප්‍රතික්‍රියාව මූලික පියවර දෙකකින් යුත් යන්ත්‍රණයක් ඔස්සේ සිදු වෙතැයි සිතමු.

$$A + B \underset{k`_r}{\overset{k`_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

$$C + D \underset{k''_r}{\overset{k''_f}{\rightleftharpoons}} E + F$$

එය මෙසේ ලිවිය හැකි ය: $K`_c = \frac{k`_f}{k`_r} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$ හා $K''_c = \frac{k''_f}{k''_r} = \frac{[E][F]}{[C][D]}$

$$K`_c K''_c = \frac{k`_f}{k`_r} \times \frac{k''_f}{k''_r} = \frac{[C][D]}{[A][B]} \times \frac{[E][F]}{[C][D]} = \frac{[E][F]}{[A][B]} = K_c$$

මතක තබා ගත යුතු ප්‍රධාන කරුණු පහත සාරාංශ කෙරේ:

- සමතුලිතතා නියතය, නියතයක් වන්නේ දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී ය. නැත හොත් එය උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතී.
- ප්‍රතික්‍රියා කරන ප්‍රභේද සනීභූත කලාපයේ පවතින විට ඒවායේ සාන්ද්‍රණ **mol dm^{-3}** ඒකකවලින් ප්‍රකාශ කෙරේ. වායු කලාපයේ දී **mol dm^{-3}** හෝ Pa/ atm ඒකකවලින් සමීකරණයෙන් K_c හා K_p සම්බන්ධ වේ.

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

  - සංශුද්ධ ඝනවල, සංශුද්ධ ද්‍රවවල (විෂමජාතීය සමතුලිතතාවල) හා ද්‍රාවකවල (සමජාතීය සමතුලිතතාවල) සාන්ද්‍රණ සමතුලිතතා ප්‍රකාශනයේ ඇතුළත් නොවේ.
  - සම්මත තත්ත්වය භාවිත කෙරෙන විට සමතුලිතතා නියතය (K_c හෝ K_p) මාන රහිත රාශියකි.
  - සමතුලිතතා නියතය සඳහා අගයක් දක්වන විට, තුලිත සමීකරණය හා උෂ්ණත්වය සුවිශේෂව සඳහන් කළ යුතු ය.
  - යම් ප්‍රතික්‍රියාවක් ප්‍රතික්‍රියා දෙකක හෝ වැඩි ගණනක එකතුවක් ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි නම්, සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය එක් එක් ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතවල ගුණිතයෙන් දෙනු ලැබේ.
  - Kවල අගය, සමතුලිතතා සමීකරණය කෙසේ තුලිත කෙරේ ද යන්න මත රැඳී පවතී. ස්කන්ධ ක්‍රියා නියමයට අනුව සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ එක් එක් සාන්ද්‍රණ පදය එහි ස්ටොයිකියොමිතික සංගුණකයට සමාන වූ බලයට නංවනු ලැබේ. එබැවින් ඔබ රසායනික සමීකරණයක් සමස්ත වශයෙන් දෙගුණ කළෙහි නම් අනුරූප සමතුලිතතා නියතය මුල් සමීකරණයේ සමතුලිතතා නියතයෙහි වර්ගය වේ; එය තෙගුණ කරන ලද්දේ නම් සමතුලිතතා නියතය මුල් අගයෙහි ඝනය වේ ආදි වශයෙනි. පොදුවේ

සැලකූ විට, තුලිත රසායනික සමීකරණයක සියලු සංගුණක **n**වලින් ගුණ කළ විට, නව සමතුලිතතා නියතය, ***n*** බලයට නංවන ලද මුල් සමතුලිතා නියතය වෙයි.

2.1.10 ප්‍රතික්‍රියාවක දිශාව පෙරයීම හා සමතුලිතතා නියතය පදනම් වූ ගණනය කිරීම්

දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිතතා නියතය දන්නා සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණවලින් ගණනය කළ හැකි බව අපි දුටුවෙමු. උෂ්ණත්වය නොවෙනස්ව පවතී නම් පමණක්, සමතුලිතතා නියතය හා ආරම්භක සාන්ද්‍රණ දුන් විට ද්‍රව්‍ය එකක හෝ වැඩි ගණනක සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ අපට ගණනය කළ හැකි ය. පොදුවේ සමතුලිතතා නියතයේ විශාලත්වය, සමතුලිතතාව කරා එළඹෙනු පිණිස ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයක් ගමන් කරන දිශාව පුරෝකථනය කිරීමටත්, සමතුලිතතාව කරා ළඟා වූ පසු ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ ගණනය කිරීමටත් අපට උපකාරී වේ. මේ කොටසේ දී සමතුලිතතා නියතයේ මෙකී ප්‍රයෝජන ගවේෂණය කෙරේ.

ප්‍රතික්‍රියාවක දිශාව පෙරයීම

ඕනෑ ම අවස්ථාවක දී දෙන ලද ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වන්නා වූ දිශාව පෙරයීමට සමතුලිතතා නියතය අපට උපකාරී වේ. මේ කාර්යය සඳහා අපි සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණ ආදේශ කරමින් ප්‍රතික්‍රියාවේ $\boldsymbol{Q}$ හෙවත් ප්‍රතික්‍රියා ලබ්ධිය නම් වූ රාශියක් ගණනය කරමු. $\boldsymbol{Q}$ සාධකය (මවුලික සාන්ද්‍රණවල දී $\boldsymbol{Q}_C$ හා ආංශික පීඩනවල දී $\boldsymbol{Q}_p$) අර්ථදැක්වෙනුයේ $\boldsymbol{K}_c$ සමතුලිතතා නියතය අර්ථ දක්වනු ලබන ආකාරයට ම ය. වෙනසකට ඇත්තේ $\boldsymbol{Q}_C$ හි සාන්ද්‍රණ අවශ්‍යයෙන් ම සමතුලිතතා අගයක් නොවීම ය.

$$\mathrm{aA} + \mathrm{bB} \rightleftharpoons \mathrm{cC} + \mathrm{dD}$$

යන සාධාරණ ප්‍රතික්‍රියාවේ,

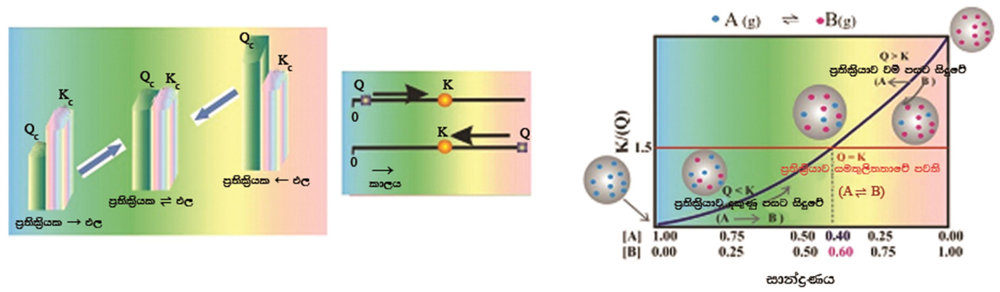
$$Q_c = \frac{[\mathrm{C}]_t^{\mathrm{c}}[\mathrm{D}]_t^{\mathrm{d}}}{[\mathrm{A}]_t^{\mathrm{a}}[\mathrm{B}]_t^{\mathrm{b}}}$$

මෙහි $\boldsymbol{t}$ යන යටකුරෙන් අදහස් කෙරෙන්නේ සාන්ද්‍රණ $\boldsymbol{t}$ නම් වූ අභිමත කාලයක දී මනිනු ලබන බවත් එය අවශ්‍යයෙන් ම සමතුලිත අවස්ථාව නොවන බවත් ය. $\boldsymbol{Q}$ යන ප්‍රතික්‍රියා ලබ්ධිය ප්‍රයෝජනවත් වන්නේ Q_c හා K_c අගයන් සංසන්දනය කිරීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාවේ දිශාව පෙරයිය හැකි බැවිනි. Q_c, K_cට වඩා අඩු නම් $(Q_c < K_c)$ ප්‍රතික්‍රියක, ඵල බවට පරිවර්තනය කිරීමෙන් සමතුලිතතා කරා වන ගමන වැඩි කෙරේ. (එනම්, ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව වමෙන් දකුණට ගමන් කරයි). Q_c , K_c ට වඩා වැඩි නම් $(Q_c > K_c)$ ඵල, ප්‍රතික්‍රියක බවට පරිවර්තනය වීමෙන් සමතුලිතතාව කරා වන ගමන අඩු කෙරේ (එනම් ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව දකුණෙන් වමට ගමන් කරයි) Q_c , K_c ට සමාන නම් ($Q_c = K_c$, මිශ්‍රණය සමතුලිතතාවේ පවතින අතර ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු නොවේ. එහෙයින් ප්‍රතික්‍රියාවේ දිශාව සම්බන්ධ ව අපට පහත දැක්වෙන සාමාන්‍යකරණ ගොඩනැගිය හැකි ය.

- $Q_c > K_c$: ඵලවල ආරම්භක සාන්ද්‍රණවලට ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණ දක්වන අනුපාතය පමණට වඩා වැඩි ය. සමතුලිතතාව කරා එළඹීමට නම් ඵල, ප්‍රතික්‍රියක බවට පරිවර්තනය විය යුතු ය. සමතුලිතතාව කරා ළඟා වීම පිණිස පද්ධතිය දකුණෙන් වමට (ඵල වැය කරමින් ද ප්‍රතික්‍රියක සාදමින් ද) ගමන් කරයි.

- $Q_c = K_c$: ආරම්භක සාන්ද්‍රණ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ වේ. පද්ධතිය සමතුලිතතාවෙහි වේ.
- $Q_c < K_c$: ඵලවල ආරම්භක සාන්ද්‍රණවලට ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණ දක්වන අනුපාතය පමණට වඩා අඩු ය. සමතුලිතතාව කරා එළඹීමට නම් ප්‍රතික්‍රියක, ඵල බවට පරිවර්තනය විය යුතු ය. සමතුලිතතාව කරා ළඟා වීම පිණිස පද්ධතිය වමෙන් දකුණට (ඵල සාදමින් හා ප්‍රතික්‍රියක වැය කරමින්) ගමන් කරයි.

මේ කරුණු 2.7 සංකල්ප රූපයෙන් පැහැදිලි කළ හැකි ය.



2.7 රූපය Kහි හා Qහි විශාලත්වය පැහැදිලි කිරීමේ විවිධ ආකෘති **(a)** K වල හා Q වල විශාලත්වය සසඳයි. **(b)** Q වල සාපේක්ෂ විශාලත්වය අනුව ප්‍රතික්‍රියාවක දිශාව නොහොත් සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය වෙනස් වීමට නැඹුරු වන්නේ කෙසේ දැයි දක්වයි. **(c)** වෙන් වෙන් ලක්ෂ්‍යවල දී ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයක සංයුතිය සංසන්දනය කරයි. මින් $Q = K = 1.5$ වන විට, ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ ප්‍රතික්‍රියක අණු හා ඵල අණු උචිත සංඛ්‍යාවලින් යුක්තව සමතුලිතතාවට එළඹ ඇති බව පෙන්නුම් කෙරේ.

2.4 නිදසුන

$2A \rightleftharpoons B + C$ ප්‍රතික්‍රියාවේ K_c හි අගය 2×10^{-3} වේ. දෙන ලද කාලයක දී ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ සංයුතිය $[A] = [B] = [C] = 3 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3} වේ. ප්‍රතික්‍රියාව කවර දිශාවකට සිදු වන්නේ ද?

පිළිතුර

ප්‍රතික්‍රියාවේ Q_c මෙසේ සෙවිය හැකි ය:

$$Q_c = \frac{[B][C]}{[A]^2} = (3 \times 10^{-4})(3 \times 10^{-4}) / (3 \times 10^{-4})^2 = 1$$

$Q_c > K_c$

එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාව ආපසු දිශාවට සිදු වේ.

2.5 නිදසුන

ඉහළ උෂ්ණත්වයක දී පහත දැක්වෙන පරිදි මෙතේන් වායුව, ජල වාෂ්ප සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් මොනොක්සයිඩ් දෙයි.

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$$

900 K දී ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය $K = 2.4 \times 10^{-4}$වේ. CH_4 මවුල 1.2×10^{-2}ක්, H_2O මවුල 8.0×10^{-3}ක්, CO මවුල 1.6×10^{-2}ක් හා H_2 මවුල 6.0×10^{-3}ක් 2.0 dm^3ක සංවෘත, දෘඪ ප්‍රතික්‍රියාකාරකයක තබා, 900 K දක්වා රත් කරන ලදි. මෙවිට ප්‍රතික්‍රියාව සමතුලිතතාවේ පවතී ද? නැත හොත් CO හා H_2 දෙමින් ඉදිරියට ගමන් කරයි ද? නොඑසේ නම් CH_4 හා H_2O දෙමින් ආපසු දිහාවට සිදු වේ ද?

පිළිතුර

පළමුව අපි පවතින ද්‍රව්‍යවල සාන්ද්‍රණ සොයමු.

නිදසුනක් ලෙස මෙතේන් මවුල 1.2×10^{-2}ක් 2.0 dm^3 බඳුනක අඩංගු වේ.

$\therefore [CH_4(g)] = 1.2 \times 10^{-2}\ mol/\ 2.0\ dm^3 = 6.0 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$

එසේ ම, $[H_2O(g)] = 4.0 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$, $[CO(g)] = 8.0 \times 10^{-3} mol\ dm^{-3}$, හා $[H_2(g)] = 3.0 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$.

$$Q_c = \frac{[CO(g)][H_2(g)]^3}{[CH_4(g)][H_2O(g)]}$$

$$= \frac{(8 \times 10^{-3})\ (3 \times 10^{-3})^3}{(6 \times 10^{-3})(4 \times 10^{-3})}$$

$$= 9.0 \times 10^{-6}$$

$$Q_c < K\ (2.4 \times 10^{-4})$$

මේ අනුව ඵලවල සාන්ද්‍රණයට ප්‍රතික්‍රියකවල සාන්ද්‍රණයේ අනුපාතය සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක අනුපාතයට වඩා අඩු ය. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාව ලියා ඇති පරිදි H_2O හා CH_4 වායු ප්‍රතික්‍රියා කරමින් H_2 හා CO සාදමින් ප්‍රතික්‍රියාව දකුණට සිදු වේ.

2.6 නිදසුන

N_2 1.5 mol ක, H_2 2.0 mol ක හා NH_3 8.0 mol ක මිශ්‍රණයක් 500 K ක ඇති 20.0 dm^3 ක සංවෘත, දෘඪ බඳුනක් තුළට ඇතුළු කරනු ලැබේ. මේ උෂ්ණත්වයේ දී $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය 1.7×10^2 වේ. ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණය සමතුලිතතාවේ පවතී ද? එසේ නොවේ නම් ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවේ දිශාව කුමක් ද?

පිළිතුර

$[N_2(g)] = \frac{1.5 \text{ mol}}{20 \text{ dm}^3} = 7.5 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ එසේ ම, $[H_2(g)] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$,

$[NH_3(g)] = 4.0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ මේ සාන්ද්‍රණ Q ප්‍රකාශනයේ ආදේශ කිරීමෙන්

$$Q_c = \frac{[NH_{3(g)}]^2}{[N_{2(g)}][H_{2(g)}]^3} = \frac{(4 \times 10^{-1})^2}{(7.5 \times 10^{-2})(1.0 \times 10^{-1})^3}$$

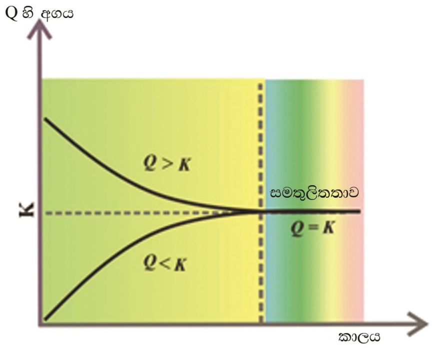
$$= 2.1 \times 10^4$$

Q_c, K_c, ට සමාන නොවන බැවින් ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණය සමතුලිතතාවේ නැත.

$$Q_c > K_c$$

$Q_c = K_c$ වන තෙක් NH_3 සාන්ද්‍රණය අඩු කරමින් හා N_2 හා H_2 සාන්ද්‍රණ වැඩි කරමින් ප්‍රතික්‍රියාව දකුණේ සිට වමට සිදු වනු ඇත.

පූර්වෝක්ත නිදර්ශනවලින් ලද දැනුම මත පිහිටා, 2.8 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි අපට කාලය සමඟ Q_c විචලනය වන ආකාරය සරලව පහදා දිය හැකි ය.



2.8 රූපය කාලයත් සමඟ Q විචලනය වීම: ආරම්භක Q, K ට වඩා අඩු නම් එය ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවට හිතකර ලෙස කාලයත් සමඟ වැඩි වේ; එය K ට වඩා වැඩි නම් එය ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවට හිතකර ලෙස කාලයත් සමඟ අඩු වේ. $Q = K$ තත්ත්වය එළඹෙන තෙක් මෙය සිදු වනු ඇත.

2.5 හා 2.8 රූපසටහන් අනුසාරයෙන් අපට පහත දැක්වෙන කරුණු ප්‍රකාශ කළ හැකි යː

සමතුලිතතාවට පෙර $\Delta G < 0$ හා $Q < K$ වේ. ප්‍රතික්‍රියාව ඉදිරි දිශාවට ස්වයංසිද්ධව සිදු වේ.

සමතුලිතතාවේ දී $\Delta G = 0$ හා $Q = K$ වේ.

සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යයට ඔබ්බෙහි දී $\Delta G > 0$ හා $Q > K$ වේ. ආපසු දිශාවට ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ වේ.

සටහන: පද්ධතියක් සමතුලිතතාවේ තිබේ දැයි නිර්ණය කිරීමට හා එසේ නොවේ නම් ප්‍රතික්‍රියාවේ දිශාව පුරෝකථනය කිරීමට (Q) සාධකය භාවිතා වේ.

2.1.11 සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ගණනය කිරීම

ආරම්භක සාන්ද්‍රණ දන්නා, එහෙත් සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ කිසිවක් නොදන්නා ගැටලුවක දී පහත දී ඇති පියවර තුන අනුගමනය කළ යුතු වේ:

1 පියවර. ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා තුලිත සමීකරණය ලියන්න.

2 පියවර. තුලිත සමීකරණය යටතේ ප්‍රතික්‍රියාවට සහභාගි වන ද්‍රව්‍යවල පහත දැක්වෙන දෑ සඳහා වගුවක් පිළියෙල කරන්න.

(a) ආරම්භක සාන්ද්‍රණය

(b) සමතුලිතතාවට එළඹීමේ දී සාන්ද්‍රණයේ සිදු වන වෙනස (x)

(c) සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ

වගුව ගොඩනැඟීමේ දී, සමතුලිතතාව වෙත එළඹෙන කල්හි ප්‍රතික්‍රියා කරන්නා වූ එක් ද්‍රව්‍යයක සාන්ද්‍රණය mol dm^{-3}) x ලෙස හෝ විඝටන ප්‍රමාණය (α) ලෙස හෝ අර්ථ දක්වන්න. අනතුරුව අනෙකුත් ද්‍රව්‍යවල සාන්ද්‍රණ x ඇසුරෙන් නිර්ණය කරනු පිණිස ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියොමිතිය භාවිත කරන්න.

3 පියවර. සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ, ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා ප්‍රකාශනයට ආදේශ කර x සඳහා විසඳුම ලබා ගන්න. ඔබට වර්ග සමීකරණයෙන් විසඳීමට සිදු වුව හොත් රසායන විද්‍යා දැනුම මූලික වූ ගණිතමය විසඳුම වෙත යන්න. ගණනය කරන ලද x අගය භාවිතා කර සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ගණනය කරන්න.

2.7 නිදසුන

800 K දී හයිඩ්‍රජන් වායුව හා අයඩින් වාෂ්පය අතර ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය K_c 64.0 වේ.

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

800 K දී10.0 dm^3ක සංවෘත, දෘඪ ප්‍රතික්‍රියා බඳුනක් තුළ හයිඩ්‍රජන් 1.00 mol, $H_2(g)$ක් අයඩීන් 1.00 molක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා වීමට හැරිය විට සමතුලිතතාවේ දී හයිඩ්‍රජන්වල, අයඩීන්වල හා හයිඩ්‍රජන් අයඩයිඩ්වල සාන්ද්‍රණ මොනවා ද? මවුලවලින් සමතුලිතතා මිශ්‍රණයේ සංයුතිය කුමක් ද?

පිළිතුර

ආරම්භක සාන්ද්‍රණ, $[H_2(g)] = [I_2(g)] = 1.00 \text{ mol}/10.0 \text{ dm}^3$

$= 0.10 \text{ mol dm}^{-3}$.

පහසුව තකා ප්‍රතික්‍රියා කරන හයිඩ්‍රජන් සාන්ද්‍රණය (mol dm^{-3}) x නම් නොදන්නා පදය ලෙස අර්ථ දක්වන්න. ප්‍රතික්‍රියාවේ තුලිත සමීකරණයට අනුව x mol dm^{-3}, $I_2(g)$ x mol dm^{-3} හා ප්‍රතික්‍රියා කර HI(g) $2x$ mol dm^{-3} දෙයි. මෙය $H_2(g)$ හා $I_2(g)$ හි ආරම්භක සාන්ද්‍රණ 0.10 mol dm^{-3} සිට (0.10 - x) mol dm^{-3} සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය දක්වා අඩු කරයි.

මේ කරුණු තුලිත සමීකරණය යටතේ මෙසේ සම්පිණ්ඩනය කළ හැකි ය.

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	⇌	$2HI(g)$
ආරම්භක/ $mol\ dm^{-3}$	0.1		0.1		0
වෙනස/ $mol\ dm^{-3}$	$-x$		$-x$		$+2x$
සමතුලිතතාවේ දී/ $mol\ dm^{-3}$	$(0.10 - x)$		$(0.10 - x)$		$2x$

සමතුලිතතා නියතය, $K_c = \dfrac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]}$

අගයයන් ආදේශයෙන්; $64.0 = \dfrac{(2x)^2}{(0.10-x)(0.10-x)} = \dfrac{(2x)^2}{(0.10-x)^2} = [\dfrac{2x}{(0.10-x)}]^2$

දෙපස වර්ගමූලය ගැනීමෙන්:$\pm 8.0 = \dfrac{2x}{(0.10-x)}$

$+8.0$ ගත් විට; $0.80 - 8x = 2x$

$x = 0.08\ mol\ dm^{-3}$

(-8.0 ගත් විට $= \dfrac{2x}{(0.10-x)}$; $\therefore x = 0.13\ mol\ dm^{-3}$

ආරම්භක සාන්ද්‍රණය $0.10\ mol\ dm^{-3}$ බැවින් මෙය පිළිගත නොහැකි ය).

$\therefore [H_2(g)] = [I_2(g)] = 0.02\ mol\ dm^{-3}$ හා $[HI(g)]$

$= 0.16\ mol\ dm^{-3}$

∴මවුල අනුව සංයුතිය: $H_2(g) = I_2(g) = 0.02\ mol\ dm^{-3} \times 10.0\ dm^3$

$= 0.2\ mol$

හා $HI(g) = 1.6\ mol$

2.8 නිදසුන

ඉහත දෙන ලද නිදර්ශනයේ සඳහන් ප්‍රතික්‍රියාවෙහි ඒ උෂ්ණත්වයේ දී ම H_2වල, I_2වල හා HIවල ආරම්භක සාන්ද්‍රණ පිළිවෙළින් $0.006\ mol\ dm^{-3}$, $0.004\ mol\ dm^{-3}$, හා $0.02\ mol\ dm^{-3}$ යැයි සිතමු. සමතුලිතතාවේ දී මේ විශේෂවල සාන්ද්‍රණ ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

ආරම්භක සාන්ද්‍රණ, සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණවලට අනුරූප නොවන නිසා සමතුලිතතාවේ දී H_2වල සාන්ද්‍රණයේ ක්ෂය වීම $x\ mol\ dm^{-3}$ යැයි සිතමු. ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියොමිතිය අනුව HI හි සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීම $2x$ බව පෙනේ.

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	⇌	$2HI(g)$
ආරම්භක/ $mol\ dm^{-3}$	0.006		0.004		0.02
වෙනස/ $mol\ dm^{-3}$	$-x$		$-x$		$+2x$
සමතුලිතතාවේ දී/ $mol\ dm^{-3}$	$(0.006 - x)$		$(0.004 - x)$		$(0.02 + 2x)$

සමතුලිතතා නියතය, $K_c = \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]} = 64 = \frac{(0.02 + 2x)^2}{(0.006 - x)(0.004 - x)}$

හරස් ගුණිතයෙන් වර්ග සමීකරණයක් ලැබේ;

$$60x^2 - 0.72\,x + 11.34 \times 10^{-4} = 0$$

මෙය: $ax^2 + bx + c = 0$ ආකාරයේ සමීකරණයක් වන අතර පහත සමීකරණයෙන් x සඳහා විසඳුම ලැබේ.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

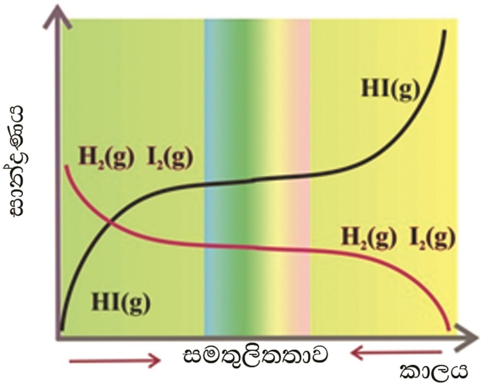
මෙය වර්ග සමීකරණය සඳහා යෙදීමෙන් අපට x = 0.010 mol dm^{-3} හා 0.002 mol dm^{-3} යන විසඳුම් ලැබේ. සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය, ආරම්භක සාන්ද්‍රණයට වඩා වැඩි විය නොහැකි බැවින් 0.010 mol dm^{-3} යන අගය පිළිගත නොහැකි ය. එබැවින් x හි පිළිගත හැකි අගය 0.002 mol dm^{-3} වේ.

∴ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ මෙසේ වෙයි:

$[H_2(g)] = (0.006 - 0.002) = 0.004 \text{ mol dm}^{-3}$

$[I_2(g)] = (0.004 - 0.002) = 0.002 \text{ mol dm}^{-3}$

$[HI(g)] = (0.02 + 0.004) = 0.024 \text{ mol dm}^{-3}$



2.9 රූපය $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ රසායනික සමතුලිතතාව වෙත දෙපසින් ම එළඹිය හැකි ය. මින් අදහස් වන්නේ H_2 හා I_2 මිශ්‍රණයක් හෝ HIවලින් හෝ ප්‍රතික්‍රියාව වම් හෝ දකුණු වන කවර හෝ පැත්තකින් ආරම්භ කළ හැකි බව ය. ප්‍රතික්‍රියාව H_2 හා I_2වලින් ආරම්භ කරන ලද්දේ නම් අනුක්‍රමයෙන් ඒවා ප්‍රමාණයෙන් අඩු වන අතර, HI එල ප්‍රමාණය වැඩි වේ. අනෙක් අතට HIවලින් ප්‍රතික්‍රියාව ආරම්භ කරන ලද්දේ නම් කාලයත් සමඟ H_2 හා I_2වල ප්‍රමාණය වැඩි වන අතර HI ප්‍රමාණය අඩු වේ.

2.9 නිදසුන

400 K දී 1.0 dm^3ක සංවෘත, දෘඪ ප්‍රතික්‍රියා බඳුනක් තුළ N_2O_4 වායුව මවුල 0.15ක් තබා $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ සමතුලිතතාවට එළඹීමට ඉඩ හරින ලදි. සමතුලිතතාවේ දී බඳුන තුළ මුළු පීඩනය 9.0×10^5 Pa බව සොයා ගැනිණි. සමතුලිතතාවේ දී එක් එක් සංඝටකයේ ආංශික පීඩනය ගණනය කොට එනයින් K_p හා K_c ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$N_2O_4(g)$ වායුවේ පරිපූර්ණ හැසිරීම උපකල්පනය කරමින්;

$PV = nRT$

$P_{N_2O_4} = 0.15 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 400 \text{ K} \approx 5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

∴ආරම්භක පීඩනය = 4.98×10^5 Pa

පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

	N_2O_4 (g)	⇌	$2NO_2$
ආරම්භක පීඩනය/ Pa:	5.0×10^5		0
පීඩන වෙනස/ Pa:	x		$2x$
සමතුලිතතාවේ දී පීඩනය/ Pa:	$(5.0 \times 10^5 - x)$		$2x$

සමතුලිතතාවේ දී මුළු පීඩනය; $P_{මුළු} = P_{N_2O_4} + P_{NO_2}$

$$9.0 \times 10^5 \text{Pa} = [(5.0 \times 10^5 - x) + 2x]\text{Pa}$$

$$x = 4.0 \times 10^5 \ Pa$$

$$P_{N_2O_4} = 1.0 \times 10^5 \text{Pa සහ } P_{NO_2} = 8.0 \times 10^5 \text{Pa}$$

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{(8.0 \times 10^5 \text{ Pa})^2}{(1.0 \times 10^5 \text{ Pa})} = 6.4 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}; \text{ සහ } \Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)} = \frac{6.4 \times 10^6 \text{ Pa} \times 10^{-3}}{8.314 \times 400 \text{ J mol}^{-1}} = 1.9 \text{ mol dm}^{-3}$$

2.10 නිදසුන

කාබන් මොනොක්සයිඩ් වායුවෙන් අයන්(II) ඔක්සයිඩ් ඔක්සිහරණය වීමෙන් යකඩ ලෝහය හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ඇති වේ. 1000 K දී මෙ ප්‍රතික්‍රියාවේ K_p 0.25 වේ.

$$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$$

ආරම්භක ආංශික පීඩන, $P_{CO(g)} = 1.0 \times 10^5$Pa හා $P_{CO_2(g)} = 0.50 \times 10^5$Pa වී නම් 1000 K දී CO හා CO_2 වායුවල සමතුලිතතා ආංශික පීඩන කවරේ ද? ගණනය කරන ලද අගය පිළිබඳ විවරණය කරන්න.

පිළිතුර

අපට ආරම්භක සාන්ද්‍රණවලින් සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ගණනය කරන ආකාරයට ම ආරම්භක ආංශික පීඩනවලින් සමතුලිතතා ආංශික පීඩන ගණනය කළ හැකි ය. අනතුරුව සාන්ද්‍රණ වෙනුවට ආංශික පීඩන ආදේශ කළ හැකි ය.

$$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$$

	$CO(g)$	$CO_2(g)$
ආරම්භක පීඩනය/ Pa	1.0×10^5	0.50×10^5
පීඩන වෙනස / Pa	$-x$	$+x$
සමතුලිතතා පීඩනය/ Pa	$((1.0 \times 10^5)- x)$	$((0.50 \times 10^5)+x)$

$$K_P = \frac{(P_{CO_2(g)})}{(P_{CO(g)})} = 0.25 = \frac{((0.50 \times 10^5) + x)}{((1.0 \times 10^5) - x)}$$

$$(0.25 \times 10^5) - 0.25x = (0.50 \times 10^5) + x$$

$$x = -0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\therefore P_{CO(g)} = 1.20 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{CO_2(g)} = 0.30 \times 10^5 \text{ Pa}$$

x හි සෘණ අගයෙන් හැඟවෙන්නේ සමතුලිතතාව කරා ළඟා වීම සඳහා ඵලවලින් ප්‍රතික්‍රියක සෑදෙන පරිදි ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන බවයි. ප්‍රතික්‍රියාවේ ආරම්භක Q යන ප්‍රතික්‍රියා ලබ්ධිය සමතුලිතතා නියතයට වඩා වැඩි බැවින් ($Q_p = \frac{0.5}{1.0} = 0.5 > K_p$)මෙය අර්ථවත් ය. එනම් ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව හැම විට ම සිදු වන්නේ ඵලවල සිට ප්‍රතික්‍රියක වෙතට (දකුණේ සිට වමට) ය.

$P_{CO(g)}$ හා $P_{CO_2(g)}$ ව්‍යුත්පන්න අගය භාවිත කර K_P යළි ගණනය කිරීමෙන් මේ බව තහවුරු කළ හැකි ය. $K_p = \frac{0.30 \times 10^5 \text{ Pa}}{1.20 \times 10^5 \text{ Pa}} = 0.25$. එබැවින් ඉහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාව වමට ගමන් කරයි.

2.11 නිදසුන

උත්ප්‍රේරකයක් හමුවේ හයිඩ්‍රජන් හා එතිලීන් (C_2H_4) අතර සිදු වන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව මගින් එතේන් (C_2H_6) සෑදීම සඳහා සමීකරණය මෙසේ ය:

$$H_2(g) + C_2H_4(g) \rightleftharpoons C_2H_6(g).$$

25 °C දී මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය, $K_c = 9.6 \times 10^{18}$ වේ. 25 °C දී කුඩු කරන ලද නිකල් උත්ප්‍රේරකය හමුවේ 0.200 mol dm^{-3} H_2 වායුව හා 0.155 mol dm^{-3} C_2H_4 වායුව මිශ්‍රණයක් පවත්වා ගත හොත් මිශ්‍රණයේ අඩංගු එක් එක් ද්‍රව්‍යයේ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය කුමක් ද?

පිළිතුර

K_c හි ඉතා ඉහළ අගයෙන් පෙන්නුම් කරන්නේ ප්‍රතික්‍රියාව සම්පූර්ණත්වය කරා යන බවයි. හයිඩ්‍රජන් වායු ප්‍රමාණය (0.200 mol dm^{-3}), එතිලීන් වායු ප්‍රමාණයට (0.155 mol dm^{-3}) වඩා වැඩි හෙයින් සියලු එතිලීන් ප්‍රමාණය වැය වී එතේන් 0.155 mol dm^{-3} සෑදෙන බව පැහැදිලි ය. එබැවින් ඉතිරි හයිඩ්‍රජන් ප්‍රමාණය (0.200-0.155) mol dm^{-3} = 0.045 mol dm^{-3} වේ. ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවේ K_c ඉතා ඉහළ බැවින් ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය ඉතා කුඩා විය යුතු ය. මේ පදනම අනුව C_2H_6 හි x ප්‍රමාණයක් වැය වන පරිදි ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන බව සැලකිය හැකි වන අතර, එනයින් පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව ගොඩ නැගේ.

	$H_2(g)$	+ $C_2H_4(g)$	$\rightleftharpoons$ $C_2H_6(g)$
ආරම්භක/ mol dm^{-3}	0.045	0.0	0.155
වෙනස/ mol dm^{-3}	$+x$	$+x$	$-x$
සමතුලිතතාවේ දී/ mol dm^{-3}	$(0.045+x)$	x	$0.155-x$

$$K_c = \frac{[C_2H_6(g)]}{[H_2(g)][C_2H_4(g)]} = 9.6 \times 10^{18} = \frac{(0.155 - x)}{(0.045+x)x} \approx \frac{(0.155)}{(0.045)x}$$ (x ඉතා කුඩා බැවින්)

$x = 3.6 \times 10^{-19}$ mol dm^{-3}

$[H_2(g)] = 0.045$ mol dm^{-3}
$[C_2H_4(g)] = 3.6 \times 10^{-19}$ mol dm^{-3}
$[C_2H_6(g)] = 0.155$ mol dm^{-3}

අගයයන් K_c ප්‍රකාශනයේ ආදේශ කිරීමෙන් අපට පිළිතුර පරීක්ෂා කර තහවුරු කළ හැකි ය.

$$K_c = \frac{[C_2H_6(g)]}{[H_2(g)][C_2H_4(g)]} = \frac{0.155}{0.045\ (3.6 \times 10^{-19})} = 9.6 \times 10^{18}$$

එනම්: කරන ලද උපකල්පනය නිවැරදි වේ.

2.1.12 සමතුලිතතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

ඉහත සාකච්ඡා අනුව රසායනික සමතුලිතතාවක් යනු නියත උෂ්ණත්වයක දී සංවෘත, දෘඪ පද්ධතියක උද්ගත වන ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවල තුලනයක් බව අපි දැන් දනිමු. පරීක්ෂණාත්මක තත්ත්වවල වෙනස්කම් මේ තුලනයට බාධා කර අවශ්‍ය ඵලය වැඩිපුර හෝ අඩුවෙන් හෝ සෑදෙන පරිදි සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය විස්ථාපනය කරයි. උදාහරණයක් ලෙස සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය දකුණට විස්ථාපනය වන්නේ යැයි අප පවසන විට ඉන් අදහස් වන්නේ ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව වමේ සිට දකුණට සිදු වන බව ය. මෙහි විලෝමය ද එබඳු ය. සාන්ද්‍රණය, පීඩනය, පරිමාව හා උෂ්ණත්වය පරීක්ෂණාත්මකව පාලනය කළ හැකි විචල්‍ය වේ. මෙහි දී මේ එක් එක් විචල්‍යයක් සමතුලිතතාවේ ඇති ප්‍රතික්‍රියා පද්ධතියක් කෙරෙහි බලපාන්නේ කෙසේ දැයි අපි පරීක්ෂා කරමු. ඉහත විචල්‍ය සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක සංයුතිය කෙරෙහි ඇති කරන ගුණාත්මක ඵලය, හෙන්රි ලුවී ලේ චැටලියර් නමැති ප්‍රංස රසායන විද්‍යාඥයා විසින් පළමු වරට විස්තර කරන ලද මූලධර්මය භාවිතයෙන් පුරෝකථනය කළ හැකි ය.

ලේ චැටලියර් මූලධර්මය:
පද්ධතියක සමතුලිතතා තත්ත්වය නිර්ණය කරන ඕනෑ ම සාධකයක වෙනස, එකී වෙනස අඩු කර ලන හෝ එහි ඵලයට එරෙහි වන හෝ පරිදි පද්ධතිය වෙනස් කිරීමට හේතු වේ.

මෙය සියලු භෞතික හා රසායනික පද්ධතිවලට යෙදිය හැක්කේ ය.

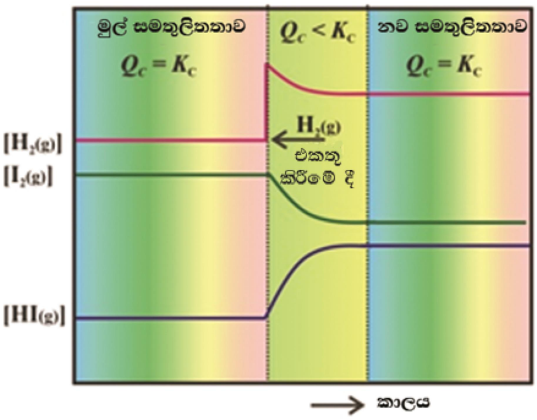
සාන්ද්‍රණ වෙනසෙහි බලපෑම
පොදුවේ යම් ප්‍රතික්‍රියකයක්/ ඵලයක් එකතු කිරීමෙන්/ ඉවත් කිරීමෙන් සමතුලිතතාව කෙරෙහි බලපෑමක් සිදු කළ විට ඇති වන ප්‍රතිඵලය ලේ චැටලියර් මූලධර්මය අනුව මෙසේ පෙරැයිය හැකි ය:

- එකතු කරන ලද ද්‍රව්‍යය වැය කෙරෙන දිශාවට ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමෙන් එකතු කරන ලද ප්‍රතික්‍රියකය/ ඵලය නිසා ඇති වන සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම අහෝසි කෙරේ.
- ඉවත් කරන ලද ද්‍රව්‍යය ජනනය කෙරෙන දිශාවට ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමෙන් ඉවත් කරන ලද ප්‍රතික්‍රියකය/ ඵලය නිසා ඇති වන සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම අහෝසි කෙරේ.

වෙනත් වචනවලින් කිව හොත්:
"සමතුලිතතාවේ ඇති ප්‍රතික්‍රියාවක ඕනෑ ම ප්‍රතික්‍රියකයක හෝ ඵලයක සාන්ද්‍රණය වෙනස් කළ හොත්, සාන්ද්‍රණ වෙනසෙහි බලපෑම අවම වන පරිදි සමතුලිතතා මිශ්‍රණයේ සංයුතිය වෙනස් වේ."
පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

සමතුලිතතාවේ පවත්නා ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයට හයිඩ්‍රජන් වායුව එකතු කළ හොත් ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතාවට බාධා වේ. එය ප්‍රකෘතිමත් කර ගැනීමට හයිඩ්‍රජන් වැය කෙරෙන දිශාවට ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන්නේ ය. එනම්, හයිඩ්‍රජන් වඩ වඩා අයඩින් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් අයඩයිඩ් සාදන අතර සමතුලිතතාව දකුණට (ඉදිරියට) නැඹුරු වෙයි. මෙය, ප්‍රතික්‍රියකයක්/ ඵලයක් එකතු කිරීමේ දී, එය මුල් මිශ්‍රණයේ පැවති එම ප්‍රතික්‍රියකයේ/ ඵලයේ සාන්ද්‍රණය අඩු කෙරෙන පරිදි නව සමතුලිතතාව සකස් වේ යන ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට එකඟ වන්නේ ය. මේ පද්ධතිය 2.10 රූපයෙන් පැහැදිලි කෙරේ.



2.10 රූපය $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවට H_2 එකතු කිරීමේ දී ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ වෙනස කෙරෙහි ඇති වන බලපෑම

Q_c සාධකය ආශ්‍රයෙන් මේ හැසිරීම පැහැදිලි කළ හැකි ය.

$$Q_c = \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]}$$

සමතුලිතතාවේ දී හයිඩ්‍රජන් එකතු කිරීමෙන් ප්‍රතිඵලය වන්නේ හරයේ විශාලත්වය වැඩි වීම හා එනයින්, Q_c හි අගය K_c ට වඩා අඩු වීමයි. මේ බලපෑම අහෝසි කිරීමට වඩ වඩා හයිඩ්‍රජන් වායුව වැය කරමින් ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රමුඛ වෙයි. එනම් කාලයත් සමඟ නව සමතුලිතතාවක් කරා එළඹෙන පරිදි ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාව වඩ වඩා සිදු කරමින් පද්ධතිය යළි සකස් වෙයි. එසේ ම ඵලයක ඉවත් කිරීම ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවට හිතකර වන බවත් එහි දී ඵලවල සාන්ද්‍රණය ඉහළ යන බවත් අපට තේරුම් ගත හැකි ය.

අයන්(III) තයෝසයනේට් සමතුලිතතා පද්ධතිය විද්‍යාගාරයේ දී පරීක්ෂාවට ලක් කළ හැකි තවත් සරල පද්ධතියකි. $[Fe(SCN)_3]$ හොඳින් ජලයේ ද්‍රාවණය වී රතු පැහැති ද්‍රාවණයක් දෙයි. මේ රතු පැහැයට හේතුව $[FeSCN]^{2+}$ අයනයයි. විඝටනය නොවුණු $[FeSCN]^{2+}$ අයනය හා Fe^{3+} හා SCN^- අයන අතර සමතුලිතතාව පහත දක්වේ.

$$\underset{\text{රතු}}{[FeSCN]^{2+}(aq)} \rightleftharpoons \underset{\text{ළා කහ}}{Fe^{3+}(aq)} + \underset{\text{අවර්ණ}}{SCN^-(aq)}$$

ද්‍රාවණයට සෝඩියම් තයෝසයනේට් (NaSCN) ස්වල්පයක් එකතු කරන ලද කල්හි සමතුලිත පද්ධතිය කෙරෙහි යෙදුණු බලපෑම කරණ කොට, $SCN^-(aq)$ අයනයේ සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. මේ බලපෑම බලවත් කිරීමට, $Fe^{3+}(aq)$ අයන සමහරක් $SCN^-(aq)$ අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර සමතුලිතතාව දකුණේ සිට වමට විස්ථාපනය කරන අතර, ද්‍රාවණයේ රතු පැහැයේ තීව්‍රතාව වැඩි වේ. එසේ ම මුල් ද්‍රාවණයට $Fe^{3+}(aq)$ අයන එකතු කරන ලද්දේ නම් එයින් ද සමතුලිතතාව දකුණේ සිට වමට විස්ථාපනය වන අතර, ද්‍රාවණයේ රතු පැහැය වැඩි වේ.

තව ද අපට ඉහත සමතුලිතතාව මෙසේ ද ලිවිය හැකි ය.

$$\underset{\text{ළා කහ}}{Fe^{3+}(aq)} + \underset{\text{අවර්ණ}}{SCN^-(aq)} \rightleftharpoons \underset{\text{රතු}}{[FeSCN]^{2+}(aq)}$$

අප විසින් එකතු කිරීම සඳහා තෝරා ගනු ලබන ප්‍රතික්‍රියකය හා ඵලය අනුව මේ සමතුලිතතාව ඉදිරි දිශාවට හෝ ආපසු දිශාවට විස්තාපනය කළ හැකි ය. Fe^{3+} හා SCN^- අයන ඉවත් කරන ප්‍රතිකාරක එකතු කිරීමෙන් ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට සමතුලිතතාව විස්ථාපනය කළ හැකි ය. නිදසුනක් ලෙස ඔක්සලික් අම්ලය ($H_2C_2O_4$), Fe^{3+} අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ යන ස්ථායි සංකීර්ණය සාදමින් නිදහස් Fe^{3+} අයන සාන්ද්‍රණය අඩු කරයි. ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව ඉවත් වූ Fe^{3+} අයන නිසා සාන්ද්‍රණ බලපෑම, Fe^{3+} අයන යළි නිපදවමින් $[Fe(SCN)]^{2+}$ අයන විඝටනය වීමෙන් ඉවත් කෙරේ. මෙහි දී $[Fe(SCN)]^{2+}$ අයන සාන්ද්‍රණය අඩු වන බැවින් රතු පැහැයේ තීව්‍රතාව අඩු වේ.

මේ ඵලය පහත දී ඇති ප්‍රතික්‍රියාවලින් පැහැදිලි කළ හැකි ය:

$$3H_2C_2O_4(aq) + Fe^{3+}(aq) \rightarrow [Fe(C_2O_4)_3]^{3-}(aq) + 6H^+(aq)$$

හා

$$[FeNCS]^{2+}(aq) \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq)$$

Hg^{2+} අයන SCN^- අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර $[Hg(SCN)_4]^{2-}$ ස්ථායි සංකීර්ණ අයනය සාදන බැවින් ජලීය $HgCl_2$ ද්‍රාවණයක් එකතු කළ විට ද රතු පැහැය අඩු වෙයි. නිදහස් SCN^- අයන ඉවත් කිරීම එම අයන නිපදෙන පරිදි සමතුලිතතාව දකුණේ සිට වමට විස්ථාපනය කරයි. අනෙක් අතට, KSCN එකතු කිරීම ද්‍රාවණයේ වර්ණ තීව්‍රතාව වැඩි කරයි. එය සමතුලිතතාව දකුණට විස්ථාපනය කරන හෙයිනි.

$$HgCl_2(aq) + 4SCN^-(aq) \rightarrow [Hg(SCN)_4]^{2-}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

හා

$$[FeNCS]^{2+}(aq) \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq)$$

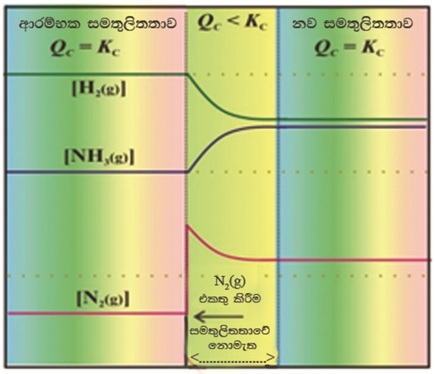
නිදසුන:

ඇමෝනියා සංශ්ලේෂණයට උපයෝගි කර ගන්නා හේබර් ක්‍රමයේ පහත දී ඇති සමතුලිතතාව සලකා බලමු:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \qquad K_c = 0.291 \text{ at } 700\text{ K}$$

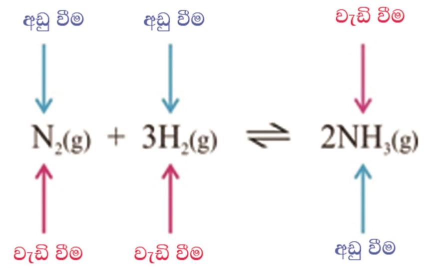
700 K දී N_2 0.50 mol dm^{-3}, H_2 3.00 mol dm^{-3} හා NH_3 1.98 mol dm^{-3} සහිත සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක් අප සතුව ඇතැයි ද $N_2(g)$ සාන්ද්‍රණය 1.50 mol dm^{-3} දක්වා වැඩි කිරීමෙන් සමතුලිතතාවට බාධා කරන ලද්දේ යැයි ද සිතමු. N_2වලින් යම් ප්‍රමාණයක් NH_3 බවට පරිවර්තනය කිරීමෙන් N_2 සාන්ද්‍රණය වැඩි වීම නිසා ඇති වූ සංරෝධය ලිහිල් වන පරිදි ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන බව ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් ප්‍රකාශ වේ. ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවේ දී වායු අණු සංඛ්‍යාවේ අඩු වීම සංරෝධය ඉවත් කිරීමට හේතු වන බව මෙහි දී පැහැදිලි ය. එනම්, තුලිත සමීකරණයේ ස්ටොයිකියොමිතියට අනුව N_2 සාන්ද්‍රණය අඩු වන විට H_2 සාන්ද්‍රණය ද අඩු විය යුතු අතර NH_3 සාන්ද්‍රණය වැඩි විය යුතු ය.

මේ වෙනස් වීම් 2.11 රූපයෙන් පැහැදිලි කළ හැකි ය.



2.11 රූපය N_2 එකතු කිරීම නිසා $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ වෙනස කෙරෙහි ඇති කෙරෙන බලපෑම

ලේ චැටලියර් මූලධර්මයේ නීති සමතුලිතතාවට යෙදූ කල $N_2(g)$ හා $H_2(g)$ සාන්ද්‍රණයේ වැඩි කිරීමකින් හෝ $NH_3(g)$ සාන්ද්‍රණයේ අඩු කිරීමකින් ඇමෝනියා ඵලදාව වැඩි කෙරෙන බව දැන් අපට වටහා ගත හැකි ය. පහත දී ඇති සටහන සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය කෙරෙහි ඇති කෙරෙන බලපෑම සම්පිණ්ඩනය කොට දක්වයි.



රතු : සමතුලිතතාව දකුණට බර කරයි
නිල් : සමතුලිතතාව වමට බර කරයි

1 **සටහන** $N_2(g)$ හෝ $H_2(g)$ සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීම හෝ $NH_3(g)$ සාන්ද්‍රණයේ අඩු වීම සමතුලිතතාව වමෙන් දකුණට විස්ථාපනය කරයි. $N_2(g)$ හෝ $H_2(g)$ සාන්ද්‍රණයේ අඩු වීම හෝ $NH_3(g)$ සාන්ද්‍රණයේ වැඩි වීම සමතුලිතතාව දකුණෙන් වමට විස්ථාපනය කරයි.

යොදන ලද සංරෝධයක් සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක සංයුතිය කෙරෙහි ඇති කරන වෙනස්කම් පුරෝකථනය කිරීමට ලේ චැටලියර් මූලධර්මය උපකාරී වුවත් එකී වෙනස් කම් ඇති වන්නේ මන්දැයි ඉන් පැහැදිලි නො කෙරේ. කෙසේ වුව ද ප්‍රතික්‍රියාවේ $\boldsymbol{Q_c}$ සාධකය සැලකිල්ලට ගැනීමෙන් අපට ප්‍රතිඵලය අවබෝධ කර ගත හැකි ය. 700 K දී N_2, H_2 හා NH_3වල සාන්ද්‍රණ පිළිවෙළින් 0.50 mol dm^{-3}, 3.00 mol dm^{-3}, හා 1.98 mol dm^{-3} වන ආරම්භක සමතුලිතතා මිශ්‍රණයේ $\boldsymbol{Q_c}$, $\boldsymbol{K_c}$ (0.291) සමතුලිතතා නියතයට සමාන වේ. ඒ පද්ධතිය සමතුලිතතාවේ පවතින බැවිනි.

$$Q_c = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)][H_{2(g)}]^3]} = \frac{[1.98]^2}{[0.5][3.0]^3]} = 0.29 = K_c$$

N_2 සාන්ද්‍රණය 1.50 mol dm^{-3}, දක්වා ඉහළ නංවා සමතුලිතතාව සංරෝධයකට භාජන කළ විට සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ හරය වැඩි වන අතර Q_c, K_c ට වඩා පහළ අගයකට අඩු වේ.

$$Q_c = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)][H_2(g)]^3]} = \frac{[1.98]^2}{[1.5][3.0]^3]} = 0.0968 < K_c$$

පද්ධතිය නව සමතුලිත අවස්ථාවකට පත් වීමට නම් Q_c වැඩි විය යුතු ය. එනම් සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ ලවය වැඩි වී හරය අඩු විය යුතු ය. මින් ගම්‍ය වන්නේ ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් පෙරයෙන පරිදි $NH_3(g)$ බවට, N_2 එල හා $H_2(g)$ එල ශුද්ධ පරිවර්තනයක් සිදු වන බව ය. 2.11 රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි මෙහි දී $N_2(g)$, $H_2(g)$ හා $NH_3(g)$ එල සාන්ද්‍රණ පිළිවෙළින් 1.31 mol dm^{-3}, 2.43 mol dm^{-3} හා 2.36 mol dm^{-3} වන අතර Q_c යළිත් K_c ට සමාන වෙයි.

$$Q_c = \frac{[2.36]^2}{[1.31][2.43]^3]} = 0.29 = K_c$$

නිදසුන්:

ඝන⇌ වායු පද්ධතිවලට ලේ චැටලියර් මූලධර්මය යෙදීම:

ධාරා උෂ්මකයක් තුළ යකඩ නිධි, ලෝහමය යකඩ බවට ඔක්සිහරණය වන විට අයන්(III) ඔක්සයිඩ් හා කාබන් මොනොක්සයිඩ් මෙසේ ප්‍රතික්‍රියා වේ:

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightleftharpoons 2Fe(l) + 3CO_2(g)$$

පහත දැක්වෙන ආකාරවලින් සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක් සංරෝධනය කෙරෙන විට ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවේ දිශාව පුරෝකථනය කිරීමට අපි ප්‍රතික්‍රියාවේ Q_c සාධකය ආශ්‍රයෙන් වෙනසට හේතු පැහැදිලි කරමින් ලේ චැටලියර් මූලධර්මය භාවිත කරමු.

(a) Fe_2O_3 එකතු කිරීම
(b) CO_2 එකතු කිරීම
(c) CO එකතු කිරීම

(a) Fe_2O_3 සංශුද්ධ ඝනයක් බැවින් එහි සාන්ද්‍රණය 1ට සමාන වන අතර Fe_2O_3 එකතු කිරීමේදී එය වෙනස් නොවේ. එබැවින් සාන්ද්‍රණ සංරෝධයක් නොයොදන අතර, මුල් සමතුලිතතාව සුරැකේ.
(b) ඉවත් වන CO_2 නිසා ඇති වන සාන්ද්‍රණ සංරෝධය, CO_2 යළි නිපදවමින් ප්‍රතික්‍රියකවල සිට ඵල වෙත සිදු වන ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියා විස්ථාපනයෙන් ලිහිල් කෙරෙන බව ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් පෙරැයේ.
(c) ඉවත් වන CO නිසා උද්ගත වන සාන්ද්‍රණ සංරෝධය, CO යළි නිපදවමින් ඵලවල සිට ප්‍රතික්‍රියක වෙත සිදු වන ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියා විස්ථාපනයෙන් හීන වන බව ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් පෙරැයේ. ප්‍රතික්‍රියාවේ Q_c සාධකය මෙසේ ය:

$$Q_c = \frac{[CO_2(g)]^3}{[CO(g)]^3}$$

[CO] අඩු කිරීමෙන් සමතුලිතතාවට බාධා කෙරෙන විට, $Q_c > K_c$ වන පරිදි Q_c වැඩි වේ. පද්ධතිය නව සමතුලිත තත්ත්වයකට පත් කිරීමට Q_c අඩු විය යුතු ය; එනම් $[CO_2]$ අඩු වී [CO] වැඩි විය යුතු ය. එහෙයින්, ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් පෙරැයෙන පරිදි ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව ඵලවල සිට ප්‍රතික්‍රියක වෙත ගමන් කරයි.

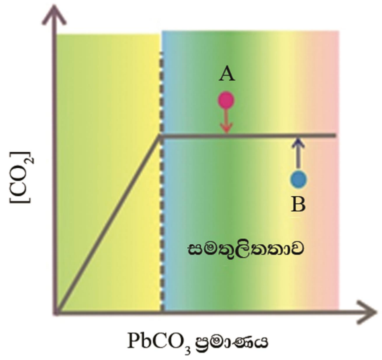
1 නිදසුන:

පහත දැක්වෙන සමීකරණයට අනුව ලෙඩ් කාබනේට්, ලෙඩ් ඔක්සයිඩ් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් බවට වියෝජනය වෙයි.

$$PbCO_3(s) \rightleftharpoons PbO(s) + CO_2(g)$$

$PbCO_3$ හා PbO ඝන වන බැවින් සමතුලිතතා නියතය හුදෙක් $K = [CO_2(g)]$ වේ. දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී ඝන $PbCO_3$ හා ඝන PbO අඩංගු වන ඕනෑ ම පද්ධතියක සමතුලිතතාවේ දී ඇත්තේ එක ම CO_2 වායු සාන්ද්‍රණයක් වන අතර, එය පවත්නා ඝනවල ප්‍රමාණ හෝ අනුපාත අනුව වෙනස් වන්නේ නැත. මෙය 2.12 රූපයේ දැක්වෙන, එකතු කරන ලද ඝන $PbCO_3$ ප්‍රමාණය හා CO_2 වායු සාන්ද්‍රණය අතර ප්‍රස්තාරයෙන් අවබෝධ කර ගත හැකි ය. ආරම්භයේ දී, $PbCO_3$ Kට සමාන CO_2 සාන්ද්‍රණයක් දීමට ප්‍රමාණවත් නොවන බැවින් එකතු කරන ලද $PbCO_3$ සම්පූර්ණයෙන් CO_2 බවට වියෝජනය වේ. එහෙයින් ප්‍රස්තාරයේ වම් කොටසින් නියෝජනය වන්නේ CO_2 හා PbO පමණක් අඩංගු වන්නා වූ ද එහෙයින් සමතුලිතතාවේ නොපවතින්නා වූ ද පද්ධතියකි. අනෙක් අතට, CO_2 සාන්ද්‍රණය Kට යම්තමින් සමාන වීමට පමණක් ප්‍රමාණවත් $PbCO_3$ ප්‍රමාණයක් එකතු කරන ලද කල්හි, පද්ධතිය සමතුලිතතාවට එළඹෙන අතර ඉන් ඔබ්බට $PbCO_3$ එකතු කිරීමෙන් CO_2 සාන්ද්‍රණය කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති නො වේ. එබැවින් ප්‍රස්තාරය තිරස් රේඛාවක් වෙයි. මේ නිසා තිරස් රේඛාවේ නොපිහිටන ඕනෑ ම CO_2 සාන්ද්‍රණයකින් අසමතුලිත අවස්ථාවක් නියෝජනය කෙරෙන අතර, එහි දී

ප්‍රමාණවත් තරම් $PbCO_3$ හා PbO ඇතොත් පද්ධතියේ සංයුතිය සමතුලිතතාව තහවුරු වන පරිදි සකස් වෙයි. උදාහරණයක් වශයෙන් 2.12 රූපයේ A ලෙස නම් කර ඇති ලක්ෂ්‍යයේ දී CO_2 සාන්ද්‍රණය තිරස් රේඛාවට ඉහළින් බැවින් එය CO_2 හි සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණයට ඉහළින් වූ CO_2 සාන්ද්‍රණයකට ($Q > K$) අනුරූප වෙයි. සමතුලිතතාව කරා පැමිණීමට පද්ධතිය CO_2 සාන්ද්‍රණය අඩු කර ගත යුතුය. එය කළ හැක්කේ CO_2 වායුව ඝන PbO හා ප්‍රතික්‍රියා වෙමින් ඝන $PbCO_3$ සෑදීමෙන් පමණකි. එහෙයින් CO_2 සාන්ද්‍රණය Kට සමාන වන තුරු ප්‍රතික්‍රියාව වම් පැත්තට සිදු වනු ඇත. මීට ප්‍රතිවිරුද්ධව, රූපයේ B ලක්ෂ්‍යයේ දී CO_2 සාන්ද්‍රණය තිරස් රේඛාවට පහළින් පිහිටන බැවින් එයින් CO_2 හි සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණයට වඩා අඩු සාන්ද්‍රණයක් ($Q < K$) නිරූපණය වේ. සමතුලිතතාවට එළඹීමට පද්ධතිය CO_2 සාන්ද්‍රණය වැඩි කර ගත යුතු වේ. එය කළ හැක්කේ CO_2 වායුව හා ඝන PbO සාදමින් ඝන $PbCO_3$ වියෝජනය කිරීමෙන් පමණි.



2.12 රූපය ආරම්භයේ දී CO_2 වායුව හා ඝන PbO දෙමින් $PbCO_3$ වියෝජනය වන බැවින් CO_2 වායු සාන්ද්‍රණය, එකතු කරනු ලබන ඝන $PbCO_3$ ප්‍රමාණය සමඟ රේඛීයව වැඩි වෙයි. CO_2 සාන්ද්‍රණය, සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණයේ අගයට පැමිණි කල්හි, උෂ්ණත්වය නියතව පවතින තුරු, $PbCO_3$ වැඩියෙන් එකතු කිරීමෙන් CO_2 සාන්ද්‍රණය කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති නො වේ.

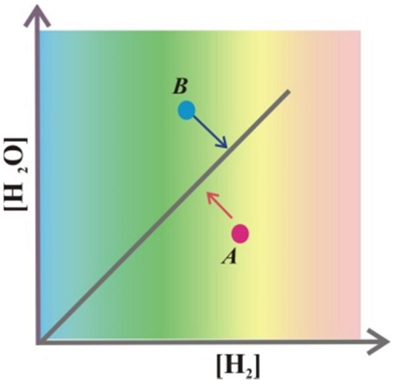
2 නිදසුන:

හයිඩ්‍රජන් විසින් කැඩ්මියම් ඔක්සයිඩ් ඔක්සිහරණය කර, ලෝහමය කැඩ්මියම් හා ජල වාෂ්ප සෑදීමේ ප්‍රතික්‍රියාව ලේ චැටලියර් මූලධර්මය පිළිබඳ අපගේ අවබෝධය තව දුරටත් පුළුල් කරයි.

$$CdO(s) + H_2(g) \rightleftharpoons Cd(s) + H_2O(g)$$

මෙහි සමතුලිතතා නියතය $\boldsymbol{K_c}$, $[H_2O(g)]/ [H_2(g)]$ වේ. උදාහරණයක් ලෙස: සමතුලිතතාවේ දී $[H_2O(g)]$ දෙගුණ කළ හොත්, පද්ධතිය සමතුලිතතාවේ පවත්වා ගැනීම සඳහා $[H_2(g)]$ ද දෙගුණ කළ යුතු ය. සමතුලිතතාවේ දී $[H_2O(g)]$ හා $[H_2(g)]$ අතර ප්‍රස්තාරය $\boldsymbol{K_c}$ බෑවුමින් යුත් සරල රේඛාවකි. තව ද රේඛාව මත පිහිටන $H_2O(g)$ හා $H_2(g)$ සාන්ද්‍රණ යුගල් සමතුලිතතා අවස්ථාවට අනුරූප ය. එබඳු ප්‍රතික්‍රියාවල දී පද්ධතියේ සංයුතිය සමතුලිතතා රේඛාව කරා යොමු කරන්නේ කවර දිශාවට ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමෙන් ද, ඒ දිශාවට ප්‍රතික්‍රියාව ගමන් කරයි. උදාහරණයක් ලෙස 2.13 රූපයේ A ලක්ෂ්‍යය රේඛාවට පහළින් වේ. $[H_2O(g)]/ [H_2(g)]$ අනුපාතය, සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක ඒ අනුපාතයට වඩා අඩු බව ($Q < K$) මින් දැක්වේ. මෙහි දී H_2 වැය කරමින් හා H_2O නිපදවමින් ප්‍රතික්‍රියාව දකුණු දිශාවට සිදු වන අතර, මෙය සාන්ද්‍රණ අනුපාතය ඉහළ නැංවීමටත් එය වමට හා රේඛාව දෙසට ගමන් කරවීමටත් හේතු වේ. මීට

විලෝම ලෙස, 2.13 රූපයේ B ලක්ෂ්‍යය රේඛාවට ඉහළින් පිහිටන්නකි. $[H_2O(g)]/[H_2(g)]$ අනුපාතය, සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක ඒ අනුපාතයට වඩා වැඩි බව ($Q > K$) මින් ප්‍රකාශ වේ. මෙවිට ප්‍රතික්‍රියාව ලියා ඇති පරිදි H_2O වැය කරමින් H_2 නිපදවමින් වමට ගමන් කරන අතර, එය සාන්ද්‍රණ අනුපාතය පහළට හා දකුණට, එනම් රේඛාව දෙසට යොමු කිරීමට හේතු වේ.



2.13 රූපය කවර හෝ $H_2O(g)$ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණයකට ඇත්තේ එක ම $H_2(g)$ සාන්ද්‍රණයකි. මේ සාන්ද්‍රණ දෙකෙහි විශාලත්ව අනුලෝමව සමානුපාතික බැවින් විශාල $[H_2O(g)]$ කට විශාල $[H_2(g)]$ ක් ද අල්ප $[H_2O(g)]$ කට අල්ප $[H_2(g)]$ ක් ද අනුරූප වේ. මෙහි, රේඛාවේ බෑවුම K_c ට සමාන වේ.

පීඩනයේ හා පරිමාවේ වෙනස් වීම්

පරිමා වෙනස නිසා ඇති වන පීඩන වෙනසක් සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක් කෙරෙහි බලපාන්නේ කෙසේ දැයි විදහා දැක්වීම සඳහා අපි යළිත් ඇමෝනියාවල හේබර් සංශ්ලේෂණය වෙත හැරෙමු. ප්‍රතික්‍රියාවේ තුලිත සමීකරණයෙහි ප්‍රතික්‍රියක පැත්තේ වායු මවුල 4ක් ද ඵල පැත්තේ වායු මවුල 2ක් ද වේ:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad K_c = 0.29,\ 700\ K\ දී$$

පරිමාව අඩු කිරීමෙන් පීඩනය වැඩි කළ හොත් සමතුලිතතා මිශ්‍රණයේ සංයුතියට කුමක් වේ ද? (නියත උෂ්ණත්වයේ දී පරිපූර්ණ වායුවක නියත මවුල ප්‍රමාණයක පීඩනය පරිමාවට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වේ). ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව වැඩි වූ පීඩනයෙන් ඇති වන සංරෝධය අඩු කෙරෙන දිශාවට ප්‍රතික්‍රියාව ගමන් කරයි. මෙහි අරුත නම් වායු මවුල ප්‍රමාණය අඩු විය යුතු බවයි. ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාවේ දී ප්‍රතික්‍රියක වායු මවුල 4ක් වායුමය ඵල මවුල 2ක් බවට පරිවර්තනය වන බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව ඉදිරියට බර වන බව අපි පුරෝකථනය කරමු. පොදුවේ ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් මෙසේ පුරෝකථනය කෙරේ:

- පරිමාව අඩු කිරීමෙන් සිදු වන පීඩනය වැඩි කිරීමක් ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව වායු මවුල ප්‍රමාණය අඩු වන අතට සිදු කරයි.
- පරිමාව වැඩි කිරීමෙන් සිදු වන පීඩනය අඩු කිරීමක්, ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව වායු මවුල ප්‍රමාණය වැඩි වන අතට සිදු කරයි.

පීඩන (පරිමා) වෙනස්කම්වලට අනුරූපව ලේ චැටලියර් මූලධර්මය ක්‍රියාත්මක වන්නේ මන් දැයි තේරුම් ගනු පිණිස, 700 K පවතින N_2 වායුව 0.50 mol dm^{-3}, H_2 වායුව 3.00 mol dm^{-3}

හා NH_3 වායුව 1.98 mol dm^{-3} වූ සමතුලිතතා මිශ්‍රණය සලකමු. මෙය සමතුලිතතාවේ පවත්නා මිශ්‍රණයක් බැවින් මෙහි Q_c, K_cට (0.291) සමාන වේ.

$$Q_c = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)][H_2(g)]^3]} = \frac{[1.98]^2}{[0.5][3.0]^3]} = 0.29 = K_c$$

අප පරිමාව 2 සාධකයකින් අඩු කර සමතුලිතතාව සංරෝධයකට යටත් කළ හොත් අපි මුළු පීඩනය පමණක් නොව, එක් එක් ප්‍රතික්‍රියකයේ හා ඵලයේ ආංශික පීඩනය හා එනයින් ඒවායේ මවුලික සාන්ද්‍රණය ද (මවුලිකතාව = $n/V = P/RT$) දෙගුණ කරමු. තුලිත සමීකරණයේ වායුමය ප්‍රතික්‍රියක මවුල ප්‍රමාණය, වායුමය ඵල මවුල ප්‍රමාණයට වඩා වැඩි බැවින් සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ හරයේ වැඩි වීම, ලවයේ වැඩි වීමට වඩා වැඩි ය. එබැවින් Q_cහි නව අගය සමතුලිතතා නියතයට වඩා අඩු ය.

$$Q_c = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)][H_2(g)]} = \frac{[3.96]^2}{[1.0][6.0]^3]} = 0.073 < K_c$$

පද්ධතිය නව සමතුලිත අවස්ථාවක් වෙත ගමන් කිරීමට නම් Q_c වැඩි විය යුතු ය. එනම් ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් පෙරයෙන පරිදි ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතික්‍රියකවල සිට ඵල වෙතට ගමන් කළ යුතු ය. භාවිතයේ දී දර්ශීය වශයෙන් 130 – 300 atm තරමේ ඉහළ පීඩනයක් යටතේ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු කිරීමෙන් හේබර් ක්‍රමයේ ඇමෝනියා ඵලදාව වැඩි කෙරේ.

නිෂ්ක්‍රිය වායුවක් එකතු කිරීමෙන් ඇති වන බලපෑම

සංවෘත, දෘඪ බඳුනක් තුළ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට සැලසීමෙන් පරිමාව නියත ව පවත්වා ගන්නා ලද්දේ නම් හා ප්‍රතික්‍රියාවට සහභාගි නොවන ආගන් වැනි නිෂ්ක්‍රිය වායුවක් මිශ්‍රණයට එකතු කරන ලද්දේ නම් සමතුලිතතාව නොවෙනස්ව පවතී. ඒ නියත පරිමාවක දී නිෂ්ක්‍රිය වායුවක් එකතු කිරීම නිසා ආංශික පීඩන හෝ ප්‍රතික්‍රියාවට සහභාගි වන ද්‍රව්‍යවල මවුලික සාන්ද්‍රණ වෙනස් වන ප්‍රතික්‍රියක් හෝ ඵලයක් නම් පමණක් ප්‍රතික්‍රියාවේ $\boldsymbol{Q}$ සාධකය වෙනස් වේ.

උෂ්ණත්ව වෙනසෙහි බලපෑම

සාන්ද්‍රණය, පීඩනය හෝ පරිමාව වෙනස් කිරීමෙන් සමතුලිතතාවට බාධා පමුණුවන ලද ඕනෑ ම විටෙක සමතුලිතතා මිශ්‍රණයේ සංයුතිය වෙනස් වෙයි. මක් නිසා ද යත්: මෙහි දී සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යයේ සිදු වන වෙනස නිසා $\boldsymbol{Q_c}$ සාධකය තව දුරටත් $\boldsymbol{K_c}$ට සමාන නොවන බැවිනි. එහෙත් මෙහි දී සමතුලිතතා නියතය වෙනස් නො වේ. කෙසේ වුව ද උෂ්ණත්ව වෙනසක් සිදු වූ විට $\boldsymbol{K_c}$ සමතුලිතතා නියතයේ අගය වෙනස් නො වේ. පොදුවේ, උෂ්ණත්වය අනුව සමතුලිතතා නියතයේ සිදු වන වෙනස ප්‍රතික්‍රියාවේ ΔH හි සලකුණ මත රැඳී පවතී.

- උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවක (ΔH ඍණ වූ) සමතුලිතතා නියතය අඩු වේ.
  එම ප්‍රතික්‍රියාවක් මෙසේ ලිවිය හැකි ය:
  ප්‍රතික්‍රියක $\rightleftharpoons$ ඵල + තාපය ($\Delta H < 0$)
- උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවක (ΔH ධන වූ) සමතුලිතතා නියතය වැඩි වේ.
  එබඳු ප්‍රතික්‍රියාවක් මෙසේ ලියා දැක්විය හැකි ය :
  ප්‍රතික්‍රියක + තාපය $\rightleftharpoons$ ඵල ($\Delta H > 0$)

ඉහත සංසිද්ධිය අනුව තාපය, තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවක ඵලයක් ලෙස ද තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රතික්‍රියකයක් ලෙස ද සැලකිය හැකි ය. පද්ධතියක උෂ්ණත්වය වැඩි වීම තාපය එකතු කිරීමට අනුරූප ය. පද්ධතියක උෂ්ණත්වය වැඩි කළ විට (තාපය එකතු කළ විට) තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවක් දකුණට විස්ථාපනය වන බව ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් පුරෝකථන කෙරේ. විලෝම ලෙස, පද්ධතියක උෂ්ණත්වය වැඩි කළ විට තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවක් දකුණට (ඵල දෙසට) බර වෙයි. ප්‍රතික්‍රියාවක් තාපගතිකව උදාසීන නම් ($\Delta H_{rxn} = 0$), උෂ්ණත්ව වෙනස සමතුලිතතා සංයුතිය කෙරෙහි බලපෑමක් නො කරයි.

නිදසුන:

$\Delta H = +58\ \text{kJ mol}^{-1}$ වූ N_2O_4 වායුව NO_2 වායුව බවට විඝටනය වීම කෙරෙහි උෂ්ණත්වයේ බලපෑම අපට පරීක්ෂා කළ හැකි ය. අදාළ ප්‍රතික්‍රියාව මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

$$58\ \text{kJ} + N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

$$K_c = \frac{[NO_2(g)]^2}{[N_2O_4(g)]}$$

උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීම (පද්ධතියට තාපය එකතු කිරීම) ප්‍රතික්‍රියාව දකුණට ඵලවන සංරෝධයකි. එබැවින් උෂ්ණත්වයේ වැඩි වීම සමතුලිතතාවේ දී NO_2 වල N_2O_4 අනුපාතය වැඩි කරන අතර, එය $\boldsymbol{K}$ සමතුලිතතා නියතය වැඩි කරයි.

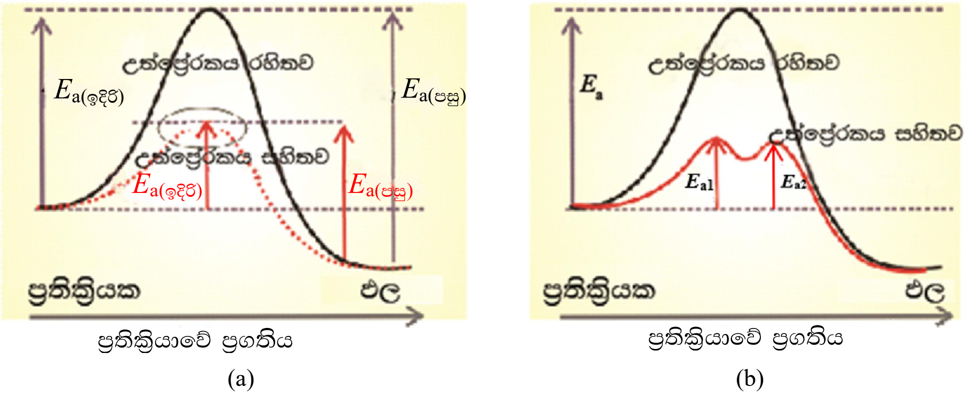
සමතුලිතතාවේ ඇති පද්ධතියක් කෙරෙහි උෂ්ණත්වය වැඩි වීමේ බලපෑම මෙසේ සාරාංශ කළ හැකි ය. උෂ්ණත්වය ඉහළ නැංවීම තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිතතා නියතයේ විශාලත්වය වැඩි කරයි; තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිතතා නියතය අඩු කරයි. තාපීය වශයෙන් උදාසීන ප්‍රතික්‍රියාවක සමතුලිතතා නියතය කෙරෙහි බලපෑමක් නො කරයි.

මේ කරුණු සංක්ෂිප්ත කොට දක්වූ කල්හි, සමතුලිතතා මිශ්‍රණයක සංයුතිය වෙනස් කිරීම තෙවැදෑරුම් සංරෝධයකට කළ හැකි ය. ඒවා නම් ප්‍රතික්‍රියක හෝ ඵල හෝ එකතු කිරීම නොහොත් ඉවත් කිරීම, මුළු පීඩනය හෝ පරිමාව හෝ වෙනස් කිරීම හා පද්ධතියේ උෂ්ණත්වය වෙනස් කිරීමයි. ප්‍රතික්‍රියා ඵලවලින් එකක් අඛණ්ඩව ඉවත් කිරීමෙන් අහිතකර සමතුලිතතා නියතයකින් යුත් ප්‍රතික්‍රියාවක් සම්පූර්ණත්වය කරා එළඹිය හැකි ය. එකිනෙකට වෙනස් වායුමය ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල අණු සංඛ්‍යාවලින් යුත් ප්‍රතික්‍රියාවක් පීඩනයේ හෝ පරිමාවේ හෝ වෙනස්වීම්වලට සංවේදී වේ; ඉහළ පීඩන අඩු වායු අණු සංඛ්‍යාවක් ඇති පැත්තට හිතකර වේ. තාපය ඉවත් කිරීම තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවක ඵල සෑදීමට හිතකර වන අතර තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවක ප්‍රතික්‍රියක සෑදීමට හිතකර වේ.

සමතුලිතතාව කෙරෙහි උත්ප්‍රේරකවල බලපෑම

ප්‍රතික්‍රියාවකට උත්ප්‍රේරකයක් එකතු කිරීම, ප්‍රතික්‍රියක, ඵල බවට පරිවර්තනය කරන්නා වූ නව, විකල්ප, අඩු-ශක්ති මාර්ගයක් සැපයීමෙන් එහි වේගය වැඩි කරයි. ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියා දෙක ම එක ම සංක්‍රාමි අවස්ථාව හරහා ගමන් කරන බැවින්, උත්ප්‍රේරකයක් ඉදිරි හා ආපසු යන ප්‍රතික්‍රියා දෙකෙහි ම සක්‍රියන ශක්තිය එක ම ප්‍රමාණයකින් අඩු කරයි. ප්‍රතික්‍රියාවක් උත්ප්‍රේරකයකින් තොරව සමතුලිතතාවේ පවතී නම් (එනම් ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවල ශීඝ්‍රතා සමාන වේ) උත්ප්‍රේරකයක් එක් කිරීමෙන් පසුව ද එය සමතුලිතතාවෙහි ම තිබේ. ඒ වේගය වැඩි වුව ද ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියා සමාන වේගවලින් සිදු වන බැවිනි. ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රනයක් සමතුලිතතාවේ නොපවතී නම්, උත්ප්‍රේරකයක් සමතුලිතතාව කරා එළඹෙන වේගය වැඩි

කරන නමුත් සමතුලිතතා මිශ්‍රණයේ සංයුතිය වෙනස් නො කරයි. උත්ප්‍රේරකයක් සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති නොකරන බැවින් එය තුලිත රසායනික සමීකරණයෙහි හෝ සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ ඇතුළත් නො වේ (උත්ප්‍රේරකයක් ප්‍රතික්‍රියාවක දී වැය නොකෙරෙන බැවින් එය සමස්ත වේග සමීකරණය ප්‍රකාශ කිරීමේ දී සැලකිල්ලට නො ගැනේ. එබැවින් එය ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව කෙරෙහි මිස එහි සමතුලිතතාව කෙරෙහි බලපෑමක් නො කරයි). උත්ප්‍රේරකයක් සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය වෙනස් නොකරන නමුත් එය සැලකිය යුතු ලෙස ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීමේ ප්‍රශස්ත තත්ත්ව කෙරෙහි බලපාන්නේ ය.



2.14 රූපය උත්ප්‍රේරකයක් සහිතව හා රහිතව ප්‍රතික්‍රියා පැතිකඩ සංසන්දනය **(a)** වලින් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි ප්‍රතික්‍රියාවකට උත්ප්‍රේරකයක් එකතු කිරීම එහි ශීඝ්‍රතාව නව, විකල්ප අඩු-ශක්ති මාර්ගයක් සැපයීම මඟින් වැඩි කරයි. තව ද **(b)** වලින් දක්වෙන පරිදි ප්‍රතික්‍රියාව බහු-පියවර නව මාර්ගයක් සොයා ගනිමින් අතරමැදියන් ඔස්සේ ද සිදු විය හැකි ය.

නිදසුනක් ලෙස: හේබර් ක්‍රමයෙන් ඇමෝනියා සංශ්ලේෂණය කිරීමේ දී $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායක බැවින් උෂ්ණත්වය වැඩි වීමත් සමඟ එහි සමතුලිතතා නියතය අඩු වන්නේ ය. මේ නිසා ප්‍රශස්ත ඇමෝනියා අස්වැන්නක් ලැබෙන්නේ අඩු උෂ්ණත්වවල දී ය. එහෙත් ඒ උෂ්ණත්වවල දී ප්‍රායෝගික වශයෙන් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වී සමතුලිතතාව කරා එළඹෙන්නේ ඉතා සෙමෙනි. එනම් අඩු උෂ්ණත්වවලදී ඵලදාව හොඳ නමුත් ප්‍රතික්‍රියා වේගය අඩු ය; ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී වේගය සතුටුදායක නමුත් ඵලදාව අඩු ය. මේ උභතෝකෝටිකයට පිළිතුර වන්නේ උත්ප්‍රේරකයක් යෙදීමයි. ලෝහ ඔක්සයිඩ මිශ්‍රිත යකඩ උත්ප්‍රේරකයක් යෙදීමෙන් සැහෙන තරමේ හිතකර සමතුලිතතා ඇමෝනියා සාන්ද්‍රණයක් දෙමින් භාවිත උෂ්ණත්වයේ දී සතුටුදායක වේගයකින් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ඉඩ සලසයි. ප්‍රතික්‍රියාව ඉහළ නැංවිය හැකි ය. ඇමෝනියාවල කාර්මික සංශ්ලේෂණය සඳහා දර්ශීය ප්‍රතික්‍රියා තත්ත්ව වන්නේ 400–500 °C උෂ්ණත්වය හා 130–300 atm පීඩනයයි.

සමතුලිතතා පද්ධතියක් කෙරෙහි යොදන ලද සංරෝධවලට ප්‍රතිචාර වශයෙන් පද්ධතියක සමතුලිතතාවේ සිදු වන විතැන් වීම පහත දී ඇති වගුවෙන් සාරාංශ කොට දක්වා ඇත.

2.1 වගුව යොදන ලද සංරෝධවලට සමතුලිතතා පද්ධතියක් දක්වන ප්‍රතිචාර

සංරෝධය	පද්ධතියේ ප්‍රතිචාරය	සමතුලිතතා නියතය කෙරෙන් බලපෑම
නියත උෂ්ණත්වයේ දී සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම	එකතු කරන ලද ප්‍රතික්‍රියකය හෝ ඵලය අඩු වන පරිදි පද්ධතිය විතැන් වෙයි	වෙනස් නො වේ. අනුපාතය නියතව පවත්නා පරිදි සියලු ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ වෙනස් වෙයි
නියත උෂ්ණත්වයේ දී සාන්ද්‍රණය අඩු කිරීම	ඉවත් කරන ලද ප්‍රතික්‍රියකය හෝ ඵලය වැඩි වන පරිදි පද්ධතිය විතැන් වෙයි	වෙනස් නො වේ. අනුපාතය නියතව පවත්නා පරිදි සියලු ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ වෙනස් වෙයි
නියත උෂ්ණත්වයේ දී පරිමාව වැඩි කිරීම (පීඩනය අඩු කිරීම)	වායුමය ප්‍රභේද වැඩි පැත්තට පද්ධතිය විතැන් වෙයි (දෙපස වායුමය ප්‍රභේදවල අණු සංඛ්‍යා එක ම වන විට ප්‍රතික්‍රියාවේ තාපදායක/ තාපාවශෝෂක ස්වභාවය සැලකිල්ලට ගන්න)	වෙනස් නො වේ. අනුපාතය නියතව පවත්නා පරිදි සියලු ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ වෙනස් වෙයි
නියත උෂ්ණත්වයේ දී පරිමාව අඩු කිරීම (පීඩනය වැඩි කිරීම)	වායුමය ප්‍රභේද අඩු පැත්තට පද්ධතිය විතැන් වෙයි (දෙපස වායුමය ප්‍රභේදවල අණු සංඛ්‍යා එක ම වන විට ප්‍රතික්‍රියාවේ තාපදායක/ තාපාවශෝෂක ස්වභාවය සැලකිල්ලට ගන්න)	වෙනස් නො වේ. අනුපාතය නියතව පවත්නා පරිදි සියලු ප්‍රතික්‍රියකවල හා ඵලවල සාන්ද්‍රණ වෙනස් වෙයි
උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීම	එකතු කරන ලද තාපය වැය කෙරෙන තාපාවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවට හිතකර වෙයි.	සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය විතැන් වන බැවින් සමතුලිතතා නියතය වෙනස් වෙයි
උෂ්ණත්වය අඩු කිරීම	තාපය නිදහස් කරමින් තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවට හිතකර අයුරින් සකස් වෙයි	සමතුලිතතා ලක්ෂ්‍යය විතැන් වන බැවින් සමතුලිතතා නියතය වෙනස් වෙයි
උත්ප්‍රේරකයක් එක් කිරීම	උත්ප්‍රේරකය ඉදිරි හා ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවල වේග එක ම ප්‍රමාණයෙන් වැඩි කරන බැවින් පද්ධතියේ වෙනසක් සිදු නොවේ. සිදු වන එක ම දෙය පද්ධතිය වඩාත් වේගයෙන් සමතුලිතතාවට එළඹීම ය	වෙනස් නො වේ
නිෂ්ක්‍රිය වායුවක් එකතු කිරීම	එය ප්‍රතික්‍රියාවට සහභාගි නොවන බැවින් පද්ධතියේ වෙනසක් සිදු නො වේ	වෙනස් නො වේ

2.2 ජලීය ද්‍රාවණවල අයනික සමතුලිතතා

ද්‍රාවණයක් යනු ද්‍රව්‍ය දෙකක හෝ වැඩි ගණනක සමජාතීය මිශ්‍රණයක් ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකි ය. ද්‍රාව්‍යය යනු ද්‍රාවණය කරන ලද ද්‍රව්‍යය හෙවත් අඩුවෙන් ඇති ද්‍රව්‍යයයි. ද්‍රාවකය යනු ප්‍රමාණය අනුව වැඩිපුර ඇති ද්‍රව්‍යයයි. ද්‍රාවණයක් වායුමය (වාතය වැනි), ඝන (මිශ්‍ර ලෝහයක් වැනි) හෝ ද්‍රවමය (මුහුදු ජලය වැනි) හෝ විය හැකි ය. මේ කොටසේ දී අප විසින් සලකා බලනු ලබන්නේ ද්‍රාව්‍යය ආරම්භයේ දී ඝනයක් හෝ ද්‍රවයක් වූ ද ද්‍රාවකය ජලය වූ ද ජලීය ද්‍රාවණ පමණි. ද්‍රාවණය සෑදීමෙන් පසු ජලීය කලාපයේ සමතුලිතතාවේ පවතින ද්‍රව්‍යවල අයනික ස්වරූප අපේ සැලකිල්ලට භාජන කෙරේ.

නිදසුනක් ලෙස, සමතුලිතතාවේ දිශාව කෙරෙහි සාන්ද්‍රණ වෙනසෙහි බලපෑම යටතේ අපි අයන සහභාගි වන පහත දැක්වෙන සමතුලිතතා මීට පෙර සලකා බැලුවෙමු.

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq)$$

අයන පමණක් සහභාගි වන සමතුලිතතා ගණනාවක් වේ. සීනිවල ජලීය ද්‍රාවණයක් විද්‍යුතය සන්නයනය නොකරන බව ප්‍රකට කරුණකි. එසේ වුව ද සාමාන්‍ය ලුණු (සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ්) ජලයට එකු කළ විට එය විද්‍යුතය සන්නයනය කරයි. තව ද සාමාන්‍ය ලුණුවල සාන්ද්‍රණය වැඩි වන විට ද්‍රාවණයේ විද්‍යුත් සන්නයනතාව වැඩි වෙයි. විද්‍යුතය සන්නයනය කිරීමට ඇති හැකියාව පදනම් කර ගනිමින් මයිකල් ෆැරඩේ ද්‍රව්‍ය කාණ්ඩ දෙකකට වර්ගීකරණය කළේ ය. මින් එක් ද්‍රව්‍ය කාණ්ඩයක් ජලීය ද්‍රාවණයේ දී විද්‍යුතය සන්නයනය කරන අතර ඒවා විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය යනුවෙන් හැඳින්වෙයි. අනෙක් ද්‍රව්‍ය කාණ්ඩය ජලීය ද්‍රාවණයේ විද්‍යුතය සන්නයනය නොකරන අතර, ඒවා විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍ය නම් ෆැරඩේ, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ප්‍රබල හා දුබල යනුවෙන් තවදුරටත් වර්ග කළේ ය. ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ජලයේ ද්‍රාවණය වීමේ දී සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ අයනීකරණය වේ. දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය අයනවලට විඝටනය වන්නේ භාගික වශයෙන් පමණි. උදාහරණයක් ලෙස: සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ්වල ජලීය ද්‍රාවණයක් සම්පූර්ණයෙන් සමන්විත වන්නේ සෝඩියම් අයනවලින් හා ක්ලෝරයිඩ් අයනවලිනි. එනම්,

$$NaCl(s) \rightarrow Na^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$$

අම්ල හා භස්ම ද විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය වේ. හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය (HCl) හා නයිට්‍රික් අම්ලය (HNO_3) වැනි සමහර අම්ල ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය වේ. මේ අම්ල ජලයේ දී සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වේ. නිදසුනක් ලෙස හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් වායුව ජලයේ දිය වීමේ දී සජල H^{+} හා Cl^{-} අයන සාදයි:

$$HCl(aq) \rightarrow H^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$$

නොඑසේ නම් ඒ අන්තර්ක්‍රියාව මෙසේ ද ලිවිය හැකි ය:

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$$

එසේ වෙනත් ඇසිටික් අම්ල ද්‍රාවණයක ප්‍රධාන වශයෙන් අඩංගු වන්නේ අයනීකරණය නොවූ ඇසිටික් අම්ල අණු හා ඇසටේට් අයන හා ප්‍රෝටෝන යම් ප්‍රමාණයකි. එනම්,

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^{-}(aq) + H^{+}(aq)$$

ඉහත අන්තර්ක්‍රියාව මෙසේ ද ලිවිය හැකි ය:

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^{-}(aq) + H_3O^{+}(aq)$$

හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය විඝටනයේ දී සම්පූර්ණ හෙවත් බොහෝ දුරට 100%ක ම අයනීකරණය දැක්වීම සඳහා තනි ඊතලයක් (→) භාවිත කරන බව අපට දැකිය හැකි ය. හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ල ද්‍රාවණයක නිදහස් HCl අණු නොපවතින බව ද අපට පෙනේ. ඒ ඒවා සම්පූර්ණයෙන් ම $H_3O^{+}(aq)$ හා $Cl^{-}(aq)$ අයන බවට විඝටනය වන හෙයිනි. ඇසිටික් අම්ලයේ දී ද්විත්ව ඊතලයක් (⇌) යොදා ගනුයේ ජලයේ දී සිදු වන භාවිත නොහොත් 5%කට වඩා අඩු

අයනීකරණයක් දැක්වීමට වන අතර, මේ ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවර්ත්‍ය ය. ආරම්භයේ දී CH_3COOH අණු සංඛ්‍යාවක් CH_3COO^- හා H^+ අයන බවට බිඳෙයි. කාලය ගත වත් ම CH_3COO^- හා H^+ අයනවලින් සමහර ප්‍රතිසංයෝජනය වෙමින් CH_3COOH අණු සාදයි. අවසානයේ දී අම්ල අණු අයනීකරණය වන වේගයෙන් ම අයනවල ප්‍රතිසංයෝජනය ද සිදු වන අවස්ථාවක් එළඹෙන අතර, මෙය රසායනික සමතුලිතතාවක් වේ. පද්ධතියේ ඇති එක් එක් විශේෂයේ භෞතික අවස්ථාව පෙන්නුම් කිරීම මෙහි ලා ඉතා වැදගත් වන අතර විශේෂ ජලීය කලාපයේ පවතින බව පෙන්වීම සඳහා **(aq)** සංකේතය භාවිත වේ. තව ද ජලයේ (ද්‍රාවකයේ) ප්‍රමාණය බෙහෙවින් අධිකතරව පවතින හෙයින් ඉතා ප්‍රතික්‍රියාශීලී වූ හුදෙකලා ප්‍රෝටෝනයකට (H^+) ජලීය ද්‍රාවණයක නිදහසේ පැවතිය නොහැකි ය. එබැවින් එය ද්‍රාවක ජල අණුවක ඔක්සිජන් පරමාණුවට බැඳී ත්‍රි-ආනති පිරමීඩාකාර සජල ප්‍රෝටෝනයක් (H_3O^+) සාදයි. මෙයට හයිඩ්‍රෝනියම් අයනය යැයි කියනු ලැබේ. භාවිත වන $H^+(aq)$ හා $H_3O^+(aq)$ යන දෙකේ ම අදහස් කෙරෙනුයේ එකක් ම බව, එනම් සජල ප්‍රෝටෝනයක් බව සැලකිය යුතු ය.

ඉහත දක්වා ඇති සරල පැහැදිලි කිරීම්වලට අනුව දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යවල අයන හා අයනීකරණය නොවූ අණු අතර සමතුලිතතාවක් ස්ථාපිත වන බව අවබෝධ කටයුතු ය. අයනවල සහභාගිත්වයෙන් ජලීය ද්‍රාවණවල ඇති වන මෙබඳු සමතුලිතතාවක් අයනික සමතුලිතතාවක් ලෙස හැඳින්වේ. අම්ල, හස්ම හා ලවණ විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය යටතට ගැනෙන අතර, ඒවාට ප්‍රබල හෝ දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ලෙස ක්‍රියා කළ හැකි ය.

2.2.1 අම්ල, හස්ම හා ලවණ

අම්ල, හස්ම හා ලවණ ස්වභාවයෙහි පුළුල්ව පැතිරී ඇත. ආමාශයික යුෂවල අඩංගු හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය ආමාශයේ ආස්තරණයෙන් සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයකින්, එනම් දිනකට ලීටර 1.2 - 1.5ක් පමණ ස්‍රාව වන අතර එය ජීරණ ක්‍රියාවලියට අවශ්‍ය ය. ඇසිටික් අම්ලය විනාකිරිවල අඩංගු ප්‍රධාන සංරචකයයි. දෙහි යුෂවල හා දොඩම් යුෂවල සිට්‍රික් අම්ලය හා ඇස්කෝබික් අම්ලය අඩංගු ය. අම්ලවලින් බහුතරයක් ඇඹුල් රසයෙන් යුක්ත ය. අම්ල සඳහා වූ ඉංග්‍රීසි නාමය වන 'acid' යන්න ව්‍යුත්පන්න වී ඇත්තේ 'ඇඹුල්' යන අරුතැති 'acidusi' යන ලතින් වචනයෙනි. අම්ල, නිල් ලිට්මස් පත්‍ර රතු පැහැ කරන අතර, ලෝහ සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ඩයිහයිඩ්‍රජන් (H_2) වායුව පිට කරයි. මේ අතර හස්ම රතු ලිට්මස් නිල් පැහැ ගන්වයි. ඒවා තිත්ත රසයකින් යුක්ත අතර ලිහිසි වයනයකින් යුක්ත ය. රෙදි සේදීම සඳහා භාවිත කරන දෙවුම් සෝඩා හස්ම සඳහා සුලබ නිදසුනකි. නිසි අනුපාතයෙන් මිශ්‍ර කළ විට අම්ල හා හස්ම එකිනෙක සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ලවණ සාදයි. සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ්, බේරියම් සල්ෆේට් හා සෝඩියම් නයිට්‍රේට් ලවණ සඳහා උදාහරණ කිහිපයකි. හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලයේ හා ඇසිටික් අම්ලයේ අයනීකරණ සංසන්දනයේ දී දෙක ම ධ්‍රැවීය සහසංයුජ අණු වුවත් පළමුවැන්න අයන බවට සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වන බවත් දෙවැන්න භාගික වශයෙන් පමණක් (< 5%) අයනීකරණය වන බවත් අපි දැන ගනිමු. අයනීකරණය වන ප්‍රමාණය බන්ධනයේ ප්‍රබලතාව හා නිපදෙන අයනවල සද්‍රාවණ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතී.

අම්ල හා හස්ම පිළිබඳ ආහීනියස් සංකල්පය

ආහීනියස් වාදයට අනුව ජලයේ දී විඝටනය වී හයිඩ්‍රජන් අයන $H^+(aq)$ දෙන ද්‍රව්‍ය අම්ල වන අතර හයිඩ්‍රොක්සිල් අයන $OH^-(aq)$ දෙන ද්‍රව්‍ය හස්ම ය. HX නමැති අම්ලයක ජලයේ දී සිදු වන අයනීකරණය පහත දැක්වෙන සමීකරණවලින් නිරූපණය කළ හැකි ය.

$$HX(aq) \rightarrow H^+(aq) + X^-(aq)$$

හෝ

$$HX\,(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + X^-(aq)$$

එසේ ම MOH ආකාර හස්ම අණුවක් පහත දී ඇති සමීකරණයට අනුව ජලීය ද්‍රාවණයේ දී අයනීකරණය වේ.

$MOH(aq) \rightarrow M^+(aq) + OH^-(aq)$

හයිඩ්‍රොක්සිල් අයනය ද ජලීය ද්‍රාවණයේ පවතින්නේ සජලනය වූ ස්වරූපයෙනි (උදා: $H_3O_2^-(aq)$) අම්ල හා හස්ම පිළිබඳ ආහීනියස් සංකල්පයේ දුර්වලතා වන්නේ ජලීය ද්‍රාවණ විෂයයෙහි පමණක් භාවිත කළ හැකි වීමත්, හයිඩ්‍රොක්සිල් කාණ්ඩවලින් තොර ඇමෝනියා වැනි ද්‍රව්‍යවල භාස්මිකතාව සඳහා හේතු දැක්වීමට අපොහොසත් වීමත් ය.

අම්ල හා හස්ම පිළිබඳ බ්‍රොන්ස්ටඩ්-ලෝරි අර්ථ දැක්වීම

අම්ල හා හස්ම සඳහා වඩාත් සාමාන්‍යකරණය වූ අර්ථ දැක්වීමක් ඩෙන්මාක් ජාතික රසායන විද්‍යාඥයකු වූ ජොහැන්නස් බ්‍රොන්ස්ටඩ් හා ඉංග්‍රීසි ජාතික රසායන විද්‍යාඥයකු වූ තෝමස් එම්. ලෝරි විසින් ඉදිරිපත් කෙරිණි. බ්‍රොන්ස්ටඩ්-ලෝරි වාදයට අනුව අම්ලයක් යනු හයිඩ්‍රජන් අයනයක් (H^+) ප්‍රදානය කළ හැකි ද්‍රව්‍යයකි. හස්මයක් යනු හයිඩ්‍රජන් අයනයක් ප්‍රතිග්‍රහණය කළ හැකි ද්‍රව්‍යයකි. කෙටියෙන් කිව හොත් අම්ල ප්‍රෝටෝන දායක වන අතර, හස්ම ප්‍රෝටෝන ප්‍රතිග්‍රාහක වේ. උදා:

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

මෙහි දී $HCl(aq)$ අණුව ජලයට ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රදානය කර $Cl^-(aq)$ හා $H_3O^+(aq)$ අයන සාදයි. H^+ අයනයක් ප්‍රදානය කළ හැකි බැවින් HCl බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ලයක් ලෙස වර්ගීකරණය කෙරේ (මේ අතර $HCl(l)$ අණුවක් ඒ ප්‍රෝටෝනය ප්‍රතිග්‍රහණය කර හස්මයක් ලෙස ක්‍රියා කරන බව අපි දකිමු. මේ පිළිබඳ තව දුරටත් කරුණු සංයුග්මක අම්ල-හස්ම යුගල පිළිබඳ හැදෑරෙන ඉදිරි කොටසක් යටතේ දී පැහැදිලි කෙරේ).

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

ඉහත $NH_3(aq)$ අණුව ජලයෙන් ප්‍රෝටෝනයක් ග්‍රහණය කර ගනිමින් $NH_4^+(aq)$ හා $OH^-(aq)$ අයන සාදයි. H^+ අයනයක් ප්‍රතිග්‍රහණය කරන නිසා $NH_3(aq)$ බ්‍රොන්ස්ටඩ් හස්මයක් ලෙස වර්ගීකරණය කෙරේ.

ලුවිස් අම්ල හා හස්ම

1923 දී G. N. ලුවිස්, අම්ලයක් ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලක් ප්‍රතිග්‍රහණය කරන ප්‍රභේදයක් ලෙස ද හස්මයක් ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලක් ප්‍රදානය කරන ප්‍රභේදයක් ලෙස ද අර්ථ දැක්වී ය. හස්ම සලකන කල්හි, බ්‍රොන්ස්ටඩ් හා ලෝරි හා ලුවිස් සංකල්ප යටතේ ඒ සම්බන්ධ වැඩි වෙනසක් නැත්තේ ඒ දෙකෙහි දී ම හස්මය එකසර යුගලක් සපයන හෙයිනි. එහෙත් ලුවිස් සංකල්පයට අනුව බොහෝ අම්ල ප්‍රෝටෝනවලින් තොර ය. මේ සඳහා දර්ශීය නිදසුනක් වන්නේ BF_3 නම් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඌන ප්‍රභේදය හා NH_3 අතර ප්‍රතික්‍රියාවයි. BF_3 හි ප්‍රෝටෝනයක් නැත. එහෙත් එය අම්ලයක් ලෙස ක්‍රියා කර එකසර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලක් ප්‍රතිග්‍රහණය කරමින් NH_3 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$BF_3 + :NH_3 \rightarrow BF_3:NH_3$$

$AlCl_3$, Co^{3+}, Mg^{2+} ආදි ඉලෙක්ට්‍රෝන ඌන ප්‍රභේදවලට අම්ල ලෙස ක්‍රියා කළ හැකි අතර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලක් ප්‍රදානය කළ හැකි H_2O, NH_3, OH^- ආදී ප්‍රභේදවලට ලුවිස් හස්ම ලෙස ක්‍රියා කළ හැකි ය.

2.2.2 සංයුග්මක අම්ල-භස්ම යුගල

අම්ල හා භස්ම පිළිබඳ බ්‍රොන්ස්ටඩ් නිර්වචනය, අම්ලයක් හා එහි සංයුග්මක භස්මය හෝ භස්මයක් හා එහි සංයුග්මක අම්ලය හෝ ලෙස අර්ථදැක්විය හැකි සංයුග්මක අම්ල-භස්ම යුගල යන සංකල්පය තෙක් ව්‍යාප්ත කළ හැකි ය. බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ලයක සංයුග්මක භස්මය යනු අම්ලයෙන් ප්‍රෝටෝනයක් ඉවත් වීමෙන් පසු ඉතිරි වන ප්‍රභේදයයි. විලෝම වශයෙන් බ්‍රොන්ස්ටඩ් භස්මයකට ප්‍රෝටෝනයක් එක් කිරීමෙහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ලයකි. ඇමෝනියා, ජලයෙහි භාගික ලෙස ද්‍රාවණය වීම සලකන්න.

1 භස්මය (↓ NH_3) 1 සංයුග්මක අම්ලය (↓ NH_4^+)

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

1 අම්ලය (↑ H_2O) 1 සංයුග්මක භස්මය (↑ OH^-)

හයිඩ්‍රොක්සිල් අයනවල පැවැත්ම නිසා සෑදෙන්නේ භාස්මික ද්‍රාවණයකි. මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී ජල අණුව ප්‍රෝටෝන දායකයක් ලෙස ද ඇමෝනියා අණුව ප්‍රෝටෝන ප්‍රතිග්‍රාහකයක් ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. එබැවින් ඒවාට පිළිවෙළින් ලෝරි බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ලයක් හා භස්මයක් යැයි කියනු ලැබේ. ආපසු ප්‍රතික්‍රියාවේ H^+ අයනයක් $NH_4^+(aq)$වලින් $OH^-(aq)$ වෙතට මාරු කෙරේ. මෙහි දී $NH_4^+(aq)$ බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ලයක් ලෙස ද OH^- බ්‍රොන්ස්ටඩ් භස්මයක් ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. එක් ප්‍රෝටෝනයකින් පමණක් එකිනෙකින් වෙනස් වන්නා වූ අම්ල-භස්ම යුගලක් සංයුග්මක අම්ල-භස්ම යුගලක් යනුවෙන් හැඳින්වේ. මේ අනුව $OH^-(aq)$ යනු H_2O අම්ලයේ සංයුග්මක භස්මයයි. $NH_4^+(aq)$ යනු $NH_3(aq)$ භස්මයේ සංයුග්මක අම්ලයයි. බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ලය ප්‍රබල එකක් නම් එහි සංයුග්මක භස්මය දුබල භස්මයක් වේ. අනෙක් අතට බ්‍රෙන්ස්ටඩ් අම්ලය දුබල එකක් නම් එහි සංයුග්මක අම්ලය ප්‍රබල වේ. සංයුග්මක අම්ලයකට එක් අතිරේක ප්‍රෝටෝනයක් ඇති බවත් සංයුග්මක භස්මයකට ප්‍රෝටෝනයක් අඩුවෙන් ඇති බවත් දැකිය හැක්කේ ය.

ඇසිටික් අම්ලය (CH_3COOH) ජලයේ දී අයනීකරණය වීමේ උදාහරණය සලකා බලමු. CH_3COOH භස්මය ලෙස ක්‍රියා කරන H_2O අණුවකට ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රදානය කරමින් අම්ලයක් ලෙස හැසිරෙයි.

1 භස්මය (↓ H_2O) 1 සංයුග්මක අම්ලය (↓ H_3O^+)

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+{}_{(aq)} + CH_3COO^-{}_{(aq)}$$

1 අම්ලය (↑ CH_3COOH) 1 සංයුග්මක භස්මය (↑ CH_3COO^-)

ඉහත සමීකරණයෙහි, ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රතිග්‍රහණය කරන බැවින් ජලය භස්මයක් ලෙස ක්‍රියා කරන බව දැකිය හැකි ය. ජලය $CH_3COOH(aq)$ වෙතින් ප්‍රෝටෝනයක් ලබා ගන්නා විට $H_3O^+(aq)$ ප්‍රභේද නිපදවේ. එබැවින් $CH_3COO^-(aq)$, $CH_3COOH(aq)$ අම්ලයේ සංයුග්මක භස්මය වන අතර $CH_3COOH(aq)$, $CH_3COO^-(aq)$ භස්මයේ සංයුග්මක අම්ලය වේ. එසේ ම H_2O, $H_3O^+(aq)$ අම්ලයේ සංයුග්මක භස්මය වන අතර, $H_3O^+(aq)$, H_2O භස්මයේ සංයුග්මක අම්ලය වේ.

අම්ලයක් හා හස්මයක් ලෙස ක්‍රියා කිරීමේ ජලයේ ද්විත්ව භූමිකාව සිත් ගන්නා කරුණකි. ඇසිටික් අම්ලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී ජලය හස්මයක් ලෙස ක්‍රියා කරන අතර ඇමෝනියා සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවේ දී එය ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රදානය කරමින් අම්ලයක් ලෙස හැසිරෙයි.

2.12 නිදසුන

(i) පහත දැක්වෙන බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ලවල සංයුග්මක හස්ම මොනවා ද?
HF, H_2SO_4 සහ HCO_3^-

පිළිතුර
එක් එක් සංයුග්මක හස්මයේ එක් ප්‍රෝටෝනයක් අඩුවෙන් තිබිය යුතු ය. එබැවින් අනුරූප සංයුග්මක හස්ම පිළිවෙළින් F^-, HSO_4^- සහ CO_3^{2-} වේ.

(ii) පහත දැක්වෙන බ්‍රොන්ස්ටඩ් හස්මවල සංයුග්මක අම්ලය ලියන්න.
NH_2^-, NH_3 සහ $HCOO^-$.

පිළිතුර
එක් එක් සංයුග්මක අම්ලයේ එක ප්‍රෝටෝනයක් වැඩියෙන් තිබිය යුතු ය. එබැවින් අනුරූප සංයුග්මක අම්ල පිළිවෙළින් NH_3, NH_4^+ සහ $HCOOH$ වේ.

2.2.3 අම්ලවල හා හස්මවල අයනීකරණය

අම්ලවල හා හස්මවල අයනීකරණය විෂයයෙහි ආහීනියස් සංකල්පය ප්‍රයෝජනවත් වන්නේ රසායනික හා ජෛවීය පද්ධතිවල බොහෝ අයනීකරණ ජලීය මාධ්‍යයේ සිදු වන හෙයිනි. පර්ක්ලෝරික් අම්ලය ($HClO_4$), හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය (HCl), හයිඩ්‍රොබ්‍රෝමික් අම්ලය (HBr), හයිඩ්‍රයොඩික් අම්ලය (HI), නයිට්‍රික් අම්ලය (HNO_3) හා සල්ෆියුරික් අම්ලය (H_2SO_4) වැනි ප්‍රබල අම්ල ප්‍රබල යැයි නම් කර ඇත්තේ ඒවා සංඝටිත අයනවලට සම්පූර්ණයෙන් ම වාගේ අයනීකරණය වෙමින් ප්‍රෝටෝන (H^+) දායක ලෙස ක්‍රියා කරන නිසා ය. එලෙස ම ලිතියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් ($LiOH$), සෝඩියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් ($NaOH$), පොටෑසියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් (KOH), සීසියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් ($CsOH$) හා බේරියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් $Ba(OH)_2$ වැනි ප්‍රබල හස්ම ජලීය මාධ්‍යයේ බොහෝ දුරට සම්පූර්ණයෙන් ම අයනීකරණය වී හයිඩ්‍රොක්සිල් අයන (OH^-) දෙයි. ඒවාට මාධ්‍යයේ දී පූර්ණ ලෙස විඝටනය වෙමින් H_3O^+ හා OH^- අයන නිපදවීමට හැකියාව ඇති බැවින් ආහීනියස් වාදයට අනුව ඒවා ප්‍රබල අම්ල හා ප්‍රබල හස්ම වේ.

විකල්ප වශයෙන් අම්ල හා හස්ම පිළිබඳ බ්‍රොන්ස්ටඩ් හා ලෝරි සංකල්පනය මඟින් ද අම්ලවල හා හස්මවල ප්‍රබලතාව නිශ්චය කළ හැකි ය. ඒ අනුව ප්‍රබල අම්ලයක් යනු හොඳ ප්‍රෝටෝන දායකයකි. ප්‍රබල හස්මයක් යනු හොඳ ප්‍රෝටෝන ප්‍රතිග්‍රාහකයකි. පහත දැක්වෙන CH_3COOH (HA) දුබල අම්ලයේ අම්ල-හස්ම විඝටන සමතුලිතතාව සලකන්න.

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

1 අම්ලය (CH₃COOH); 1 හස්මය (H₂O); 1 සංයුග්මක අම්ලය (H₃O⁺); 1 සංයුග්මක හස්මය (CH₃COO⁻)

අප ඉහත දුටු පරිදි ඉදිරි හා ආපසු දිශාවලට ප්‍රෝටෝනයක් හුවමාරු වන, අම්ලයක (හෝ හස්මයක) විඝටන සමතුලිතතාව ගතික එකකි. සමතුලිතතාව ගතික එකක් නම්, දැන් පැන නගින ප්‍රශ්නය වන්නේ කාලයත් සමඟ එය කවර දිශාවට බර වේ ද යන්නයි. ඒ පිටුපස ඇති එළවුම් බලවේගය කුමක් ද? මේ ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීමට නම් අප විඝටන සමතුලිතතාවට සම්බන්ධ අම්ල දෙකෙහි (නොහොත් හස්ම දෙකෙහි) ප්‍රබලතා සැසඳීමේ ප්‍රස්තුතයට පිවිසිය යුතු ය. ඉහත සඳහන් අම්ල-විඝටන සමතුලිතතාවෙහි අම්ල දෙක වන HA හා H_3O^+ වෙත අවධානය යොමු කරමු. මින් වඩාත් ප්‍රබල ප්‍රෝටෝන දායකයා වන්නේ කුමක් දැයි අප සොයා ගත යුතු ය. අනෙකට වඩා ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රදානය කිරීමේ නැඹුරුව ඇත්තේ කුමකට ද එය වඩා ප්‍රබල අම්ලය වන අතර, සමතුලිතතාව වඩා දුබල අම්ලය දෙසට විස්ථාපනය වේ. $H_3O^+(aq)$ ට වඩා HA(aq) ප්‍රබල අම්ලයකැයි සිතමු. එවිට ප්‍රෝටෝනය ප්‍රදානය කරන්නේ $H_3O^+(aq)$ නොව HA(aq) වන අතර, ද්‍රාවණයේ ප්‍රධාන වශයෙන් ම අඩංගු වන්නේ $A^-(aq)$ හා $H_3O^+(aq)$ අයන ය. ප්‍රබලතාවෙන් වැඩි අම්ලය, ප්‍රබලතාවෙන් වැඩි හස්මයට ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රදානය කරන බැවින් සමතුලිතතාව වඩා දුබල අම්ලය හා වඩා දුබල හස්මය ඇති දිශාවට බර ව ගමන් කරයි.

මෙයින් පෙනී යන්නේ ප්‍රබල අම්ලයක් ජලයේ දී සම්පූර්ණයෙන් විඝටනය වන විට, ප්‍රතිඵල වශයෙන් ඇති වන හස්මය ඉතා දුබල බවයි; එනම් ප්‍රබල අම්ලවල සංයුග්මක හස්මය ඉතා දුබල බවයි. පර්ක්ලෝරික් අම්ලය ($HClO_4$), හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය (HCl), හයිඩ්‍රොබ්‍රෝමික් අම්ලය (HBr), හයිඩ්‍රයොඩික් අම්ලය (HI), නයිට්‍රික් අම්ලය (HNO_3) හා සල්ෆියුරික් අම්ලය (H_2SO_4) දෙන ClO_4^-, Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^- හා HSO_4^- යන සංයුග්මක හස්ම අයන ජලයට (H_2O) වඩා බෙහෙවින් දුබල හස්ම වේ. එලෙස ම ඉතා ප්‍රබල හස්මයකින් ලැබෙන්නේ ඉතා දුබල සංයුග්මක අම්ලයකි. අනෙක් අතට HA වැනි දුබල අම්ලයක් ජලීය මාධ්‍යයේ දී භාගිකව පමණක් අයනීකරණය වන අතර, ද්‍රාවණයේ ප්‍රධාන වශයෙන් ම අන්තර්ගත වන්නේ විඝටනය නොවුණු HA අණු ය. නයිට්‍රස් අම්ලය (HNO_2), හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරික් අම්ලය (HF) හා ඇසිටික් අම්ලය (CH_3COOH) දුර්ශීය දුබල අම්ල වේ. දුබල අම්ලවලින් ඇති වන්නේ ඉතා ප්‍රබල සංයුග්මක හස්ම බව සැලකිය යුත්තකි. නිදසුනක් ලෙස NH_2^-, O^{2-} හා H^- ඉතා හොඳ ප්‍රෝටෝන ප්‍රතිග්‍රාහක වන අතර H_2O වලට වඩා ප්‍රබල හස්ම වේ.

සංයුග්මක අම්ල-හස්ම යුගල පිළිබඳ මේ කරුණු අපට මෙසේ කැටි කර දැක්විය හැකි ය.

- අම්ලයක් ප්‍රබල නම් එහි සංයුග්මක හස්මයට මැනිය හැකි ප්‍රබලතාවක් නැත්තේ ය. මේ අනුව, HCl අම්ලයේ සංයුග්මක හස්මය වන Cl^- අයනය ඉතා දුබල හස්මයක් වේ.
- ජලීය මාධ්‍යයේ පැවතිය හැකි ප්‍රබලතම අම්ලය වන්නේ H_3O^+ ය. H_3O^+ ට වඩා ප්‍රබල අම්ල ජලය හා ප්‍රතික්‍රියා කොට ඒවායේ සංයුග්මක හස්ම හා H_3O^+ නිපදවයි. එහෙයින් H_3O^+ වඩා ප්‍රබල අම්ලයක් වන HCl ජලය සමඟ සම්පූර්ණයෙන් ප්‍රතික්‍රියා කර H_3O^+ හා Cl^- නිපදවයි.

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

H_3O^+ ට වඩා දුබල අම්ල වඩා අඩු ප්‍රමාණයකින් ජලය හා ප්‍රතික්‍රියා කර ඒවායේ සංයුග්මක හස්ම හා H_3O^+ නිපදවයි. නිදසුනක් ලෙස පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව ප්‍රධාන කොට ම වමට බර වූ එකකි.

$$HF(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + F^-(aq)$$

- ජලීය ද්‍රාවණයක පැවතිය හැකි ප්‍රබලතම භස්මය OH^- අයනය වේ. OH^- ට වඩා ප්‍රබල වූ භස්ම ජලය හා ප්‍රතික්‍රියා වී ඒවායේ සංයුග්මක අම්ල හා OH^- සාදයි. නිදසුනක් ලෙස ඔක්සයිඩ් අයනය (O^{2-}), OH^- ට වඩා ප්‍රබල භස්මයකි. එහෙයින් එය පහත දැක්වෙන පරිදි ජලය සමග සම්පූර්ණයෙන් ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$O^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2OH^-(aq)$$

මේ හේතුව නිසා ඔක්සයිඩ් අයනය ජලීය ද්‍රාවණයේ නො පවතී.

2.2.4 ජලයේ අයනීකරණ නියතය හා එහි අයනික ගුණිතය

ජලය ඇතුළු සමහර ද්‍රව්‍ය අම්ල ලෙස මෙන් ම භස්ම ලෙස ද ක්‍රියා කිරීමේ හැකියාවෙන් අනන්‍ය වේ. ජලය සම්බන්ධයෙන් මෙය සිදු වන අයුරු අපි ඉහත කොටසේ දී දුටුවෙමු. HA අම්ලයක් ඇති විට දී එය ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රතිග්‍රහණය කරමින් භස්මයක් ලෙස හැසිරෙන අතර B^- භස්මයක් හමුවේ එය ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රදානය කරමින් අම්ලයක් ලෙස හැසිරෙයි. සංශුද්ධ ජලයෙහි එක ම විට දී එක් H_2O අණුවක් ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රදානය කරමින් අම්ලයක් ලෙස ක්‍රියා කරන අතර, තවත් ජල අණුවක් ප්‍රෝටෝනයක් ප්‍රතිග්‍රහණය කරමින් භස්මයක් ලෙස හැසිරෙයි.

$$\underset{\text{අම්ලය}}{H_2O(l)} + \underset{\text{භස්මය}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons \underset{\text{සංයුග්මක අම්ලය}}{H_3O^+(aq)} + \underset{\text{සංයුග්මක භස්මය}}{OH^-(aq)}$$

ප්‍රතික්‍රියාවේ විඝටන නියතය මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි ය:

$$K = \frac{[H_3O^+(aq)][OH^-(aq)]}{[H_2O(l)]^2}$$

ජලයේ සාන්ද්‍රණය හරයෙන් ඉවත් කර ඇත්තේ ජලය සංශුද්ධ ද්‍රවයක් වන නිසාත් එහි සාන්ද්‍රණය නියතව පවතින නිසාත් ය (සංශුද්ධ ජලයේ සාන්ද්‍රණය 10^3 g dm^{-3}/18 g mol^{-1} = 55.55 mol dm^{-3} වන අතර එය නියතයකි). $[H_2O(l)]$ ඉහත සමතුලිතතා නියතයට ඇතුළත් කිරීමෙන් K_w නම් වූ නව සමතුලිතතා නියතයක් ලැබේ. මෙය ජලයේ අයනික ගුණිතය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

$$K\ [H_2O(l)]^2 = K_w = [H_3O^+(aq)][OH^-(aq)]$$

298 K දී $H_3O^+(aq)$ හා $OH^-(aq)$ සාන්ද්‍රණ 1.0×10^{-7} mol dm^{-3} බව පරීක්ෂණාත්මකව සොයා ගනු ලැබ ඇත. ජලයේ විඝටනයෙන් $H_3O^+(aq)$ හා $OH^-(aq)$ අයන සමාන සංඛ්‍යා නිපදවෙන බැවින් 298 K දී K_w හි අගය පහත දී ඇති පරිදි වේ:

$$K_w = [H_3O^+(aq)][[OH^-(aq)]] = (1 \times 10^{-7} mol\ dm^{-3})^2 = 1 \times 10^{-14} mol^2\ dm^{-6}$$

K_w සමතුලිතතා නියතයක් බව ද එය උෂ්ණත්වය සමග වෙනස් වන බව ද සැලකිය යුතු ය. $[H_3O^+(aq)] = [OH^-(aq)]$ වන විට ජලීය ද්‍රාවණය උදාසීන යැයි කියනු ලැබේ. ආම්ලික ද්‍රාවණයක හයිඩ්‍රෝනියම් අයන අතිරික්ත ප්‍රමාණයකින් පවතින අතර $[H_3O^+(aq)] > [OH^-(aq)]$ වේ. භාස්මික ද්‍රාවණයක හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන වැඩිපුර ප්‍රමාණයක් පවතින අතර $[H_3O^+(aq)] < [OH^-(aq)]$ වේ.

2.2.5 pH පරිමාණය

හයිඩ්‍රෝනියම් අයනවල සාන්ද්‍රණය (මවුලිකතාව) **pH පරිමාණය** යනුවෙන් හැඳින්වෙන ලඝු පරිමාණයකින් වඩාත් පහසු ආකාරයකට ප්‍රකාශ කළ හැකි ය. ද්‍රාවණයක pH අගය අර්ථ දක්වනු ලබන්නේ එහි හයිඩ්‍රෝනියම් අයනයේ හෙවත් හයිඩ්‍රජන් අයනයේ සක්‍රියතාවෙහි $(a_{H_3O^+(aq)})$ හෙවත් $(a_{H^+(aq)})$ පාදය 10 වූ සෘණ ලඝුගණකය ලෙස ය. තනුක ද්‍රාවණවල (< 0.01 mol dm^{-3}) හයිඩ්‍රජන් අයනවල සක්‍රියතාව, $[H_3O^+(aq)]$ මඟින් නිරූපණය කරනු ලබන මවුලිකතාවට විශාලත්වයෙන් සමාන වේ. සක්‍රියතාවට ඒකක නැති බවත්, එය පහත දැක්වෙන ආකාරයෙන් අර්ථ දැක්වෙන බවත් සැලකිය යුතු ය.

$$(a_{H_3O^+(aq)}) \text{ හෝ } (a_{H^+(aq)}) = [H_3O^+(aq)]/\ 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

එබැවින් pH අර්ථ දැක්වීම අනුව,

$$pH = -\log\,(a_{H_3O^+(aq)}) = -\log\,\{[H_3O^+(aq)]/\ 1 \text{ mol dm}^{-3}\}$$

$[H_3O^+(aq)]$ හි ඒකක mol dm^{-3} බැවින්,

$pH = -\log\,\{[H_3O^+(aq)] \text{ mol dm}^{-3}/ \text{ mol dm}^{-3}\}$

$pH = -\log\,\{[H_3O^+(aq)]\,\}$

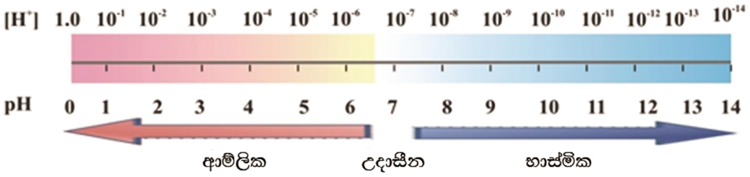
එනම් pH අගය ඒකකවලින් තොර ය.

මේ අනුව ආම්ලික 10^{-2} mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණයක pH අගය 2 වේ. එසේ ම $[OH^-] = 10^{-4}$ mol dm^{-3} හා $[H_3O^+] = 10^{-10}$ mol dm^{-3} වූ භාස්මික NaOH ද්‍රාවණයක pH අගය 10 කි. 25 °C දී සංශුද්ධ ජලයේ හයිඩ්‍රෝනියම් අයන සාන්ද්‍රණ හෙවත් හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය $[H_3O^+]$ හෙවත් $[H^+] = 10^{-7}$ mol dm^{-3} වේ. එබැවින් සංශුද්ධ ජලයේ pH අගය පහත දැක්වෙන පරිදි ය.

$$pH = -\log(10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}/ \text{ mol dm}^{-3}) = 7$$

ආම්ලික ද්‍රාවණවල හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය, $[H^+] > 10^{-7}$ mol dm^{-3} වන අතර භාස්මික ද්‍රාවණවල $[H^+] < 10^{-7}$ mol dm^{-3} වේ. එබැවින්, එය මෙසේ සාරාංශ කර දැක්විය හැකි ය.

ආම්ලික ද්‍රාවණවල	$pH < 7$
භාස්මික ද්‍රාවණවල	$pH > 7$
උදාසීන ද්‍රාවණවල	$pH = 7$



2.15 රූපය pH පරිමාණයේ සරල නිරූපණය. pH අගය 7.0 දී ද්‍රාවණ උදාසීන ය. අඩු pH අගය වෙත යත් ම අම්ලිකතාව වැඩි වන අතර ඊට ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට ද්‍රාවණයේ භාස්මිකතාව වැඩි වේ.

$$K_w = [H_3O^+(aq)][OH^-(aq)]$$

සමීකරණයේ දෙපස ම සෘණ ලඝු අගය ගැනීමෙන්,

$$-\log K_w = -\log\{[H_3O^+(aq)][OH^-(aq)]\}$$

$$pK_w = -\log[H_3O^+(aq)] - \log[OH^-(aq)]$$

$$pK_w = pH + pOH$$

හෙවත්

$$pH + pOH = 14$$

K_w උෂ්ණත්වය අනුව වෙනස් වුවත් උෂ්ණත්වය සමඟ pH අගයෙහි සිදු වන විචලනය ඉතා අල්ප බැවින් අපි බොහෝ විට එය නොසලකා හරිමු. ජලීය ද්‍රාවණවල pK_w ඉතා වැදගත් රාශියකි. ඉන් හයිඩ්‍රජන් අයනවල හා හයිඩ්‍රොක්සිල් අයනවල සාපේක්ෂ ප්‍රබලතා පාලනය වන්නේ ඒවායේ ගුණිතය නියතයක් වන හෙයිනි. pH පරිමාණය ලඝු ඇසුරෙන් ප්‍රකාශිත බැවින් pH අගයේ ඒකක එකක වෙනස් වීමකින් හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණයේ 10 ගුණයක වෙනස් වීමක් පෙන්නුම් කෙරේ. $[H^+(aq)]$ 100 ගුණයකින් වෙනස් වන විට pH අගය ඒකක 2කින් වෙනස් වේ. මින් ඔබට උෂ්ණත්වය සමඟ සිදු වන pH අගයේ වෙනස බොහෝ විට නොසලකා හරිනු ලබන්නේ මන්දැයි අවබෝධ වනු ඇත.

ජෛවීය හා රූපලාවණ්‍යය ආශ්‍රිත භාවිතවල දී pH අගය දැන ගත යුතු බැවින් ද්‍රාවණයක pH අගය මැනීම ඉතා අවශ්‍ය ය. වෙනස් pH අගයෙන් යුත් ද්‍රාවණවල දී විවිධ වර්ණ දෙන pH කඩදාසි භාවිතයෙන් ද්‍රාවණයක දළ pH අගය සොයා ගත හැකි ය. එමඟින් ~0.5 ක පමණ නිරවද්‍යතාවකින් යුතුව 1-14 අතර පරාසයේ ඇති pH අගයන් නිර්ණය කළ හැකි ය. විද්‍යාගාරයේ දී ද්‍රාවණයක pH අගය මනිනු ලබන්නේ pH මීටරයෙනි.

අපි pH අගය පදනම් වූ ගණනය කිරීම් ආශ්‍රිත පහත දැක්වෙන නිදසුන් සලකා බලමු.

2.13 නිදසුන

1.0×10^{-4} mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණයක pH අගය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$pH = -\log(10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}/ \text{ mol dm}^{-3}) = 4$

2.14 නිදසුන

NaOH ද්‍රාවණයක $[OH^-(aq)]$ 1.0×10^{-4} mol dm^{-3} වේ. ද්‍රාවණයේ pH අගය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$[OH^-(aq)] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

$pOH = -\log(10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}/ \text{ mol dm}^{-3}) = 4 \therefore pH = 14 - 4 = 10$

හෝ

$[OH^-(aq)] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \therefore [H^+(aq)] = 1.0 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$

$pH = -\log(10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}/ \text{ mol dm}^{-3}) = 10$

2.15 නිදසුන

1.0×10^{-8} mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණයක pH අගය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

මේ ගණනයේ දී සමහරු පහත දැක්වෙන ආකාරයේ වැරදි ප්‍රවේශයක් ගනිති.

$pH = -\log(10^{-8}$ mol dm^{-3}/ mol dm$^{-3}) = 8$

මෙහි HCl අම්ලයෙන් ලැබෙන $[H^+(aq)]$ ජලයේ ස්වයං අයනීකරණයෙන් ලැබෙන $[H^+(aq)]$ (1.0×10^{-7} mol dm^{-3}) වඩා අඩු බව සැලකිය යුතු ය. එබැවින් HCl හා ජලය යන දෙකෙන් ම ලැබෙන $[H^+(aq)]$ සැලකිල්ලට ගත යුතු ය. HCl වලින් ලැබෙන $[H^+(aq)] = 1.0 \times 10^{-8}$ mol dm^{-3} වේ. ජලයෙන් ලැබෙන $[H^+(aq)]$ x ලෙස ගත් විට,

$\therefore [OH^-(aq)] = x$ හා $[H_3O^+(aq)] = 10^{-8} + x$

$K_w = [H_3O^+(aq)][OH^-(aq)] = 10^{-14} = (10^{-8} + x)\,x$

$x^2 + 10^{-8}x - 10^{-14} = 0$

ඉහත වර්ග සමීකරණය විසඳීමෙන්,

$[OH^-(aq)] = 9.5 \times 10^{-8}$ mol dm^{-3} $\therefore$ pOH = 7.02

$\therefore$ pH = 6.98

HCl හා NaOH පිළිවෙළින් ප්‍රබල අම්ලයක් හා භස්මයක් බවත්, ඒවා සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වන බවත් අප දන්නා බැවින් ඉහත නිදසුන ආශ්‍රිත ගණනය කිරීම්වල දී H^+ හා OH^- සාන්ද්‍රණ ගණනය කිරීම පහසු ය. එහෙත් දුබල අම්ල හා භස්ම විඝටනය වන්නේ භාගික වශයෙනි. එබැවින් අප සතුව ඇත්තේ දුබල අම්ලවල හෝ භස්මවල ජලීය ද්‍රාවණ නම් පද්ධතිය පිළිබඳ තවත් තොරතුරු අපට අවශ්‍ය වේ. මීළඟ කොටසේ දී අපි දුබල අම්ලවල හා භස්මවල විඝටනය, ඒවායේ සමතුලිතතා අවධාරණයට ලක් කරමින් සැලකිල්ලට ගන්නෙමු.

2.2.6 දුබල අම්ල හා ඒවායේ අයනීකරණ (විඝටන) නියත

HA නම් ඒකප්‍රෝටික අම්ලය සලකන්න. ජලයේ දී එහි අයනීකරණය මෙවැනි ය:

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

මේ අයනීකරණය සඳහා සමතුලිතතා ප්‍රකාශනය වන්නේ:

$$K = \frac{[H_3O^+(aq)][A^-(aq)]}{[HA(aq)][H_2O(l)]}$$

මේ අනුව අපට මෙසේ ලිවිය හැකිය:

$$K[H_2O(l)] = \frac{[H_3O^+(aq)][A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

$[H_2O(l)]$ නියතයක් බැවින් $K[H_2O(l)] = K_a =$ නියතයකි.

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

K_a මඟින් දුබල අම්ලයේ **විඝටන නියතය** හෙවත් **අයනීකරණ නියතය** හැඳින්වෙන අතර, එය අම්ලයේ අයනීකරණය සඳහා සමතුලිතතා නියතය වේ. දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී HA අම්ලයේ ප්‍රබලතාව ප්‍රමාණාත්මකව ප්‍රකාශ කෙරෙනුයේ K_a හි විශාලත්වයෙනි. ඉහළ K_a අගයකින් අම්ලයේ ප්‍රබලතාව වැඩි බව දැක්වේ. මින් අර්ථවත් වන්නේ ජලීය ද්‍රාවණයේ දී එහි අයනීකරණය නිසා ඇති වන $[H_3O^+(aq)]$ හෙවත් $[H^+(aq)]$ අයනවල සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය වැඩි බවයි. K_a අගයක් පවතින්නේ දුබල අම්ලවලට පමණි.

ඉහත දක්වා ඇති අම්ල අයනීකරණ නියතයේ අර්ථදැක්වීම, ජලීය ද්‍රාවණයේ HA හි භාගික අයනීකරණය සැලකිල්ලට ගනිමින් මෙසේ ද විවරණය කළ හැකි ය: විඝටනය නොවුණු අම්ලයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණය c යැයි ද එහි අයනීකරණ ප්‍රමාණය (විඝටන ප්‍රමාණය) α යැයි ද උපකල්පනය කරමින් එහි සමතුලිතතාව මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

	$HA(aq) + H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$	$H_3O^+(aq)$ +	$A^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ $mol\ dm^{-3}$	c		0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ $mol\ dm^{-3}$	$-c\alpha$		$+c\alpha$	$+c\alpha$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ $mol\ dm^{-3}$	$c(1-\alpha)$		$c\alpha$	$c\alpha$

$$\therefore K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][A^-(aq)]}{[HA(aq)]} = \frac{c\alpha . c\alpha}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

$$\therefore K_a = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

දුබල අම්ලයක අයනීකරණය ඉතා අල්ප බැවින් α ඉතා කුඩා යැයි අපට උපකල්පනය කළ හැකි ය. එනම්, $(1-\alpha) \sim 1$ වේ. $\therefore K_a = c\alpha^2$

මෙය ඔස්වල්ඩ් තනුකරණ නියමය යනුවෙන් හැඳින්වේ.

සටහන: මෙය ජලීය ද්‍රාවණයේ පවතින දුබල භස්ම සඳහා ද වලංගු ය.

298 K දී දුබල අම්ල සමහරක අයනීකරණ නියතවල අගයයන් 2.2 වගුවේ දැක්වේ.

2.2 වගුව තෝරා ගත් දුබල අම්ල කිහිපයක අයනීකරණ නියත (298 K දී)

අම්ලය	K_a
හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරික් අම්ලය (HF)	3.5×10^{-4}
නයිට්‍රස් අම්ලය (HNO_2)	4.5×10^{-4}
ඇසිටික් අම්ලය (CH_3COOH)	1.74×10^{-5}
බෙන්සොයික් අම්ලය (C_6H_5COOH)	6.50×10^{-5}
හයිපොක්ලෝරස් අම්ලය (HClO)	3.00×10^{-8}
හයිඩ්‍රොසයනික් අම්ලය (HCN)	4.90×10^{-10}
ෆීනෝල් (C_6H_5OH)	1.30×10^{-10}

සටහන: සියලු ප්‍රභේදවල සම්මත සාන්ද්‍රණය 1 mol dm^{-3} යන පදනම අනුව K_a මාන රහිත රාශියක් වේ. එනම්, සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයේ අන්තර්ගත සියලු පද 1 mol dm^{-3} වලින් බෙදෙයි. එසේ නොවන කල්හි අපි සමතුලිතතා නියත ප්‍රකාශනයට අදාළ පරිදි ඒකක දක්වන්නෙමු.

හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය සම්බන්ධයෙන් භාවිත වන pH පරිමාණය ඉතා ප්‍රයෝජනවත් බැවින් එය pK_w ට ($-\log K_w$) අතිරේකව තවත් ප්‍රභේද හා රාශි උදෙසා යෙදේ. එය K_a ආශ්‍රිතව ද මෙසේ යෙදිය හැකි ය:

$$\mathbf{p}\boldsymbol{K}_\mathbf{a} = -\mathbf{log}\ (\boldsymbol{K}_\mathbf{a})$$

අම්ලයක අයනීකරණ නියතය K_a හා එහි ආරම්භක සාන්ද්‍රණය c දන්නා විට සියලු ප්‍රභේදවල සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ, අම්ලයේ අයනීකරණ (විඝටන) ප්‍රමාණය හා ද්‍රාවණයේ pH අගය ගණනය කළ හැකි ය.

ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක pH අගය ගණනය කිරීම සඳහා පොදු පියවර ප්‍රවේශයක් අනුගමනය කළ හැකි ය.

1 **පියවර.** විඝටනයට පෙර පවතින ප්‍රභේද බ්‍රොන්ස්ටඩ්-ලෝරි අම්ල/ හස්ම ලෙස හඳුනා ගැනේ.

2 **පියවර.** අම්ල හා හස්ම ලෙස ක්‍රියා කරන සියලු ප්‍රභේද යොදා ගනිමින් සිදු විය හැකි සියලු ප්‍රතික්‍රියා සඳහා තුලිත සමීකරණ ලියනු ලැබේ.

3 **පියවර.** ඉහළ K_a අගයෙන් යුත් ප්‍රතික්‍රියාව මූලික ප්‍රතික්‍රියාව ලෙසත්, අනෙක අනුප්‍රතික්‍රියාව ලෙසත් හඳුනා ගැනේ.

4 **පියවර.** මූලික ප්‍රතික්‍රියාවේ එක් එක් ප්‍රභේදයේ පහත දැක්වෙන අගයන් වගුවක ආකාරයෙන් ලැයිස්තුගත කෙරේ.

(a) ආරම්භක සාන්ද්‍රණය, $\boldsymbol{c}$

(b) සමතුලිතතාව කරා යෑමේ දී සාන්ද්‍රණයේ වෙනස් වීම අම්ලයේ අයනීකරණ/ විඝටන ප්‍රමාණය $\boldsymbol{\alpha}$ ආශ්‍රයෙන්

(c) සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය

5 **පියවර.** මූලික ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියත සමීකරණයට සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ආදේශ කෙරේ.

6 **පියවර.** මූලික ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රභේදවල සාන්ද්‍රණ ගණනය කෙරේ.

7 **පියවර.** $\mathbf{[H_3O^+] = 10^{-pH}}$ භාවිතයෙන් pH = ($-\log[H_3O^+]$) හෝ pH දන්නේ නම් $[H_3O^+]$ හෝ ගණනය කෙරේ.

pH ගණනය කිරීමේ උක්ත ප්‍රවේශය පහත දැක්වෙන නිදසුන් මගින් පැහැදිලි කෙරේ.

2.16 නිදසුන

298 K දී HF හි අයනීකරණ නියතය 3.2×10^{-4}. HF හි 0.20 mol dm^{-3} ද්‍රාවණයක විඝටන ප්‍රමාණය ගණනය කරන්න. ද්‍රාවණයේ ඇති සියලු ප්‍රභේදවල (H_3O^+, F^-, HF) සාන්ද්‍රණය ද එහි pH අගය ද ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

I ක්‍රමය:

පහත දැක්වෙන ප්‍රෝටෝන හුවමාරු ප්‍රතික්‍රියා සිදු විය හැකි ය:

$HF(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + F^-(aq)$ -------------- (1)

$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$ ----------- (2)

K_a $(3.2 \times 10^{-4}) >> K_w$ (1.0×10^{-14}) බැවින් (1) ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රධාන ප්‍රතික්‍රියාව බව පැහැදිලි ය.

	HF(aq) + $H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$	$H_3O^+(aq)$	+	$F^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.2		0		0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	-0.2α		$+0.2\alpha$		$+0.2\alpha$
∴ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ/ mol dm^{-3}	$0.2(1-\alpha)$		$+0.2\alpha$		$+0.2\alpha$

ප්‍රධාන ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා ප්‍රකාශනයෙහි සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ආදේශ කිරීමෙන්:

$$\therefore K_a = \frac{\mathbf{0.2\alpha \times 0.2\alpha}}{\mathbf{0.2(1-\alpha)}} = \frac{(\mathbf{0.2\alpha})^2}{\mathbf{0.2(1-\alpha)}}$$

සලකනු ලබන අම්ලය දුබල අම්ලයක් බැවින් අම්ලයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණයට සාපේක්ෂව අයනීකරණය කුඩා යැයි අපට උපකල්පනය කළ හැකි ය. $\therefore (\mathbf{1-\alpha}) \sim \mathbf{1}$ හෝ $\mathbf{0.2(1-\alpha) \sim 0.2}$

ආදේශයෙන් $K_a = \frac{\mathbf{0.2\alpha \times 0.2\alpha}}{\mathbf{0.2(1-\alpha)}} \sim \frac{(\mathbf{0.2\alpha})^2}{\mathbf{0.2}} = 3.2 \times 10^{-4}$

$$\alpha^2 = 1.6 \times 10^{-3}$$

$$\alpha = 4.0 \times 10^{-2}$$

$[H_3O^+] = [F^-] = c\alpha = 0.2 mol\ dm^{-3} \times 0.04 = 8.0 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$

$[HF] = c(1-\alpha) = 0.2\ mol\ dm^{-3}\ (1 - 0.04) = 19.2 \times 10^{-2}\ mol\ dm^{-3}$

එබැවින්, $pH = -\log[H_3O^+] = -\log(8.0 \times 10^{-3}) = 2.10$

අප විසින් සිදු කරන ලද සන්නිකර්ෂණයේ වලංගුතාව, අම්ලයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණයට සාපේක්ෂව එහි අයනීකරණ ප්‍රතිශතය ගණනය කිරීමෙන් පරීක්ෂා කළ හැකි ය. ප්‍රතිශත අගය 5%ට වඩා අඩු නම් සාමාන්‍යයෙන් අපි සන්නිකර්ෂණය පිළිගනිමු. එසේ නොවන විට α හි අගය ලබා ගැනීම සඳහා වර්ග සමීකරණයක් විසඳීම අවශ්‍ය වේ.

ඉහත නිමානය කරන ලද 0.04 අගය අනුව,

$$\frac{0.04}{0.20} \times 100\% = 2.0\ \%$$

එහෙයින් සිදු කරන ලද සන්නිකර්ෂණය පිළිගත හැකි ය.

වර්ග සමීකරණය විසඳා α හි අගය සොයා ගැනීමෙන් හා එහි සාපේක්ෂ ප්‍රතිශත අපගමනය ගැනීමෙන් අපට ඉහත සන්නිකර්ෂණය තවදුරටත් තහවුරු කළ හැකි ය.

ඉහත නිදසුන සඳහා: $K_a = \dfrac{0.2\alpha \times 0.2\alpha}{0.2(1-\alpha)} = 3.2 \times 10^{-4}$

මින් අපට පහත දැක්වෙන වර්ගජ සමීකරණය ලැබේ.

$\alpha^2 + 1.6 \times 10^{-3}\alpha - 1.6 \times 10^{-3} = 0$

සටහන: $ax^2 + bx + c = 0$ ආකාර වර්ග සමීකරණයක x හි අගය පහත දැක්වෙන සමීකරණයෙන් දෙනු ලැබේ.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$$

α අඩංගු වර්ගජ සමීකරණය විසඳූ විට α සඳහා ලැබෙන අගයයන් දෙක වන්නේ,

$\alpha = +3.92 \times 10^{-2}$ හා -4.08×10^{-2}

සෘණ අගය පිළිගත නොහැකි බැවින්

$$\alpha = 3.92 \times 10^{-2}$$

මෙයින් සාපේක්ෂ ප්‍රතිශත අපගමනය මෙසේ ගණනය කළ හැකි ය.

$$\frac{0.04 - 3.92 \times 10^{-2}}{0.04} \times 100\% = 2.0\ \%$$

මේ ක්‍රම දෙකෙන් ලැබෙන පිළිතුරුවල සමීප සමානත්වය මින් අපට පෙනේ. එබැවින් මෙවැනි ගණනය කිරීම්වල දී අපි සාමාන්‍යයෙන් ඉහත ආකාර සන්නිකර්ෂණය සිදු කරමු.

සටහන: ආරම්භක අම්ල සාන්ද්‍රණය, අම්ලයේ අයනීකරණ නියතය K_a ට වඩා බෙහෙවින් විශාල වන විට (යටත් පිරිසෙයින් විශාලත්ව ගණ තුනකින්) ඉහත සන්නිකර්ෂණය යෙදිය හැකි ය.

උක්ත නිදසුනෙහි ආරම්භක සාන්ද්‍රණය 0.2 mol dm^{-3} හා $K_a = 3.2 \times 10^{-4}$ වේ. මේ දෙක අතර අනුපාතය,

$$\frac{2.0 \times 10^{-1}}{3.2 \times 10^{-4}} \sim 10^3 \text{ වේ.}$$

එම නිසා අපට සන්නිකර්ෂණය යෙදිය හැකි ය.

II ක්‍රමය:
ඉහත ගැටලුව විසඳීමට මෙසේ ද එළඹිය හැකි ය. පද්ධතියේ ප්‍රධාන ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව බව අපි දනිමු:

$$HF(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + F^-(aq)$$

විඝටනය වූ සාන්ද්‍රණය හෙවත් සාන්ද්‍රණ වෙනස x ලෙස ගත් විට මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

	$HF(aq)$	+ $H_2O(l)$	⇌ $H_3O^+(aq)$	+ $F^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ $mol\ dm^{-3}$	0.2		0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ $mol\ dm^{-3}$	$-x$		$+x$	$+x$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ/ $mol\ dm^{-3}$	$0.2 - x$		$+x$	$+x$

සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ, සමතුලිතතා ප්‍රකාශනයේ ආදේශ කිරීමෙන්,

$$\therefore K_a = \frac{x \times x}{(0.2 - x)} = \frac{(x)^2}{(0.2 - x)}$$

සලකනු ලබන අම්ලය දුබල බැවින් ආරම්භක සාන්ද්‍රණය හා සැසඳූ විට අයනීකරණය අල්ප බව උපකල්පනය කළ හැකි ය. $0.2 - x \sim 0.2$

ආදේශයෙන් $K_a \sim \frac{(x)^2}{0.2} = 3.2 \times 10^{-4}$

$$x^2 = 6.4 \times 10^{-5}$$
$$x = 8.0 \times 10^{-3} mol\ dm^{-3}$$

එබැවින්
$[H_3O^+] = [F^-] = x = 8.0 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$
$[HF] = 0.20 - x = 0.2 - 0.008 = 19.2 \times 10^{-2}\ mol\ dm^{-3}$
$\therefore pH = -\log[H_3O^+] = -\log(8.0 \times 10^{-3}) = 2.10$

II ක්‍රමයෙන් අපට සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ අගයන් කෙළින් ම ලැබෙන බව වටහා ගන්න.

2.17 නිදසුන
HA ඒකභාස්මික අම්ලයේ 0.10 $mol\ dm^{-3}$ ද්‍රාවණයක pH අගය 4.50කි. සමතුලිතතාවේ දී ද්‍රාවණයේ $H^+(aq)$, $A^-(aq)$ හා $HA(aq)$ යන ප්‍රභේදවල සාන්ද්‍රණ ගණනය කරන්න. ඒකභාස්මික අම්ලයේ K_a හා pK_a ද ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

$pH = -\log[H_3O^+]$

එබැවින්, $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4.50} = 3.16 \times 10^{-5}$

$[H_3O^+] = [A^-] = 3.16 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}

$[HA]_{සමතුලිත} = 0.1 - (3.16 \times 10^{-5}) \sim 0.1$ mol dm^{-3}

මේ කරුණු අපට මෙසේ සම්පිණ්ඩනය කළ හැකි ය:

	$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons$	$H_3O^+(aq)$ +	$A^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.1	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	-3.16×10^{-5}	3.16×10^{-5}	3.16×10^{-5}
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ/ mol dm^{-3}	$(0.10 - 3.16 \times 10^{-5})$	3.16×10^{-5}	3.16×10^{-5}
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ/ mol dm^{-3}	0.10	3.16×10^{-5}	3.16×10^{-5}

එබැවින්, $K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$

$\therefore K_a = (3.16 \times 10^{-5})^2 / 0.1 = 1.0 \times 10^{-8}$ mol dm^{-3}

$pK_a = -\log(10^{-8}) = 8$

2.2.7 දුබල භස්ම හා භස්ම අයනීකරණ නියතය

BOH දුබල භස්මයේ අයනීකරණය පහත දැක්වෙන සමීකරණයෙන් නිරූපිත ය.

$$BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)$$

ඒ ප්‍රතික්‍රියාව මෙසේ ද ලිවිය හැකි යː

$$B(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons BH^+(aq) + OH^-(aq)$$

BOH(aq) දුබල භස්මය B^+(aq) හා OH^-(aq) බවට අයනීකරණය වීම භාගික වන අතර, එහි දී ඇති වන සමතුලිතතාව අම්ල-විඝටන සමතුලිතතාවට සමාන ය. භස්මයේ අයනීකරණය සඳහා වූ සමතුලිතතා නියතය **භස්ම අයනීකරණ නියතය** යනුවෙන් හැඳින්වෙන අතර, එය K_b යන්නෙන් සංකේතවත් කෙරේ. සමතුලිතතාවේ ඇති විවිධ ප්‍රභේදවල මවුලික සාන්ද්‍රණ යොදා ගනිමින් එය පහත දැක්වෙන සමීකරණයෙන් ප්‍රකාශ කළ හැකි යː

$$K = \frac{[BH^+(aq)][OH^-(aq)]}{[B(aq)][H_2O(l)]}$$

දුබල අම්ලවලට හා සමානව,

$$K[H_2O(l)] = \frac{[BH^+(aq)][OH^-(aq)]}{[B(aq)]}$$

$$K_b = \frac{[BH^+(aq)][OH^-(aq)]}{[B(aq)]}$$

නැත හොත්, $BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)$

$$K_b = \frac{[B^+(aq)][OH^-(aq)]}{[BOH(aq)]}$$

හස්මයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණය c ද, සමතුලිතතාවට එළඹුණු විට එහි අයනීකරණ (විඝටන) ප්‍රමාණය α ද වේ නම්, විකල්ප ලෙස සමතුලිතතා නියතය සඳහා ප්‍රකාශනය මෙසේ ද ලිවිය හැකි යː

$$\therefore K_b = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

මෙහස්ම අයනීකරණ ප්‍රතික්‍රියාවෙහි හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයනවල නිපදීමට අනුව $[OH^-(aq)] > [H^+(aq)]$ වන අතර එබැවින් ද්‍රාවණයේ pH > 7.

2.3 වගුවෙන් 298 K දී දුබල හස්ම සමහරක අයනීකරණ නියත දැක්වේ.

2.3 වගුව තෝරා ගත් දුබල හස්ම කිහිපයක අයනීකරණ නියත (298 K දී)

හස්මය	K_b
ඩයිමෙතිල්ඇමයින්, $(CH_3)_2NH$	5.40×10^{-4}
ට්‍රයිමෙතිල්ඇමයින්, $(C_2H_5)_3N$	6.45×10^{-5}
ඇමෝනියා, NH_3 හෝ NH_4OH	1.77×10^{-5}
පිරිඩීන්, C_5H_5N	1.77×10^{-9}
ඇනිලීන්, $C_6H_5NH_2$	4.27×10^{-10}
යූරියා, $CO(NH_2)_2$	1.30×10^{-14}

දුබල හස්ම සම්බන්ධ ගැටලු විසඳීමේ දී දුබල අම්ල විෂයයෙහි යොදා ගන්නා ලද ක්‍රමය ම අපි අනුගමනය කරමු. ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ අප පළමුව $[H^+(aq)]$ වෙනුවට $[OH^-(aq)]$ ගණනය කිරීමයි. පහත දී ඇති උදාහරණය මේ ප්‍රවේශය පැහැදිලි කරයි.

2.18 නිදසුන

0.40 mol dm^{-3} ඇමෝනියා ද්‍රාවණයක pH අගය ගණනය කරන්න. ඇමෝනියාවල K_b=1.80 × 10^{-5}

පිළිතුර

ද්‍රාවණයේ පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව පවතින අතර, $NH_4^+(aq)$ හා $OH^-(aq)$ අයනවල සාන්ද්‍රණ mold m^{-3} වලින් x යැයි සිතමු. සාරාංශය මෙසේ දක්වමු:

	$NH_3(aq) + H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$ $NH_4^+(aq)$	+ $OH^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.4	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	$-x$	$+x$	$+x$
∴ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ/ mol dm^{-3}	$(0.4-x)$	$+x$	$+x$

$$K_b = \frac{[NH_4^+(aq)][OH^-(aq)]}{[NH_3(aq)]} = 1.80 \times 10^{-5}$$

$$\frac{(x)(x)}{(0.4 - x)} = 1.80 \times 10^{-5}$$

$0.40 - x \sim 0.40$, සන්නිකර්ෂණය යෙදීමෙන්

$$\frac{(x^2)}{0.4} = 1.80 \times 10^{-5}$$

$x = [OH^-(aq)] = 2.7 \times 10^{-3} \text{mol dm}^{-3}$

සටහන: සන්නිකර්ෂණයේ වලංගුතාව පිරික්සීම $\{[2.7 \times 10^{-3}]/ 0.4\} \times 100\% = 0.68\%$, එනම් සන්නිකර්ෂණය වලංගු ය.

$\therefore pOH = -\log(2.7 \times 10^{-3}) = 2.57$

$pH + pOH = 14.00$, සම්බන්ධතාව යෙදීමෙන්

$pH = 14.00 - 2.57 = 11.43$

(හෝ $[OH^-(aq)] = (2.7 \times 10^{-3})$, $\therefore [H^+(aq)] = 10^{-14}/ 2.7 \times 10^{-3} = 3.7 \times 10^{-12}$

$\therefore pH = 11.43$)

2.2.8 K_a හා K_b අතර සම්බන්ධතාව

K_a හා K_b පිළිවෙළින් අම්ලයක හා භස්මයක ප්‍රබලතාව නියෝජනය කරයි. අම්ල-භස්ම සංයුග්මක යුගලක ඒ දෙක සරල ආකාරයෙන් එකිනෙකට සම්බන්ධ ය. පහත දී ඇති නිදසුන සලකන්න:

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]}$$

$CH_3COO^-(aq)$ සංයුග්මක භස්මය පහත සමීකරණයට අනුව ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons OH^-(aq) + CH_3COOH(aq)$$

ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා භස්ම අයනීකරණ නියතය සැලකූ විට,

$$K_b = \frac{[OH^-(aq)][CH_3COOH(aq)]}{[CH_3COO^-(aq)]}$$

මේ අයනීකරණ නියත දෙකෙහි ගුණිතය සැලකූ විට,

$$K_a \times K_b = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} \times \frac{[OH^-(aq)][CH_3COOH(aq)]}{[CH_3COO^-(aq)]}$$

$$K_a \times K_b = [H_3O^+(aq)][OH^-(aq)]$$

එනම්: $\boldsymbol{K_a \times K_b = K_w}$

ප්‍රතික්‍රියා දෙක එකතු කළ විට ප්‍රතිඵලය හුදෙක් ජලයේ ස්වයං අයනීකරණය බව අපට පෙනේ.

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \text{ ----- } K_a$$

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons OH^-(aq) + CH_3COOH(aq) \text{ ----- } K_b$$

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \text{ ----- } K_w$$

ඉහත සාකච්ඡා කරන ලද පරිදි මෙය රසායනික සමතුලිතතාව පිළිබඳ පොදු නීතියට අනුගත ය.

සටහන: යම් ප්‍රතික්‍රියාවක් ප්‍රතික්‍රියා දෙකක හෝ වැඩි ගණනක එකතුවක් ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි නම්, සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය ඒ තනි ප්‍රතික්‍රියාවල සමතුලිතතා නියතයන්ගේ ගුණිතයෙන් දෙනු ලැබේ.

$\boldsymbol{K_a K_b = K_w}$ යන සම්බන්ධතාව, දුබල භස්මයක අයනීකරණය සැලකීමෙන් ද ලබා ගත හැකි ය.

$K_a \times K_b = K_w$ සම්බන්ධතාව අනුව,

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} \text{ හා } K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

අම්ලයක ප්‍රබලතාව වැඩි වත් ම (K_a වැඩි වත් ම), එහි සංයුග්මක භස්මය දුබල වන බව ද (K_b අඩු වන බව ද) අනෙක් අතට අම්ලයක ප්‍රබලතාව අඩු වත් ම සංයුග්මක භස්මයේ ප්‍රබලතාව වැඩි වන බව ද මින් අපට පෙනේ.

2.2.9 ලවණවල ජල විච්ඡේදනය හා ඒවායේ ද්‍රාවණවල pH අගය

අම්ල හා භස්ම නිශ්චිත අනුපාතයකින් යුතුව ප්‍රතික්‍රියා වී සෑදෙන ලවණ ජලයේ දී අයනීකරණය වේ. ලවණවල අයනීකරණයෙන් සෑදෙන කැටායන/ ඇනායන ජලීය ද්‍රාවණයේ සජලනය වූ අයන ලෙස පවතී; නොඑසේ නම් ලවණයේ ස්වභාවයට අනුව ජලය හා අන්තර්ක්‍රියා වී අනුරූප අම්ල හා භස්ම ප්‍රතිජනනය කරයි. ලවණවල කැටායන/ ඇනායන හෝ ඒ දෙක ම ජලය සමඟ අන්තර්ක්‍රියා කිරීමේ ක්‍රියාවලිය **ජලවිච්ඡේදනය** ලෙස හැඳින්වේ. මේ අන්තර්ක්‍රියාව ද්‍රාවණයේ pH අගය කෙරෙහි බලපායි. ප්‍රබල භස්මවල කැටායන (උදා : Na^+, K^+, Ca^{2+}, Ba^{2+} ආදි) හා ප්‍රබල අම්ලවල ඇනායන (උදා: Cl^-, Br^-, NO_3^-, ClO_4^- ආදි) සරලව සජලනය වනු මිස ජලවිච්ඡේදනය නො වේ. එබැවින් ප්‍රබල අම්ලවලින් හා ප්‍රබල භස්මවලින් සෑදෙන ලවණවල ද්‍රාවණ උදාසීන ය. එබැවින් ඒවායේ pH අගය 7 වේ. උදා.

$$NaNO_3(s) \rightarrow Na^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

කෙසේ වෙතත් ලවණවල අනෙක් ප්‍රභේද ජලවිච්ඡේදනයට භාජන වේ.

අපි දැන් පහත දැක්වෙන වර්ගවලට අයත් ලවණවල ජලවිච්ඡේදනය සලකා බලමු:

(i) දුබල අම්ලයකින් හා ප්‍රබල භස්මයකින් ඇති වූ ලවණ, උදා: CH_3COONa.

(ii) ප්‍රබල අම්ලයකින් හා දුබල භස්මයකින් ඇති වූ ලවණ, උදා: NH_4Cl.

(iii) දුබල අම්ලයකින් හා දුබල භස්මයකින් ඇති වූ ලවණ, උදා: CH_3COONH_4.

පළමු වැන්නට අයත් CH_3COONa, CH_3COOH දුබල අම්ලයෙන් හා NaOH ප්‍රබල භස්මයෙන් ව්‍යුත්පන්න වූ ලවණයකි. එය ජලීය ද්‍රාවණයේ සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වේ.

$$CH_3COONa(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$$

මෙසේ සෑදෙන ඇසිටේට් අයන ඇසිටික් අම්ලය හා OH^- අයන දෙමින් ජලයේ දී ජලවිච්ඡේදනය වේ.

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$$

දුබල අම්ලයක් වන ඇසිටික් අම්ලය (K_a = 1.8 × 10^{-5}) ද්‍රාවණයේ ප්‍රධාන වශයෙන් ම පවතින්නේ අයනීකරණය/ විඝටනය නො වී ය. මෙහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ ද්‍රාවණයේ OH^- අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි වී එහි භාස්මික බව වැඩි වීම ය. එවැනි ද්‍රාවණයක pH අගය 7ට වැඩි ය.

2.19 නිදසුන

0.10 mol dm^{-3} සෝඩියම් ඇසිටේට් (CH_3COONa) ද්‍රාවණයක pH අගය ගණනය කරන්න. $K_{b(CH_3CO\ ^-)} = 5.6 \times 10^{-10}$

පිළිතුර

CH_3COONa ද්‍රාවණයේ $CH_3COO^-(aq)$ හා $Na^+(aq)$ බවට සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වන අතර $CH_3COO^-(aq)$ ජලවිච්ඡේදනය වේ.

	$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$ $CH_3COOH(aq)$	$+ OH^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.10	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	$-x$	$+x$	$+x$
∴ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	$0.10 - x$	$+x$	$+x$

දැන් අපට භස්ම අයනීකරණ නියතය හෙවත් ජලවිච්ඡේදනය සඳහා සමතුලිතතා නියතය මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$K_b = \frac{[OH^-(aq)][CH_3COOH(aq)]}{[CH_3COO^-(aq)]}$$

ඉහත සමතුලිතතා අගයන් ආදේශයෙන්,

$$K_b = \frac{x^2}{(0.10 - x)} = 5.6 \times 10^{-10}$$

K_b ඉතා කුඩා නිසා හා භස්මයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණය ඉහළ බැවින් අපට $0.10 - x \sim 0.10$ සන්නිකර්ෂණය භාවිත කළ හැකි ය.

$$\frac{x^2}{0.10} \sim 5.6 \times 10^{-10}$$

$$x^2 = 5.6 \times 10^{-1}$$

$$x = [OH^-(aq)] = 7.5 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\therefore pOH = 5.13$$

$$pH = 14.00 - 5.13 = 8.87$$

මේ ආකාරයෙන් ම NH_4OH දුබල භස්මයෙන් හා HCl ප්‍රබල අම්ලයෙන් සෑදෙන NH_4Cl ජලයේ දී සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වේ.

$$NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

ඇමෝනියම් අයන ජලයේ දී ජලවිච්ඡේදනය වී $NH_4OH(aq)$ හා $H^+(aq)$ අයන සාදයි.

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4OH(aq) + H^+(aq)$$

ඇමෝනියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් දුබල භස්මයකි ($K_b = 1.77 \times 10^{-5}$). එබැවින් ජලයේ පවතින්නේ බොහෝ දුරට ම අයනීකරණය නොවුණු ආකාරයෙනි. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ද්‍රාවණයේ H^+ අයන සාන්ද්‍රණය ඉහළ ගොස් ද්‍රාවණය ආම්ලික වේ. එබැවින් NH_4Cl ජලීය ද්‍රාවණයක pH අගය 7ට වඩා අඩු වේ.

දුබල අම්ලයකින් හා දුබල භස්මයකින් ව්‍යුත්පන්න වූ ලවණයක් වන CH_3COONH_4 හි ජලවිච්ඡේදනය සලකමු.

$$CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + NH_4OH(aq)$$

CH_3COOH හා NH_4OH පවතිනුයේ භාගික ලෙස අයනීකරණය වී ය.

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$

$$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$

එබඳු ලවණයක ජලීය ද්‍රාවණයක් ආම්ලික වේ ද, භාස්මික වේ ද නැත හොත් උදාසීන වේ ද යන්න රඳී පවතින්නේ දුබල අම්ලයේ හා දුබල භස්මයේ සාපේක්ෂ ප්‍රබලතා මඟිනි. පහත දැක්වෙන පරිදි අපට මේ ද්‍රාවණ පිළිබඳ ගුණාත්මක පෙරයීම් කළ හැකි ය.

- **$K_b > K_a(pK_b < pK_a)$; එනම් ඇනයනයේ K_b කැටායනයේ K_a ට වඩා විශාල වන විට ද්‍රාවණය භාස්මික වේ. ඇනායනය, කැටායනයට වඩා වැඩියෙන් ජලවිච්ඡේදනය වන හෙයිනි. සමතුලිතතාවේ දී H^+ අයන ප්‍රමාණයට වඩා වැඩි OH^- අයන ප්‍රමාණයක් ඇත.**
- **$K_b < K_a$ $(pK_b > pK_a)$; එනම් ඇනායනයේ K_b, කැටායනයේ K_a ට වඩා කුඩා වන විට ද්‍රාවණය ආම්ලික වේ. කැටායනයේ ජලවිච්ඡේදනය, ඇනායනයේ ජලවිච්ඡේදනයට වඩා අධිකතර හෙයිනි.**
- **$K_a \sim K_b$ $(pK_b \sim pK_a)$;K_a ආසන්න වශයෙන් K_bට සමාන නම් ද්‍රාවණය බොහෝ දුරට ම උදාසීන වේ.**

2.2.10 පොදු අයනයක් අඩංගු ජලීය ද්‍රාවණය

අම්ල - භස්ම අයනීකරණය හා ලවණවල ජලවිච්ඡේදනය පිළිබඳ ඉහත කොටස් යටතේ දී අපි එක් ද්‍රාවණයක් පමණක් අඩංගු ද්‍රාවණවල ගුණ සාකච්ඡාවට භාජන කර ඇත්තෙමු. එහෙත් පොදු අයනයක් හෙවත් එක ම අයනය අඩංගු ද්‍රාව්‍ය දෙකක් ද්‍රවණය වී ඇති ද්‍රාවණවල ගුණ ඊට වෙනස් ය. පොදු අයනයක් දුබල අම්ලයක හෝ දුබල භස්මයක අයනීකරණය යටපත් කරයි.

නිදර්ශනයක් ලෙස සෝඩියම් ඇසිටේට් හා ඇසිටික් අම්ලය යන දෙක ම එක ම ද්‍රාවණයේ ද්‍රවණය කර ඇති විට, පහත සමීකරණවලින් දැක්වෙන පරිදි ඒ දෙක ම CH_3COO^- අයන දෙමින් අයනීකරණය වේ. මෙහි දී $CH_3COONa(aq)$ සම්පූර්ණයෙන් ද, $CH_3COOH(aq)$ භාගිකව ද විඝටනය වේ.

$$CH_3COONa(s) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$$

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව CH_3COONa මගින් CH_3COOH ද්‍රාවණයකට CH_3COO^- අයන එකතු කිරීම, සමතුලිතතාව දකුණෙන් වමට විස්ථාපනය කිරීම මගින් CH_3COOH හි අයනීකරණය යටපත් කරන අතර, එය හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය අඩුකිරීමට හේතු වේ. එබැවින්, CH_3COOH හා CH_3COONa යන දෙක ම අඩංගු ද්‍රාවණයක් එම සාන්ද්‍රණයෙන් ම යුත් CH_3COOH ද්‍රාවණයකට වඩා අඩුවෙන් ආම්ලික ය. ඇසිටික් අම්ලයේ අයනීකරණ සමතුලිතතාවෙහි විතැන් වීමට හේතුව ලවණයෙන් සැපයෙන ඇසිටේට් අයනයි. CH_3COOH හා CH_3COONa යන දෙකෙන් ම සැපයෙන බැවින් පොදු අයනය වන්නේ CH_3COO^- අයනයයි.

> පොදු අයන ආවරණය යනු ද්‍රවිත ද්‍රව්‍යවලට පොදු වූ අයනයක් අඩංගු ද්‍රව්‍යයක් එකතු කිරීම හේතුවෙන් සමතුලිතතාවක සිදු වන විතැන් වීමයි.

ද්‍රාවණයක pH අගය නිර්ණය කිරීමේ හා අල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය ලවණයක ද්‍රාව්‍යතාව තීරණය කිරීමේ ලා පොදු අයන ආවරණය වැදගත් භූමිකාවක් ඉටු කරයි.

අපි HA නම් දුබල අම්ලය හා NaA නම් එහි ද්‍රාව්‍ය ලවණය අඩංගු ද්‍රාවණයක pH අගය සලකා බලමු:

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

මේ අනුව,

$$[H_3O^+(aq)] = K_a\frac{[HA(aq)]}{[A^-(aq)]}$$

දෙපසෙහි ම ලඝුගණක ගැනීමෙන්

$$-\log[H_3O^+(aq)] = -\log K_a - \log\frac{[HA(aq)]}{[A^-(aq)]}$$

$$-\log\left[H_3O^+(aq)\right] = -\log K_a + \log\frac{[A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

මේ අනුව අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$\therefore pH = pK_a + \log\frac{[A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

හෝ

$$pH = pK_a + \log\frac{[\text{සංයුග්මක භස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$$

ඉහත ප්‍රකාශනය හෙන්ඩර්සන් – හැසල්බල්ච් සමීකරණය යනුවෙන් හඳුන්වනු ලැබේ.

$\boldsymbol{K_a}$ හි අගය, අම්ලයේ සාන්ද්‍රණය හා අම්ලයෙන් ව්‍යුත්පන්න ලවණයේ සාන්ද්‍රණය අප දන්නේ නම් අපට ද්‍රාවණයේ pH අගය ගණනය කළ හැකි ය.

පොදු අයන ආවරණය ආශ්‍රිත ගැටලුවල දී සමාන්‍යයෙන් අපට HA දුබල අම්ලයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණයත් එහි ලවණයේ (NaA) සාන්ද්‍රණයත් දෙනු ලැබේ. මේ ප්‍රභේදවල සාන්ද්‍රණ සැලකිය යුතු තරමින් ඉහළ වන තාක් (0.10 mol dm^{-3}) අපට අම්ලයේ අයනීකරණය හා ලවණයේ ජලවිච්ඡේදනය නොසලකා හැරිය හැකි ය. HA දුබල අම්ලයක් වන නිසාත් A^-(aq) අයනයේ ජලවිච්ඡේදන ප්‍රමාණය සාමාන්‍යයෙන් ඉතා අල්ප වන නිසාත් මෙය වලංගු සන්නිකර්ෂණයකි. තව ද NaA ලවණයෙන් ලැබෙන A^-(aq) පොදු අයනයේ පැවැත්ම නිසා HA හි අයනීරණය තවදුරටත් යටපත් වන අතර, අයනීකරණය නොවුණු HA හි පැවැත්ම නිසා A^-(aq) අයනයේ ජලවිච්ඡේදනය තව දුරටත් යටපත් වේ. එබැවින් අපට හෙන්ඩර්සන් – හැසල්බල්ච් සමීකරණයේ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ ලෙස ආරම්භක සාන්ද්‍රණ යෙදිය හැකි ය.

2.20 නිදසුන

(i) 0.20 mol dm^{-3} CH_3COOH හා 0.40 mol dm^{-3} CH_3COONa ද්‍රාවණයක pH අගය ගණනය කරන්න.

(ii) ලවණ නැති නම් 0.20 mol dm^{-3} CH_3COOH ද්‍රාවණයක pH අගය කුමක් වේ ද?

$K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$

විසඳුම

(i) CH_3COONa(s) ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් නිසා සම්පූර්ණයෙන් විඝටනය වේ. එබැවින් $[CH_3COO^-(aq)]$ = 0.40 mol dm^{-3} වේ. $[CH_3COO^-(aq)]$ හි අයනීකරණය යටපත් වන බැවින් එයින් ලැබෙන CH_3COOH (aq) සාන්ද්‍රණය නොසලකා හළ හැකි ය. එබැවින් අපට $[CH_3COO^-(aq)]$ = 0.40 mol dm^{-3} ලෙස ද $[CH_3COOH(aq)]$ = 0.20 mol dm^{-3} ලෙස ද ගත හැකි ය.

$$CH_3COONa(s) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$$

$$\underset{0.20\ mol\ dm^{-3}}{CH_3COOH(aq)} + H_2O(l) \rightleftharpoons \underset{0.40\ mol\ dm^{-3}}{CH_3COO^-(aq)} + H_3O^+(aq)$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$[H_3O^+(aq)] = \frac{(0.20)}{(0.40)} \times 1.8 \times 10^{-5} = 9.0 \times 10^{-6}\ mol\ dm^{-3}$$

$$pH = -\log[H_3O^+(aq)] = 5.04$$

නැත හොත් අපට මෙය භාවිත කළ හැකි ය. $pH = pK_a + \log \frac{[\text{සංයුග්මක භස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$

$$pH = -\log(K_a) + \log \frac{[\text{සංයුග්මක භස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$$

$$pH = 4.74 + \log \frac{0.40}{0.20}$$

$$pH = 4.74 + \log 2$$

$$pH = 5.04$$

(ii) පොදු අයනය නොමැති විට ඇත්තේ ඇසිටික් අම්ලයේ අයනීකරණය ආශ්‍රිත සමතුලිතතාව පමණි.

	$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons$	$CH_3COO^-(aq)$ +	$H_3O^+(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.20	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	$-x$	$+x$	$+x$
∴ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	$0.20 - x$	$+x$	$+x$

$0.20 - x \sim 0.20$ සන්නිකර්ෂණය සමඟ ආදේශයෙන්

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\frac{(x)^2}{0.20} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$x = 2 \times 10^{-3}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$$\therefore [H_3O^+(aq)] = 2 \times 10^{-3}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = 2.70$$

මෙය CH_3COO^- පොදු අයනයේ පැවැත්ම CH_3COOH අම්ලයේ අයනීකරණය යටපත් කරන බව පැහැදිලිව පෙන්නුම් කරයි.

අම්ලයේ සාන්ද්‍රණය හා ලවණයේ සාන්ද්‍රණය සමාන වන්නා වූ වැදගත් අවස්ථාවක් පහත දක්වෙන නිදසුනෙන් ඉදිරිපත් කෙරේ.

2.21 නිදසුන

ඇසිටික් අම්ලය 0.10 mol හා සෝඩියම් ඇසිටේට් 0.10 mol එකතු කිරීමෙන් සාදන ලද ද්‍රාවණ 1.0 dm^3 pH අගය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

CH_3COONa සම්පූර්ණයෙන් අයනීකරණය වන බැවින් මෙහි $[CH_3COO^-(aq)]$ CH_3COONa සාන්ද්‍රණය ම වේ.

	$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons$	$CH_3COO^-(aq)$ +	$H_3O^+(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.10	0	0.10
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	$-x$	$+x$	$+x$
∴ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	$0.10 - x$	$+x$	$0.10 + x$

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\frac{x\,(0.10 + x)}{(0.10 - x)} = 1.8 \times 10^{-5}$$

x කුඩා බැවින්

$$\frac{x\,(0.10)}{(0.10)} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$x = [H_3O^+(aq)] = 1.8 \times 10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$$\therefore \text{pH} = 4.74$$

එනම් $\mathbf{pH} = \mathbf{p}\boldsymbol{K}_\mathbf{a}$

පොදු අයන ආචරණය NH_3 වැනි දුබල භස්මයක් හා NH_4Cl වැනි එහි ලවණයක් අඩංගු ද්‍රාවණයක ද ක්‍රියාත්මක වේ. සමතුලිතතාවේ දී,

$$NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

NH_4Cl හි සම්පූර්ණ අයනීකරණයෙන් පැමිණෙන බැවින් මෙහි $NH_3(aq)$ට වඩා $NH_4^+(aq)$ ප්‍රමුඛ වේ. මේ නිසා $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$ සමතුලිතතාව යටපත් වේ. මේ නිසා මේ ද්‍රාවණයේ pH අගය ප්‍රධාන වශයෙන් ම පාලනය වන්නේ පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාවෙනි:

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$

අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය: $\therefore \quad K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][NH_3(aq)]}{[NH_4^+(aq)]}$

$$[H_3O^+(aq)] = \frac{K_a[NH_4^+(aq)]}{[NH_3(aq)]}$$

$$-\log[H_3O^+(aq)] = -\log K_a - \log\frac{[NH_4^+(aq)]}{[NH_3(aq)]}$$

$$-\log[H_3O^+(aq)] = -\log K_a + \log\frac{[NH_3(aq)]}{[NH_4^+(aq)]}$$

අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\frac{[NH_3(aq)]}{[NH_4^+(aq)]}$$

$$\text{pH} = -\log(K_a) + \log\frac{[\text{සංයුග්මක භස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$$

NH_3 හා එහි ලවණයක් වන NH_4Cl අඩංගු ද්‍රාවණයක් ඒ සාන්ද්‍රණයෙන් ම යුත් NH_3 ද්‍රාවණයකට වඩා අඩුවෙන් භාස්මික ය. භස්මය හා ලවණය යන දෙක ම අඩංගු ද්‍රාවණයක NH_3 හි අයනීකරණය NH_4^+ පොදු අයනයෙන් යටපත් කෙරේ.

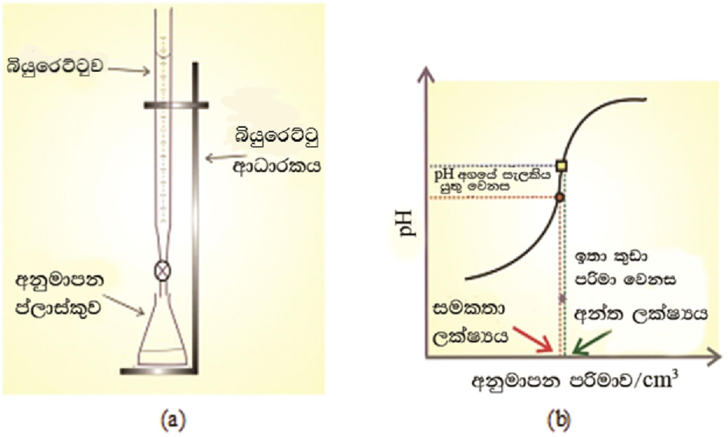
2.2.11 පරිමාමිතික අනුමාපන

අනුමාපනයක් යනු යම් ද්‍රාවණයක සාන්ද්‍රණය, සම්මත (ප්‍රාමාණික) ද්‍රාවණයක් යනුවෙන් හැඳින්වෙන සාන්ද්‍රණය දන්නා තවත් ද්‍රාවණයක් භාවිතයෙන් නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රියාවලියකි. මේ ක්‍රියාවලියේ දී සාමාන්‍යයෙන් අපි පරිමා මැනීමක් කරමු. එසේ කර එක් ප්‍රතික්‍රියකයක් හා සම්පූර්ණයෙන් ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට අවශ්‍ය තවත් ද්‍රව්‍යයක පරිමාව සොයා ගනිමු. පරිමාව නිර්ණය කිරීම අප ප්‍රතික්‍රියාව සම්පූර්ණ වීම හඳුනා ගන්නා ආකාරය මත රඳා පවතී.

සමකතා ලක්ෂ්‍යය හා අන්ත ලක්ෂ්‍යය

අනුමාපනයක් නිරවද්‍ය වනු පිණිස අප අනුමාපකයෙන් (බියුරෙට්ටුවේ තබනු ලබන දන්නා සාන්ද්‍රණයකින් යුත් ද්‍රාවණය) ස්ටොයිකියොමිතිකව සමක ප්‍රමාණයක් විශ්ලේෂ්‍යය අඩංගු ද්‍රාවණයට (අනුමාපන ප්ලාස්කුවෙහි තබනු ලබන නොදන්නා සාන්ද්‍රණයෙන් යුත් ද්‍රාවණය) එකතු කෙරේ. මේ ස්ටොයිකියොමිතික මිශ්‍රණයට ළඟා වීමට අවශ්‍ය අනුමාපක පරිමාවට අපි **සමකතා ලක්ෂ්‍යය** (V_{eq}) යැයි කියමු.

අනුමාපන ප්‍රතික්‍රියාවේ නොහොත් ප්‍රතික්‍රියාවල ස්ටොයිකියොමිතිය දන්නා විට අපට විශ්ලේෂ්‍යයේ මවුල ප්‍රමාණය ගණනය කළ හැකි ය. අවාසනාවකට මෙන් බොහෝ අනුමාපනවල දී අපට සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පැමිණ ඇති බව පැහැදිලිව හඳුනා ගැනීමට ක්‍රමයක් නැත. ඒ වෙනුවට අපේ තේරීම අනුව අප කරන්නේ **අන්ත ලක්ෂ්‍යය** පැමිණි කල්හි අනුමාපකය එකතු කිරීම නතර කිරීමයි. බොහෝ විට මේ අන්ත ලක්ෂ්‍යය දක්වෙන්නේ විශ්ලේෂ්‍යය සහිත ද්‍රාවණයට එකතු කරනු ලබන ද්‍රව්‍යයක වර්ණය වෙනස් වීමෙනි. එබඳු ද්‍රව්‍ය **දර්ශක** යනුවෙන් හඳුන්වනු ලැබේ. සාමාන්‍යයෙන් දර්ශක වර්ණය වෙනස් කරන්නේ ද්‍රාවණයේ pH අගයේ සිදු වන වෙනසත් සමඟ ය. මේ නිසා අන්ත ලක්ෂ්‍යය ලැබීමට අවශ්‍ය අනුමාපක පරිමාව සමකතා ලක්ෂ්‍ය පරිමාවට වඩා මඳක් වැඩි ය (අනුමාකයෙන් බින්දුවක් හෙවත් 0.05 cm^3ක්). අන්ත ලක්ෂ්‍යය හා සමකතා ලක්ෂ්‍යය අතර වෙනසට **අනුමාපන දෝෂය** යැයි කියනු ලැබේ. පරිමා දෙක අතර වෙනස ඉතා කුඩා වුව ද මෙය සැලකිය යුතු pH වෙනසකට හේතු වන බව අපට පෙනේ. එබැවින් අන්ත ලක්ෂ්‍යයේ දී හා සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගයයන් සංසන්දනය කළ නොහැකි ය. අනුමාපකය හා විශ්ලේෂ්‍යය යන දෙකෙහි ම සාන්ද්‍රණ දන්නා විට අපට එකතු කරනු ලබන අනුමාපකයේ පරිමාව සමඟ මනිනු ලබන යම් ගුණයක (උදා: pH අගය) වෙනස් වීමේ රටාව ගොඩනැංවිය හැකි ය. මෙමඟින් සමකතා ලක්ෂ්‍යය පැහැදිලිව අර්ථ දක්වේ. පහත රූප මඟින් අනුමාපනයේ සැකැස්ම හා අන්ත ලක්ෂ්‍යය හා සමකතා ලක්ෂ්‍යය අතර සැසඳීම පැහැදිලි කෙරේ.



2.16 රූපය **(a)** අනුමාපන සැකැස්මේ දළ සටහන: නොදන්නා සාන්ද්‍රණයෙන් යුත් ද්‍රාවණය අනුමාපන ප්ලාස්කුවේ තබා බියුරෙට්ටුවේ ඇති අනුමාපකය සෙමෙන් එකතු කිරීමෙන් ද්‍රාවණය අනුමාපනය කෙරේ. සමකතා ලක්ෂ්‍යය හා අන්ත ලක්ෂ්‍යය අතර වෙනස **(b)** ප්‍රස්තාරයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ. දර්ශකයක් භාවිතයෙන් අන්ත ලක්ෂ්‍යය නිර්ණය කරනු ලබන අතර එහි වර්ණ වෙනසක් නිරීක්ෂණය කරනු සඳහා අනුමාපකය වැඩිපුර (0.05 cm^3) අවශ්‍ය වේ. ද්‍රව්‍යවල ස්ටොයිකියොමිතික ප්‍රමාණ හරියට ම ප්‍රතික්‍රියා කරන අවස්ථාව සමකතා ලක්ෂ්‍යය වේ. එබැවින් සමකතා ලක්ෂ්‍ය පරිමාව, හැම විට ම අන්ත ලක්ෂ්‍ය පරිමාවට වඩා අඩුය. කෙසේ වුව ද මේ අල්ප පරිමා වෙනස pH අගයේ විශාල වෙනසකට හේතු වේ.

අම්ල - හස්ම අනුමාපන

මේ කොටසෙහි දී අපි පහත දක්වෙන සිව් වැදෑරුම් අනුමාපන පිළිබඳ හදාරන්නෙමු.

(i) ප්‍රබල අම්ලයක් හා ප්‍රබල හස්මයක් අතර
(ii) දුබල අම්ලයක් හා ප්‍රබල හස්මයක් අතර
(iii) ප්‍රබල අම්ලයක් හා දුබල හස්මයක් අතර
(iv) දුබල අම්ලයක් හා දුබල හස්මයක් අතර

සෑදෙන ලවණයේ කැටායනය හා ඇනායනය යන දෙක ම ජලවිච්ඡේදනය වන බැවින් දුබල අම්ලයක් හා දුබල හස්මයක් අතර අනුමාපනය සංකීර්ණ වේ.

පහත දක්වෙන කොටසේ දී එක් එක් අනුමාපනය සම්බන්ධ සමකතා ලක්ෂ්‍යය හා අනුමාපනය පුරා (අනුමාපකයේ පරිමාව සමඟ) pH අගයේ වෙනස් වීම හා එහි ගණනය විෂය කර ගනිමින් ඉහත දක්වෙන අනුමාපන සතර පිළිබඳ අධ්‍යයනය කරමු. සරල වශයෙන් එය, දන්නා සාන්ද්‍රණයෙන් යුත් විශ්ලේෂ්‍යය හා දන්නා සාන්ද්‍රණයෙන් යුත් අනුමාපකය අතර අනුමාපනය සලකා බලමින් pH අගයේ විචලනය සෛද්ධාන්තිකව අවබෝධ කර ගැනීමේ උත්සාහයකි. මෙහි ලා අපි සෛද්ධාන්තිකව **අනුමාපන වක්‍ර** (පරිමාවට එරෙහිව pH අගය) ගොඩ නංවන්නෙමු. අනුමාපන වක්‍රයක්, අනුමාපකයේ එකතු කිරීමත් සමඟ pH අගය වැනි ගුණයක් කෙසේ වෙනස් වන්නේ ද යන්න දෘශ්‍ය රූපයක ආකාරයෙන් නිරූපණය කරයි.

- **ප්‍රබල අම්ල - ප්‍රබල භස්ම අනුමාපන**

0.100 mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණ 25.00 cm^3ක් 0.100 mol dm^{-3} NaOH ද්‍රාවණයක් සමඟ සිදු කෙරෙන අනුමාපනය සලකන්න.

(සටහන: බියුරට්ටුවෙන් හා පිපෙට්ටුවෙන් 0.00 cm^3ක නිරවද්‍යතාවෙන් යුක්තව පරිමා මැන ගත හැකි ය**).**

සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ,

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

HCl(aq), NaOH(aq) හා NaCl(aq) ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය බැවින් ඉහත ප්‍රතික්‍රියාව අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

$$H^+(aq) + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$$

ද්‍රාවණයේ pH අගය, NaOH ද්‍රාවණ පරිමාව එකතු කෙරෙන එක් එක් අදියරේ දී එහි ඇති $H^+(aq)$ හා $OH^-(aq)$ අයනවල සාපේක්ෂ සාන්ද්‍රණ මත රඳා පවතින බව අපි දකිමු. එබැවින් සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පෙර, සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී හා සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පසු යන අවස්ථාවල දී pH අගය සලකා බැලීමේ හැකියාව තිබේ.

අපි පළමුව සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පැමිණීම සඳහා අවශ්‍ය NaOH පරිමාව ගණනය කරමු. සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී,

HCl මවුල ප්‍රමාණය = NaOH මවුල ප්‍රමාණය (HCl හා NaOH අතර ස්ටොයිකියොමිතිය 1 : 1 බැවින්)

$C_aV_a = C_bV_b$ සූත්‍රය යෙදීමෙන්
(මෙහි a අකුරෙන් HCl ද, b අකුරෙන් NaOH ද දැක්වේ).

(i) සමකතා ලක්ෂ්‍යය ලැබීමය අවශ්‍ය NaOH ද්‍රාවණ පරිමාව V_b වේ.

$$0.100 \times 25.00 = 0.100 \times V_b$$
$$\therefore V_b = 25.00\ cm^3$$

(ii) ආරම්භයේ දී ද්‍රාවණයේ HCl සාන්ද්‍රණය 0.100 mol dm^{-3} වේ. HCl ප්‍රබල අම්ලයක් බැවින් ද්‍රාවණයේ pH අගය පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log[HCl] = -\log(0.100) = 1.00$$

(iii) සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පෙර HCl වැඩිපුර පවතින අතර, pH අගය තීරණය වන්නේ වැඩිපුර ඇති HCl සාන්ද්‍රණයෙනි. NaOH ද්‍රාවණ 10.00 cm^3ක්, එනම් පවතින HCl ප්‍රමාණයට සංසන්දකව ස්ටොයිකියොමිතික ලෙස අඩු NaOH ප්‍රමාණයක් එකතු කිරීමෙන් පසු වැඩිපුර ඇති HCl සාන්ද්‍රණය හා pH අගය මෙසේ සෙවිය හැකි ය:

ආරම්භක HCl ප්‍රමාණය $= \frac{0.100\ \text{mol}}{1.0\ \text{dm}^3} \times 25.00\ \text{cm}^3 \times \frac{1.0\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3}$

$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කළ NaOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100\ \text{mol}}{1.0\ \text{dm}^3} \times 10.00\ \text{cm}^3 \times \frac{1.0\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3}$

$= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ HCl ප්‍රමාණය $= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි HCl ප්‍රමාණය $= (2.50 \times 10^{-3} - 1.00 \times 10^{-3})$ mol

$= 1.50 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි HCl (H_3O^+) සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.5\times10^{-3}\ \text{mol}}{35.00\ \text{cm}^3} \times \frac{1000\ \text{cm}^3}{1.0\ \text{dm}^3}$

$= 0.043\ \text{mol dm}^{-3}$

∴pH = -log (0.043) = 1.37

(iv) සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී (NaOH ද්‍රාවණ 25.00 cm^3ක් එකතු කිරීමෙන් පසු) සියලු H^+ හා OH^- අයන වැය වී ඇත. Na^+ හා Cl^- අයන ලෙස පවතින NaCl ලවණ ද ජලවිච්ඡේදනයට භාජන නො වේ. එබැවින් ප්‍රබල අම්ල - ප්‍රබල භස්ම ප්‍රතික්‍රියාවක සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී වැදගත් වන්නා වූ එක ම සමතුලිතතා ප්‍රතික්‍රියාව (ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව) නම්,

$$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons 2H_2O(l)$$

සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී $[H^+(aq)]=[OH^-(aq)]$ හා ද්‍රාවණයේ pH = 7.00.

(v) NaOH ද්‍රාවණ 35.00 cm^3ක් හෙවත් තිබෙන HCl ප්‍රමාණයට සංසන්දකව ස්ටොයිකියොමිතික වශයෙන් අතිරික්ත NaOH ප්‍රමාණයක් එකතු කිරීමෙන් පසු වැඩිපුර ඇති (ඉතිරි) NaOH සාන්ද්‍රණය සොයා ගත යුතු ය.

ආරම්භක HClප්‍රමාණය $= \frac{0.100\ \text{mol}}{1.0\ \text{dm}^3} \times 25.00\ \text{cm}^3 \times \frac{1.0\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3}$

$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කළ NaOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100\ \text{mol}}{1.0\ \text{dm}^3} \times 35.00\ \text{cm}^3 \times \frac{1.0\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3}$

$= 3.50 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ HCl ප්‍රමාණය $= 2.5 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි NaOH ප්‍රමාණය $= (3.50 \times 10^{-3} - 2.50 \times 10^{-3})$ mol

$= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි NaOH (OH^-) සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.0\times10^{-3}\ \text{mol}}{60.00\ \text{cm}^3} \times \frac{1000\ \text{cm}^3}{1.0\ \text{dm}^3}$

$= 0.017\ \text{mol dm}^{-3}$

∴pOH = -log (0.017) = 1.77

∴pH = 14.00 - 1.77 = 12.23

වැදගත්: pH = 7 පමණ දී pH වක්‍රය යම් හැරවුමකට භාජනය වන බව මින් අපට පෙනේ. සමකතා ලක්ෂ්‍යය ආසන්නයේ දී pH අගයේ වෙනස් වීම කෙරෙහි අවධානය යොමු කරමු.

NaOH ද්‍රාවණ 24.90 cm^3 එකතු කිරීම:
NaOHද්‍රාවණ 24.90 cm^3ක්, එනම් පවතින HCl ප්‍රමාණයට සංසන්දකව ස්ටොයිකියොමිතික වශයෙන් අඩු NaOH ප්‍රමාණයක් එකතු කිරීමෙන් පසු වැඩිපුර ඇති HCl හි සාන්ද්‍රණය සෙවිය යුතු ය.

ආරම්භක HCl ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 25.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කළ NaOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 24.90 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 2.49 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ HCl ප්‍රමාණය $= 2.49 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි HCl ප්‍රමාණය $= (2.50 \times 10^{-3} - 2.49 \times 10^{-3})$ mol

$= 1.00 \times 10^{-5}$ mol

∴ඉතිරි HCl (H_3O^+) සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.00 \times 10^{-5} \text{ mol}}{49.90 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3}$

$= 2.00 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

∴pH = -log (2.00×10^{-4}) = 3.7

NaOH ද්‍රාවණ 25.10 cm^3 එකතු කිරීම:
25.00 cm^3ට වඩා වැඩි NaOH ද්‍රාවණ පරිමා හෙවත් පවත්නා HCl ප්‍රමාණයට සංසන්දකව ස්ටොයිකියොමිතික වශයෙන් වැඩි NaOH ප්‍රමාණ එකතු කිරීමෙන් පසු, වැඩිපුර NaOHහි සාන්ද්‍රණය සෙවිය යුතු ය.

ආරම්භක HCl ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 25.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කළ NaOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 25.10 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 2.51 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ HCl ප්‍රමාණය $= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි NaOH ප්‍රමාණය $= (2.51 \times 10^{-3} - 2.50 \times 10^{-3})$ mol

$= 1.0 \times 10^{-5}$ mol

∴ඉතිරි NaOH (OH^-) සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}}{50.10 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3}$

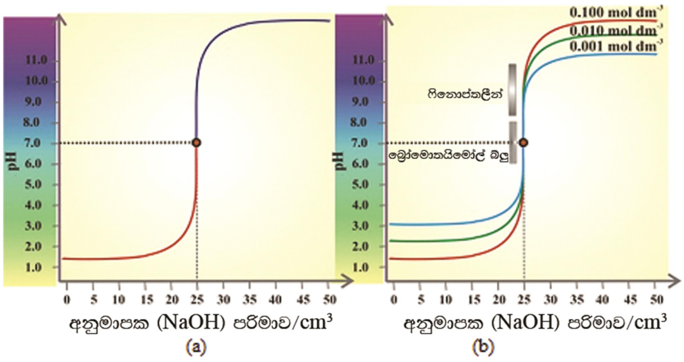
$= 2.00 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

∴pOH = -log (2.00×10^{-4}) = 3.7

∴pH = 14.00 - 3.70 = 10.30

මේ ප්‍රබල අම්ල - ප්‍රබල භස්ම අනුමාපනයේ සමකතා ලක්ෂ්‍යය සමීපයේ දී pH අගයේ කැපී පෙනෙන වෙනසක් (0.020 cm^3 පරිමා වෙනසක් ඇතුළත pH ඒකක 6.6ක වෙනසක්) සිදු වන බව අපට දැකිය හැකි ය. එකතු කරන ලද NaOH ද්‍රාවණ පරිමාවට එරෙහිව ගණනය

කරන ලද pH අගයයන් ප්‍රස්තාරගත කිරීමෙන් අපට 2.17(a) රූපයේ දැක්වෙන pH වක්‍රය ලබා ගත හැකි ය. අම්ලයේ හා හස්මයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණයේ වෙනසත් සමග pH වක්‍රවල හැසිරීම 2.17(b) රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ.



2.17 රූපය **(a)** 0.100 mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණ 25.00 cm^3ක්, 0.100 mol dm^{-3} NaOH ද්‍රාවණයක් සමග අනුමාපනය කිරීමට අදාළ අනුමාපන වක්‍රය. NaOH ද්‍රාවණ 25.00 cm^3 එකතු කළ විට එළඹෙන pH = 7.0 වූ සමකතා ලක්ෂ්‍යය ආසන්නයේ දී අති ශීඝ්‍ර pH වෙනසක් ඇති වේ. **(b)** රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරෙනුයේ HClහි හා NaOHහි ආරම්භක සාන්ද්‍රණයේ සිදු වන විචලන සමග pH වක්‍රවල සිදු වන වෙනසයි. ආරම්භක සාන්ද්‍රණය අඩු වන විට pH වක්‍රයේ පැතිරීම අඩු වේ. ෆිනෝප්තලීන් හා බ්‍රෝමොතයිමොල් බ්ලූ දර්ශකවල කාර්යය අන් තැනෙක සාකච්ඡා කෙරේ.

- **දුබල අම්ල - ප්‍රබල හස්ම අනුමාපන**

දුබල අම්ලයක් වන ඇසිටික් අම්ලය හා ප්‍රබල හස්මයක් වන සෝඩියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අතර ප්‍රතික්‍රියාව සලකමු.

$$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$$

NaOH ප්‍රබල හස්මයක් බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වෙන පරිදි ලිවිය හැකි ය.

$$CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$$

ඉහත අප විසින් සාකච්ඡා කරන ලද පරිදි $CH_3COO^-(aq)$ අයනය ජලවිච්ඡේදනයට භාජන වේ. අනුමාපනයේ සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය නිර්ණය වනුයේ මේ ප්‍රතික්‍රියාවෙනි.

ඇසිටේට් අයනය ජලවිච්ඡේදනය වන්නේ මෙසේ ය:

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$$

එබැවින් සෝඩියම් ඇසිටේට් පමණක් පවත්නා සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී ඇසිටේට් අයනයේ ජලවිච්ඡේදනය කරණ කොට ගෙන නිපදෙන වැඩිපුර $OH^-(aq)$ අයන හේතුවෙන් ද්‍රාවණයේ pH අගය 7ට වැඩි වේ. දුබල අම්ලයක් හා දුබල හස්මයක් අතර කෙරෙන මේ වර්ගයේ අනුමාපනයක අනුමාපන වක්‍රය පිළිබඳ අවබෝධයක් ලැබීමට දැන් අපි උත්සාහ කරමු.

0.100 mol dm^{-3} $CH_3COOH(aq)$ ද්‍රාවණ 25.00 cm^3ක් හා 0.100 mol dm^{-3} NaOH ද්‍රාවණයක් අතර සිදු වන අනුමාපනය සලකා බලමු. $K_a(CH_3COOH) = 1.80 \times 10^{-5}$

ද්‍රාවණයේ pH අගය, ඒ ඒ අවස්ථාවේ දී එකතු කෙරෙන NaOH ද්‍රාවණ පරිමාවට අනුව පවතින විඝටනය නොවූ $CH_3COOH(aq)$ හා $CH_3COO^-(aq)$ අයනවල (CH_3COONa ලෙස සෑදෙන) සාපේක්ෂ සාන්ද්‍රණ මත රඳා පවතින බව අපට පෙනේ. ප්‍රබල අම්ල - ප්‍රබල භස්ම අනුමාපනයක දී සේ ම මෙහි දී ද අපට සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී, සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පෙර හා සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පසු යන අවස්ථාවල දී ද්‍රාවණයේ pH අගය සැලකිල්ලට ගත හැකි ය.

පළමුවෙන් අපි සමකතා ලක්ෂ්‍යය සඳහා අවශ්‍ය NaOH ද්‍රාවණ පරිමාව ගණනය කරමු. සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී,

CH_3COOH මවුල ප්‍රමාණය = NaOH මවුල ප්‍රමාණය (CH_3COOH හා NaOH අතර ස්ටොයිකියොමිතිය 1 : 1 බැවින්)

$C_aV_a = C_bV_b$ සූත්‍රය යෙදීමෙන්,
(මෙහි 'a'වලින් CH_3COOH ද 'b'වලින් NaOH ද සංකේතවත් වේ)

(i) සමකතා ලක්ෂ්‍යය ලැබීම සඳහා අවශ්‍ය NaOH ද්‍රාවණ පරිමාව V_b නම්,

$$0.100 \times 25.00 = 0.100 \times V_b$$
$$\therefore V_b = 25.00 \text{ cm}^3$$

(ii) ආරම්භයේ දී ද්‍රාවණය CH_3COOHවලට සාපේක්ෂව 0.100 mol dm^{-3} වේ. CH_3COOH දුබල අම්ලයක් බැවින්, $[H_3O^+]$ නිර්ණය වනුයේ එහි භාගික අයනීකරණයෙනි. එනම්,

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

$\boldsymbol{K_a}$ භාවිතයෙන් $[H_3O^+]$ මෙසේ ගණනය කරමු.

	$CH_3COOH(aq) + H_2O(l)$	$\rightleftharpoons CH_3COO^-(aq)$	$+ H_3O^+(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.1	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	x	$+x$	$+x$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	$(0.10-x)$	$+x$	$+x$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය / mol dm^{-3}	0.10	$+x$	$+x$

($(0.10 - x) \sim 0.1$ සන්නිකර්ෂණය අනුව)

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = \frac{x^2}{(0.1)} = 1.80 \times 10^{-5}$$
$$x^2 = 1.80 \times 10^{-6}$$
$$x = 1.34 \times 10^{-3}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log[1.34 \times 10^{-3}] = 2.87$$

නැත හොත් $K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]}$

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)]^2}{C_0},$$

C_0 යනු අම්ලයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණය යි.

$$[H_3O^+(aq)] = (K_aC_0)^{1/2}$$

$$-\log[H_3O^+(aq)] = -\log(K_a)^{\frac{1}{2}} - \log(C_0)^{\frac{1}{2}}$$

$$-\log[H_3O^+(aq)] = -\frac{1}{2}\log(K_a) \quad -\frac{1}{2}\log(C_0)$$

$$pH = -\frac{1}{2}pK_a - \frac{1}{2}\log(C_0)$$

(iii) සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පෙර, එකතු කරන ලද NaOH ප්‍රමාණය ස්ටොයිකියොමිතික වශයෙන් ද්‍රාවණයේ ඇති CH_3COOH ප්‍රමාණයට වඩා අඩු ය. එබැවින් ද්‍රාවණයේ විඝටනය නොවුණු CH_3COOH අම්ලය හා CH_3COONa ලවණය අඩංගු වේ. තවත් අයුරකින් පවසත හොත් දැන් අප සතුව ඇත්තේ දුබල අම්ලයක හා එහි ලවණයේ (සංයුග්මක භස්මයේ) මිශ්‍රණයකි; එනම් ස්වාරක්ෂක pH අගය ගණනය කරනු පිණිස ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණ පිළිබඳ අප දැනුමේ පිහිටා අපට හෙන්ඩසන් - හැසල්බල්ච් සමීකරණය භාවිත කළ හැකි ය.

0.100 mol dm^{-3} NaOH ද්‍රාවණයෙන් 10.00 cm^{3}ක් එකතු කිරීමෙන් පසු තත්ත්වය සලකා බලමු.

$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$

ආරම්භක CH_3COOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 25.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$
$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කරන ලද NaOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 10.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$
$= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ CH_3COOH ප්‍රමාණය $= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි CH_3COOH ප්‍රමාණය $= (2.50 \times 10^{-3} - 1.00 \times 10^{-3})$ mol
$= 1.50 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි CH_3COOH සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.5\times10^{-3} \text{ mol}}{35.00 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3}$
$= 0.043$ mol dm^{-3}

සෑදුණු CH_3COONa ප්‍රමාණය = එකතු කරන ලද NaOH ප්‍රමාණය $= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

සෑදුණු CH_3COONa සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.0\times10^{-3} \text{ mol}}{35.00 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3}$
$= 0.029$ mol dm^{-3}

මේ අගය ආදේශයෙන්,

$$pH = pK_a + \log\frac{[\text{සංයුග්මක භස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$$

$$pH = 4.74 + \log\frac{(0.029)}{(0.043)}$$

$$pH = 4.57$$

(iv) සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී (NaOH ද්‍රාවණ 25.00 cm^3ක් එකතු කළ විට) සියලු CH_3COOH හා NaOH ප්‍රමාණ වැය වී ඇත. සෑදුණු CH_3COONa ලවණය මෙසේ ජලවිච්ඡේදනය වේ.

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$$

$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$ ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව
සෑදුණු CH_3COONa ($CH_3COO^-(aq)$) ප්‍රමාණය = 2.50×10^{-3} mol

$\therefore$ ලවණයේ සාන්ද්‍රණය $= \dfrac{2.5\times10^{-3}\text{ mol}}{50.00\text{ cm}^3} \times \dfrac{1000\text{ cm}^3}{1.0\text{ dm}^3}$

$= 0.05\text{ mol dm}^{-3}$

	$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$ $CH_3COOH(aq)$	$+ OH^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.05	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	$-x$	$+x$	$+x$
$\therefore$ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	$(0.05-x)$	$+x$	$+x$
$\therefore$ සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.05	$+x$	$+x$

(($0.05 - x$) ~ 0.05 සන්නිකර්ෂණය අනුව)

ඉහත ජලවිච්ඡේදන ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා $\boldsymbol{K_b}$ ප්‍රකාශනය මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

$$K_b = \frac{[OH^-(aq)][CH_3COOH(aq)]}{[CH_3COO^-(aq)]} = \frac{x^2}{(0.05)} = \frac{K_w}{K_a} = 5.6 \times 10^{-10}$$

$$x = [OH^-(aq)] = 5.3 \times 10^{-6}\text{ mol dm}^{-3}$$

$$\therefore pOH = 5.28$$

$$\therefore pH = 14.00 - 5.28$$

$$\therefore pH = 8.72$$

$$\boldsymbol{K_b} = \frac{[OH^-(aq)][CH_3COOH(aq)]}{[CH_3COO^-(aq)]}$$

$$\boldsymbol{K_b} = \frac{[OH^-(aq)]^2}{\boldsymbol{S}},$$

$\boldsymbol{S}$ යනු ලවණයේ සාන්ද්‍රණය වේ

$$[OH^-(aq)] = (\boldsymbol{K_b}\,\boldsymbol{S})^{1/2}$$

$$-\mathbf{log}[OH^-(aq)] = -\mathbf{log}(\boldsymbol{K_b})^{\frac{1}{2}} - \mathbf{log}(\boldsymbol{S})^{\frac{1}{2}}$$

$$-\mathbf{log}[OH^-(aq)] = -\frac{1}{2}\mathbf{log}(\boldsymbol{K_b}) - \frac{1}{2}\mathbf{log}\,\boldsymbol{S}$$

$$\mathbf{pOH} = -\frac{1}{2}\mathbf{p}\boldsymbol{K_b} - \frac{1}{2}\mathbf{log}\,\boldsymbol{S}$$

ආදේශයෙන්,

$$\mathbf{pH} + \mathbf{pOH} = \mathbf{p}\boldsymbol{K_w} \text{ හා } \mathbf{p}\boldsymbol{K_a} + \mathbf{p}\boldsymbol{K_b} = \mathbf{p}\boldsymbol{K_w}$$

$$\mathbf{p}\boldsymbol{K_w} - \mathbf{pH} = -\frac{1}{2}(\mathbf{p}\boldsymbol{K_w} - \mathbf{p}\boldsymbol{K_a}) - \frac{1}{2}\mathbf{log}\,\boldsymbol{S}$$

$$\therefore \mathbf{pH} = \frac{1}{2}\mathbf{p}\boldsymbol{K_a} + \frac{1}{2}\mathbf{p}\boldsymbol{K_w} + \frac{1}{2}\mathbf{log}\,\boldsymbol{S}$$

(v) සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පසු ආරම්භයේ දී තිබුණු සියලු CH_3COOH ප්‍රමාණය CH_3COONa ලවණය බවට පරිවර්තනය වන අතර වැඩිපුර ඇති NaOH, OH^- ලෙස පවතී. එබැවින් මිශ්‍රණයේ pH අගය වැඩිපුර $OH^-(aq)$ සාන්ද්‍රණයෙන් නිර්ණය වේ.

NaOH ද්‍රාවණයෙන් 35.00 cm^3ක්, එනම් පවතින CH_3COOH ප්‍රමාණයට සංසන්දනාත්මක ව ස්ටොයිකියොමිතිකව වැඩි NaOH ප්‍රමාණයක් එකතු කිරීමෙන් පසු, වැඩිපුර NaOH හි සාන්ද්‍රණය සෙවිය යුතු වේ.

ආරම්භක CH_3COOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100\ \text{mol}}{1.0\ \text{dm}^3} \times 25.00\ \text{cm}^3 \times \frac{1.0\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3}$
$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කළ NaOH ප්‍රමාණය $= \frac{0.100\ \text{mol}}{1.0\ \text{dm}^3} \times 35.00\ \text{cm}^3 \times \frac{1.0\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3}$
$= 3.50 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ CH_3COOH ප්‍රමාණය $= 2.5 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි NaOH ප්‍රමාණය $= (3.50 \times 10^{-3} - 2.50 \times 10^{-3})$ mol
$= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි NaOH (OH^-) සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.0\times10^{-3}\ \text{mol}}{60.00\ \text{cm}^3} \times \frac{1000\ \text{cm}^3}{1.0\ \text{dm}^3}$
$= 0.017$ mol dm^{-3}

∴pOH = -log (0.017) = 1.77

∴pH = 14.00 - 1.77 = 12.23

හෝ, සමකතා ලක්ෂ්‍යයෙන් පසු $[H_3O^+(aq)] = \frac{K_w}{[OH^-(aq)]}$

$[OH^-(aq)]$ යනු ප්‍රබල භස්මයේ වැඩිපුර සාන්ද්‍රණය වේ

වැඩිපුර $[OH^-(aq)] = B'$යැයි සැලකූ විට,

$$[H_3O^+(aq)] = \frac{K_w}{B'}$$

$$-\log[H_3O^+(aq)] = -\log(K_w) - (-\log B')$$

$$\mathbf{pH} = \mathbf{p}K_w + \log(B')$$

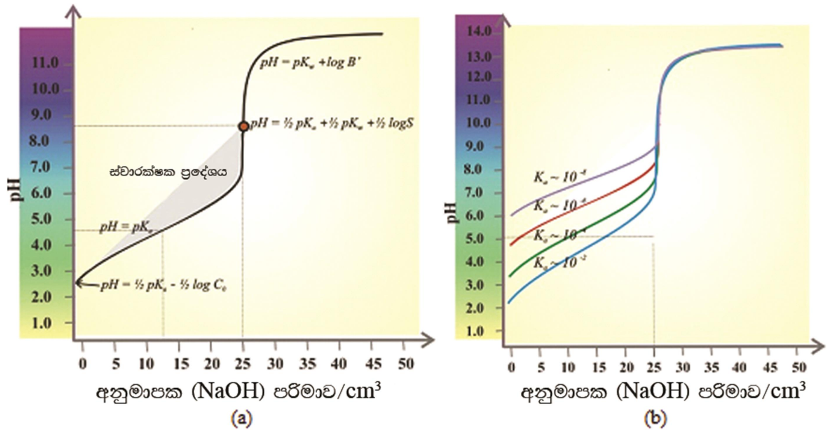
අර්ධ සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\frac{[\text{සංයුග්මක භස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$$

අම්ලයේ හා සංයුග්මක භස්මයේ සාන්ද්‍රණ සමාන ය.

$$\therefore \mathbf{pH} = \mathbf{p}K_a$$

ඉහත කරුණු 2.18 රූපයේ pH වක්‍රයෙන් සම්පිණ්ඩනය කර දැක්විය හැකි ය.



2.18 රූපය **(a)** 0.100 mol dm^{-3} CH_3COOH ද්‍රාවණ 25.00 cm^3 ක් 0.100 mol dm^{-3} NaOH සමඟ අනුමාපනය කිරීමට අදාළ අනුමාපන වක්‍රය. සමකතා ලක්ෂ්‍යය පවතින්නේ pH අගය 8.72 වූ භාස්මික ප්‍රදේශයේ ය. මේ අනුමාපනවල සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පහළින් ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක් සෑදේ (මේ පිළිබඳව 12.3 කොටසේ දී පැහැදිලි කෙරේ). ලාක්ෂණික ලක්ෂ්‍ය pH ශ්‍රිත සමඟ සලකුණු කර ඇත. **(b)** රූපයෙන් දුබල අම්ලයේ ප්‍රබලතාව සමඟ pH වක්‍රවල සිදු වන විචලනය සංසන්දනාත්මකව ඉදිරිපත් කෙරේ. අම්ලයේ දුබලතාව වැඩි වත් ම සමකතා ලක්ෂ්‍යය භාස්මික පැත්තට විස්ථාපනය වේ.

- **ප්‍රබල අම්ල - දුබල භස්ම අනුමාපන**

ප්‍රබල අම්ලයක් වන හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය හා දුබල භස්මයක් වන ඇමෝනියා අතර අනුමාපනය සලකා බලමු. මෙහි දී සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ,

$$HCl(aq) + NH_3(aq) \rightarrow NH_4Cl(aq)$$

නැත හොත් සරල ලෙස,

$$H^+(aq) + NH_3(aq) \rightarrow NH_4^+(aq)$$

$NH_4^+(aq)$ අයනයේ ජලවිච්ඡේදනය නිසා සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය 7ට වඩා අඩු ය.

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$

ජලීය ඇමෝනියා ද්‍රාවණයක වාෂ්පශීලිභාවය නිසා බියුරට්ටුවෙන් හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය ඇමෝනියා ද්‍රාවණයට එකතු කිරීම වඩා යෝග්‍ය ය.

නිදසුන:

NH_3 දුබල හස්මයේ 0.10 mol dm^{-3} ද්‍රාවණයකින් 25.00 cm^3ක්, HCl ප්‍රබල අම්ලයේ 0.10 mol dm^{-3} ද්‍රාවණයක් සමඟ අනුමාපනය කරතැයි සිතමු.

ද්‍රාවණයේ pH අගය, HCl අම්ල ද්‍රාවණය එකතු කෙරෙන ඒ ඒ අවස්ථාවල දී එහි ඇති NH_4Cl හා විඝටනය නොවුණු NH_3 හි සාපේක්ෂ සාන්ද්‍රණ මත රඳී පවතින බව අපට පෙනේ. එබැවින් දුබල අම්ල - ප්‍රබල හස්ම අනුමාපනයේ සේ ම මෙහි ද සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී, සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පෙර හා සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පසු pH අගය සැලකිල්ලට ගත හැකි ය.

පළමු ව අපි සමකතා ලක්ෂ්‍යය සඳහා අවශ්‍ය HCl අම්ල ද්‍රාවණ පරිමාව ගණනය කරමු. සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී,

NH_3 මවුල ප්‍රමාණය = HCl මවුල ප්‍රමාණය (NH_3 හා HCl අතර ස්ටොයිකියෝමිතිය 1:1 බැවින්)

$C_aV_a = C_bV_b$ සූත්‍රය භාවිතයෙන්

(i) සමකතා ලක්ෂ්‍යය සඳහා අවශ්‍ය HCl අම්ල පරිමාව V_b නම්,

$$0.100 \times 25.00 = 0.100 \times V_b$$

$$\therefore V_b = 25.00 \text{ cm}^3$$

(ii) ආරම්භයේ දී NH_3 ද්‍රාවණයේ සාන්ද්‍රණය 0.100 mol dm^{-3} වේ. NH_3 දුබල හස්මයක් බැවින් $[OH^-(aq)]$ එහි භාගික අයනීකරණය විසින් නිර්ණය වේ.

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

K_b භාවිතයෙන් $[OH^-]$ මෙසේ ගණනය කළ හැකි යː

	$NH_3(aq) + H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$ $NH_4^+(aq)$	$+ OH^-(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.1	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	$-x$	$+x$	$+x$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	$(0.10 - x)$	$+x$	$+x$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.10	$+x$	$+x$

($(0.10 - x) \sim 0.1$ සන්නිකර්ෂණයට අනුව)

$$K_b = \frac{[NH_4^+(aq)][OH^-(aq)]}{[NH_3(aq)]} = \frac{x^2}{(0.1)} = 1.80 \times 10^{-5}$$

$$x^2 = 1.80 \times 10^{-6}$$

$$x = 1.34 \times 10^{-3}$$

$$pOH = -\log[OH^-(aq)] = -\log[1.34 \times 10^{-3}] = 2.87$$

$$\therefore pH = 14.00 - 2.87 = 11.13$$

(iii) සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පෙර, එකතු කරන ලද HCl ප්‍රමාණය ද්‍රාවණයේ අඩංගු NH_3 ප්‍රමාණයට වඩා ස්ටොයිකියොමිතික වශයෙන් අඩු ය. එබැවින් ද්‍රාවණයේ විඝටනය නොවුණු NH_3 හා NH_4Cl ලවණය අඩංගු වේ. වෙනත් වචනවලින් කිව හොත් ද්‍රාවණයේ ඇත්තේ දුබල හස්මයකින් හා එහි ලවණයකින් (සංයුග්මක අම්ලය) යුත්

ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයකි. එහි pH අගය ගණනය කරනු පිණිස අපට ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණ පිළිබඳ දැනුම භාවිතයට ගත හැකි ය.

0.100 mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණ 10.00 cm^3 ක් එකතු කිරීමෙන් පසු ඇති වන තත්ත්වය විමසා බලමු.

$$HCl(aq) + NH_3(aq) \rightarrow NH_4Cl(aq)$$

ආරම්භක NH_3 ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 25.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කරන ලද HCl ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 10.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ NH_3 ප්‍රමාණය $= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි NH_3 ප්‍රමාණය $= (2.50 \times 10^{-3} - 1.00 \times 10^{-3})$ mol

$= 1.50 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි NH_3 සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.5\times10^{-3} \text{ mol}}{35.00 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3}$

$= 0.043 \text{ mol dm}^{-3}$

සෑදුණු NH_4Cl ප්‍රමාණය = එකතු කළ HCl ප්‍රමාණය = 1.0×10^{-3} mol

සෑදුණු NH_4Cl හි සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.0\times10^{-3} \text{ mol}}{35.00 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3} = 0.029 \text{ mol dm}^{-3}$

සමීකරණයේ ආදේශයෙන්

$$pOH = pK_b + \log \frac{[\text{සංයුග්මක හස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$$

$$pOH = 4.74 + \log \frac{(0.029)}{(0.043)}$$

$$pOH = 4.57$$

$$\therefore pH = 14.00 - 4.57 = 9.43$$

(iv) සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී (HCl ද්‍රාවණ 25.00 cm^3ක් එකතු කිරීමෙන් පසු) සියලු NH_3 හා HCl ප්‍රමාණ වැය වී ඇත. සෑදෙන NH_4Cl ලවණය පහත දැක්වෙන පරිදි ජලවිච්ඡේදනය වේ.

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$

$HCl(aq) + NH_3(aq) \rightarrow NH_4Cl(aq)$ ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව

සෑදුණු NH_4Cl (NH_4^+ (aq)) ප්‍රමාණය = 2.50×10^{-3} mol

∴ ලවණයේ සාන්ද්‍රණය $= \frac{2.5\times10^{-3} \text{ mol}}{50.00 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3} = 0.05 \text{ mol dm}^{-3}$

	$NH_4^+(aq) + H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$ $NH_3(aq)$	$+ H_3O^+(aq)$
ආරම්භක සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.05	0	0
සාන්ද්‍රණ වෙනස/ mol dm^{-3}	$-x$	$+x$	$+x$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	$(0.05-x)$	$+x$	$+x$
∴සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය/ mol dm^{-3}	0.05	$+x$	$+x$

($(0.05 - x) \sim 0.05$ උපකල්පනය අනුව)

ඉහත ජලවිච්ඡේදන ප්‍රතික්‍රියාවේ $\boldsymbol{K_b}$ සඳහා ප්‍රකාශනය මෙසේ ය.

$$K_b = \frac{[NH_3(aq)][H_3O^+(aq)]}{[NH_4{}^+(aq)]}$$

$$5.6 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.05} \text{ (උපකල්පනය අනුව)}$$

$$x^2 = 28 \times 10^{-12}$$

$$x = [H_3O^+(aq)] = 5.3 \times 10^{-6}$$

$$\therefore pH = 5.28$$

(v) සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පසුව ආරම්භයේ තිබුණු ඇමෝනියා NH_4Cl ලවණය බවට පරිවර්තනය වන අතර, අතිරික්ත HCl, H_3O^+ ලෙස පවතී. එබැවින් මිශ්‍රණයේ pH අගය නිර්ණය වන්නේ $H_3O^+(aq)$ වල අතිරික්තයේ සාන්ද්‍රණයෙනි.

HCl ද්‍රාවණ 35.00 cm^3ක්, එනම් තිබූ NH_3 ප්‍රමාණයට සංසන්දකව ස්ටොයිකියොමිතික වශයෙන් වැඩි HCl ප්‍රමාණයක් එකතු කිරීමෙන් පසු pH අගය ගණනය කරනු පිණිස වැඩිපුර (හෙවත් ඉතිරිව ඇති) HCl වල සාන්ද්‍රණය සොයා ගත යුතුය.

ආරම්භක NH_3 ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 25.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 2.50 \times 10^{-3}$ mol

එකතු කළ HCl ප්‍රමාණය $= \frac{0.100 \text{ mol}}{1.0 \text{ dm}^3} \times 35.00 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$

$= 3.50 \times 10^{-3}$ mol

∴ප්‍රතික්‍රියා කළ NH_3 ප්‍රමාණය $= 2.5 \times 10^{-3}$ mol

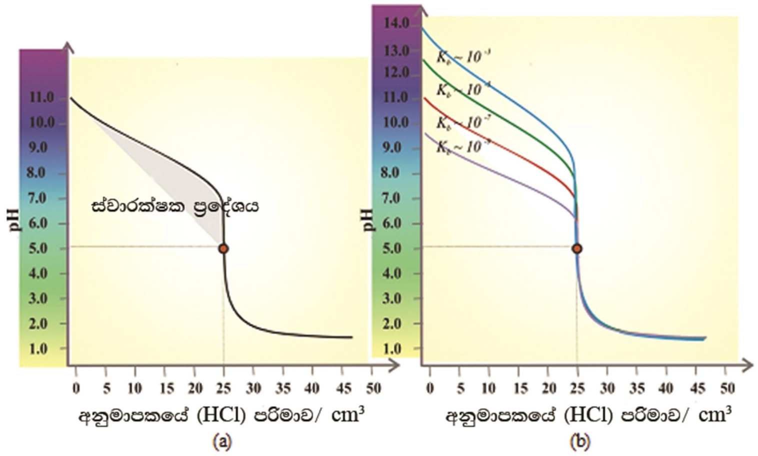
∴ඉතිරි HCl ප්‍රමාණය $= (3.50 \times 10^{-3} - 2.50 \times 10^{-3})$ mol

$= 1.0 \times 10^{-3}$ mol

∴ඉතිරි HCl ($H_3O^+(aq)$) සාන්ද්‍රණය $= \frac{1.0\times10^{-3} \text{ mol}}{60.00 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1.0 \text{ dm}^3}$

$= 0.017 \text{ mol dm}^{-3}$

∴pH = -log (0.017) = 1.77



2.19 රූපය **(a)** 0.100 mol dm^{-3} NH_3 ද්‍රාවණ 25.00 cm^3 ක් හා 0.100 mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණයක් අතර අනුමාපනය සඳහා අනුමාපන වක්‍රය. සමකතා ලක්ෂ්‍යය pH අගය 5.28 වූ ආම්ලික ප්‍රදේශයේ පිහිටයි. මේ අනුමාපනවල සමකතා ලක්ෂ්‍යයට පහළින් ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක් සෑදේ. **(b)** රූපයෙන් දුබල භස්මයේ ප්‍රබලතාව සමඟ pH වක්‍රවල සිදු වන වෙනස් වීම සංසන්දනය කෙරේ. භස්මය දුබල වත් ම, සමකතා ලක්ෂ්‍යය වඩාත් ආම්ලික පැත්තට විතැන් වේ.

- **දුබල අම්ල-දුබල භස්ම අනුමාපන**

දුබල අම්ලයක් වන ඇසිටික් අම්ලය, ඇමෝනියා සමඟ සිදු කරන ප්‍රතික්‍රියාව මේ ය.

$$CH_3COOH(aq) + NH_3(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

මෙහි ඵල වන්නේ CH_3COO^- භස්මය හා NH_4^+ අම්ලයයි. එබැවින් සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය තීරණය කෙරෙනුයේ මේවායේ ජලවිච්ඡේදන ප්‍රමාණය විසිනි. අපට මෙසේ ලිවිය හැකි ය:

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq) \quad : \boldsymbol{K_a}$$
$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \quad : \boldsymbol{K_b}$$

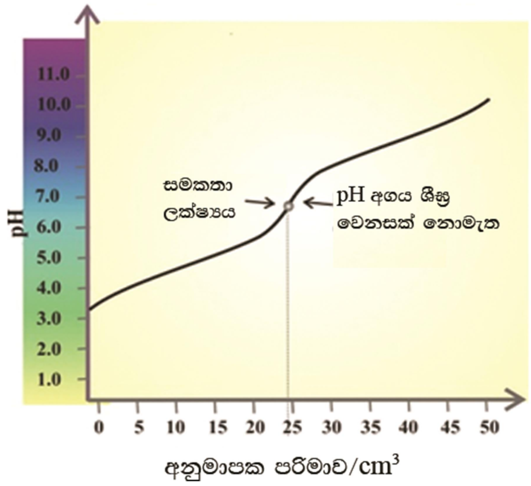
මේ ප්‍රතික්‍රියාවලින් H_3O^+ හා OH^- අයන සෑදෙන බව අපි දකිමු. ඒවා උදාසීනිකරණය වේ. උදාසීනිකරණය සිදු වුව ද සෑදෙන H_3O^+ හා OH^- ප්‍රමාණ සමාන නොවිය හැක්කේ ය. එසේ වන කල්හි සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය 7ට සමාන නොවන අතර එය රැඳී පවතින්නේ $\boldsymbol{K_a}$වල හා $\boldsymbol{K_b}$වල විශාලත්වය අනුව ය. $\boldsymbol{K_a} > \boldsymbol{K_b}$ නම් ද්‍රාවණය ආම්ලික වන අතර, $\boldsymbol{K_a} < \boldsymbol{K_b}$, නම් ද්‍රාවණය භාස්මික වේ.

මේ ආකාර අනුමාපනයක දක්නට ලැබෙන තවත් වැදගත් ලක්ෂණයක් නම් pH වක්‍රයේ අධික බෑවුමක් සහිත pH වෙනස් වීමේ ප්‍රදේශයක් නොතිබීමයි. එය ප්‍රධාන වශයෙන් පෙන්නුම් කරනුයේ හැරවුම් ලක්ෂ්‍යයකි. මේ නිසා සමකතා ලක්ෂ්‍යය හඳුනා ගැනීම සඳහා දර්ශකයක් යොදා ගැනීම දුෂ්කර වේ. එබැවින් දුබල අම්ල හා දුබල භස්ම අතර අනුමාපන සාමාන්‍යයෙන් සිදු නො කෙරේ. මේ වර්ගයේ අනුමාපනයක දී pH අගයේ සිදු වන විචලනය 2.20 රූපයෙන් දැක්වේ.

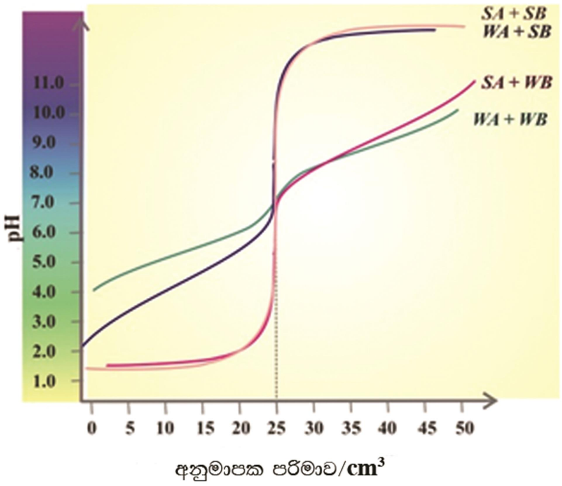
සටහන: එබැවින් ද්‍රාවණවල pH අගය, අම්ලයේ හා හස්මයේ pK අගයයන් හා පහත දැක්වෙන ගණිත සූත්‍රය භාවිතයෙන් නිර්ණය කෙරෙන බව සඳහන් කරමු.

$$pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a - pK_b)$$

වෙනස ධන වේ නම් ද්‍රාවණයේ pH අගය 7ට වඩා වැඩි වන අතර, වෙනස ඍණ වේ නම් ද්‍රාවණයේ pH අගය 7ට වඩා අඩු වේ.



2.20 රූපය 0.100 mol dm^{-3} CH_3COOH ද්‍රාවණ 25.00 cm^{3}ක් හා 0.100 mol dm^{-3} NH_3 ද්‍රාවණයක් අතර අනුමාපනය සඳහා අනුමාපන වක්‍රය. සමකතා ලක්ෂ්‍යය අම්ලයේ හා හස්මයේ සාපේක්ෂ ප්‍රබලතාව මත රැඳී පවතින බැවින් එය පිට වන ස්ථානය විනිශ්චය කිරීම දුෂ්කර ය. මේ අතර පද්ධතිවල pH හි ශීඝ්‍ර වෙනස් වීමක් නැත.



2.21 රූපය ඉහත සාකච්ඡා කරන ලද 0.100 mol dm^{-3} ඒකභාස්මික අම්ල හා 0.100 mol dm^{-3} ඒක ආම්ලික හස්ම අතර සිව්වැදෑරුම් අනුමාපනවල සාරාංශය (SA-ප්‍රබල අම්ල, SB-ප්‍රබල හස්මය, WA-දුබල අම්ල, WB-දුබල හස්මය)

2.2.12 ද්විභාස්මික හා බහුභාස්මික අම්ල සහ ද්විආම්ලික සහ බහුආම්ලික භස්ම

ඔක්සලික් අම්ලය ($H_2C_2O_4$), සල්ෆියුරික් අම්ලය (H_2SO_4) හා ෆොස්ෆොරික් අම්ලය (H_3PO_4) වැනි ඇතැම් අම්ලවල අණුවක අයනීකරණය විය හැකි ප්‍රෝටෝන එකකට වැඩි ගණනක් ඇත. එබඳු අම්ල බහුභාස්මික හෙවත් බහුප්‍රෝටික අම්ල යනුවෙන් හැඳින්වේ. H_2A ද්විභාස්මික අම්ලයේ අයනීකරණය පහත දැක්වෙන සමීකරණවලින් ප්‍රකාශිත ය:

$$H_2A(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HA^-(aq)$$

$$HA^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^{2-}(aq)$$

ඊට අදාළ සමතුලිතතා නියත (අම්ල අයනීකරණ නියත) පහත දැක්වේ:

$$K_{a_1} = \frac{[H_3O^+(aq)][HA^-(aq)]}{[H_2A(aq)]}$$

$$K_{a_2} = \frac{[H_3O^+(aq)][A^{2-}(aq)]}{[HA^-(aq)]}$$

එපරිද්දෙන් ම, B_2^- ද්විආම්ලික භස්මයේ අයනීකරණ ප්‍රතික්‍රියා පහත දැක්වෙන සමීකරණවලින් පෙන්නුම් කළ හැකි යි:

$$B^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HB^-(aq) + OH^-(aq)$$

$$HB^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2B(aq) + OH^-(aq)$$

ඊට අනුරූප සමතුලිතතා නියත (භස්ම අයනීකරණ නියත) පහත දැක්වේ:

$$K_{b_1} = \frac{[HB^-(aq)][OH^-(aq)]}{[B^{2-}(aq)]}$$

$$K_{b_2} = \frac{[H_2B(aq)][OH^-(aq)]}{[HB^-(aq)]}$$

බහුආම්ලික භස්මවල අනුමාපන

හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය හා සෝඩියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අතර අනුමාපනයේ pH වක්‍රයට ඇත්තේ එක් සමකතා (අන්ත) ලක්ෂ්‍යයක් පමණි (2.17 රූපය). එහෙත් සෝඩියම් කාබනේට් ද්‍රාවණයකට හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය එකතු කිරීමට අදාළ pH වක්‍රය (2.22 රූපය) සමකතා ලක්ෂ්‍ය දෙකක් නොහොත් pH අගයේ ශීඝ්‍ර වෙනස් වීම් දෙකක් පෙන්නුම් කරයි. මෙහි දී අනුයාත ප්‍රතික්‍රියා දෙකක් සිදු වේ. 2.22 රූපයේ අන්ත ලක්ෂ්‍ය දෙක වෙන් වෙන් ප්‍රෝටෝන හුවමාරු සමීකරණ දෙකකින් පහදා දිය හැකි ය.

සෝඩියම් කාබනේට් ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් වන අතර $Na^+(aq)$ හා $CO_3^{2-}(aq)$ අයන බවට සම්පූර්ණයෙන් විඝටනය වේ.

$$Na_2CO_3(aq) \rightarrow Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

එබැවින් මිශ්‍රණයේ ඇති ප්‍රධාන ප්‍රභේද වන්නේ $Na^+(aq)$, $CO_3^{2-}(aq)$ හා $H_2O(l)$ ය. ආරම්භක මිශ්‍රණයේ ඇති ප්‍රබලතම භස්මය කාබනේට් අයනය බැවින් අනුමාපනය ආරම්භයේ දී හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලයෙන් සැපයෙන $H^+(aq)$ අයන, $CO_3^{2-}(aq)$ අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow HCO_3^-(aq)$$

අනතුරුව, දෙවැනි ප්‍රතික්‍රියාවේ දී HCl(aq) වෙතින් සැපයෙන ප්‍රෝටෝන පළමු ප්‍රතික්‍රියාවෙන් සෑදෙන හයිඩ්‍රජන් කාබනේට් අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2CO_3(aq)$$

පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී මිශ්‍රණයේ පහත දී ඇති සමතුලිතතාව පවතින බව පැහැදිලි ය. එබැවින් pH අගය නිර්ණය කෙරෙනුයේ HCO_3^-(aq) අයනවල ජලවිච්ඡේදනයෙනි.

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq)$$

දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී මිශ්‍රණයේ පහත දක්වෙන සමතුලිතතාව පවතින අතර, එනයින් pH අගය නිර්ණය කෙරෙනුයේ H_2CO_3(aq) අම්ලයේ ජලවිච්ඡේදනයෙනි (පළමු අයනීකරණයෙනි).

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

ඉහත ප්‍රතික්‍රියා දෙක දෙස බැලීමේ දී, පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී මිශ්‍රණය භාස්මික වන බවත් දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී එය ආම්ලික වන බවත් වැටහෙනු ඇත.

නිදසුන:
0.10 mol dm^{-3} Na_2CO_3(aq) ද්‍රාවණ 25.00 cm^3 ක් හා 0.10 mol dm^{-3} HCl(aq) ද්‍රාවණයක් අතර සිදු කෙරෙන අනුමාපනය සලකමු. කාබොනික් අම්ලයේ (H_2CO_3) අම්ල විඝටන නියත K_{a_1} හා K_{a_2} පිළිවෙළින් 4.3×10^{-7} mol dm^{-3} හා 4.7×10^{-11} mol dm^{-3} වේ.

ද්‍රාවණවල සාන්ද්‍රණ අනුව පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යය හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ල ද්‍රාවණ 25.00 cm^3 දී ද දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යය 50.00 cm^3 දී ද ඇති වෙයි.

H_2CO_3 අම්ලයේ විඝටනය සැලකූ විට,

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq) : K_{a_1}$$

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq) : K_{a_2}$$

එබැවින්,

$$K_{a_1} = \frac{[H_3O^+(aq)][HCO_3^-(aq)]}{[H_2CO_3(aq)]} = 4.3 \times 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$$K_{a_2} = \frac{[H_3O^+(aq)][CO_3^{2-}(aq)]}{[HCO_3^-(aq)]} = 4.7 \times 10^{-11}\ \text{mol dm}^{-3}$$

ආරම්භක pH අගය (HCl ද්‍රාවණ 0.00 cm^3 දී):
මේ අවස්ථාවේ දී අම්ලය එකතු කර නැති බැවින් ඇත්තේ 0.10 mol dm^{-3} Na_2CO_3(aq) ද්‍රාවණය පමණි. pH අගය නිර්ණය කෙරෙනුයේ HCO_3^-(aq) හා OH^-(aq) දෙමින් කාබනේට් අයන ජලය සමඟ සිදු කරන ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රමාණය විසිනි.

$$CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$$

මෙහි දී හස්මය වන කාබනේට් අයනය ප්‍රෝටෝන සපයමින් ජලය අම්ලයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය මෙසේ ය:

$$K' = \frac{[HCO_3^-(aq)][OH^-(aq)]}{[CO_3^{2-}(aq)]}$$

එහෙත් ; $\frac{K_w}{K_{a_2}} = \frac{[H_3O^+(aq)][OH^-(aq)]}{\frac{[H_3O^+(aq)][CO_3^{2-}(aq)]}{[HCO_3^-(aq)]}} = \frac{[HCO_3^-(aq)][OH^-(aq)]}{[CO_3^{2-}(aq)]} = K' = K_{b_1}$

$$\therefore K_{b_1} = \frac{1.0 \times 10^{-14}\ mol^2\ dm^{-6}}{4.7 \times 10^{-1}\ mol\ dm^{-3}} = 2.13 \times 10^{-4}\ mol\ dm^{-3}$$

$$\therefore K_{b_1} = \frac{[OH^-(aq)]^2}{[CO_3^{2-}(aq)]} \quad ([HCO_3^-(aq)] = [OH^-(aq)])$$

$$[OH^-(aq)]^2 = K_{b_1}[CO_3^{2-}(aq)] = 2.13 \times 10^{-4}\ mol\ dm^{-3} \times 0.10\ mol\ dm^{-3}$$

$$= 2.13 \times 10^{-5}\ mol\ dm^{-3}$$

$$\therefore [OH^-(aq)] = 4.61 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$$

$$[H_3O^+(aq)] = 2.2 \times 10^{-12}\ mol\ dm^{-3}$$

$$\therefore pH = 11.71$$

පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී (HCl ද්‍රාවණ 25.00 cm^3 දී) pH අගය:
ඉහත පැහැදිලි කරන ලද පරිදි පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී පවත්නා සමතුලිතතාව වන්නේ;

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq) \quad .... (1)$$

උක්ත සමතුලිතතාවට අනුව,

$$K = \frac{[H_2CO_3(aq)][OH^-(aq)]}{[HCO_3^-(aq)]}$$

පහත දැක්වෙන පරිදි K කාබොනික් අම්ලයේ K_{a_1}ට ඍජු ලෙස සම්බන්ධ වේ.

$$K = \frac{K_w}{K_{a_1}} = \frac{[H_3O^+(aq)][OH^-(aq)]}{\frac{[H_3O^+(aq)][HCO_3^-(aq)]}{[H_2CO_3(aq)]}} = \frac{[H_2CO_3(aq)][OH^-(aq)]}{[HCO_3^-(aq)]} = K_{b_2}$$

K_{b_2} කාබනේට් අයනයේ දෙවැනි අයනීකරණ නියතය වන බැවින්,

$$CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq) \quad : K_{b_1}$$

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq) \quad : K_{b_2}$$

$$\therefore K_{b_2} = \frac{[H_2CO_3(aq)][OH^-(aq)]}{[HCO_3^-(aq)]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}\ mol^2\ dm^{-6}}{4.3\ \times 10^{-7}\ mol\ dm^{-3}} = 2.33\ \times 10^{-8}\ mol\ dm^{-3}$$

(1) ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා,

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_{b_2} = \frac{[H_2CO_3(aq)][OH^-(aq)]}{[HCO_3^-(aq)]}$$

සමතුලිතතාවේ දී:

$$K_{b_2} = \frac{[OH^-(aq)]^2}{[HCO_3^-(aq)]} (as\ [H_2CO_3(aq)] = [OH^-(aq)])$$

පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යය HCl ද්‍රාවණ 25.00 cm^3 (දී ඇති වන බැවින්;)

$$[HCO_3^-(aq)] = \frac{0.10\ mol\ dm^{-3}\ \times 25.00\ \times 10^{-3}\ dm^3}{50.00\ \times 10^{-3}\ dm^3} = 0.05\ mol\ dm^{-3}$$

$$\therefore [OH^-(aq)]^2 = K_{b_2}[HCO_3^-(aq)] = 2.33\ \times 10^{-8}\ mol\ dm^{-3} \times\ 0.05\ mol\ dm^{-3}$$

$$\therefore [OH^-(aq)] = 3.4\ \times 10^{-5}\ mol\ dm^{-3}$$

$$[H_3O^+(aq)] = 2.9\ \times 10^{-10}\ mol\ dm^{-3}$$

$$\therefore \mathbf{pH = 9.47}$$

දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී (HCl ද්‍රාවණ 50.00 cm^3 දී) pH අගය:

ඉහත පැහැදිලි කරන ලද පරිදි දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී පවත්නා සමතුලිතතාව වන්නේ;

$$H_2CO_3\ (aq)\ +\ H_2O(l)\ \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) +\ H_3O^+(aq)\ .... (2)$$

ඉහත සමතුලිතතාව සඳහා;

$$K' = \frac{[HCO_3^-(aq)][H_3O^+(aq)]}{[H_2CO_3(aq)]} = K_{a_1} = \frac{[H_3O^+(aq)]^2}{[H_2CO_3(aq)]}$$

$([H_2CO_3(aq)] = [H_3O^+(aq)])$ වන බැවින්

පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යයෙන් පසු දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යය ලැබීම සඳහා තවත් HCl 25.00 cm^3ක් අවශ්‍ය ය. දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී $[H_2CO_3(aq)]$ මෙසේ ගණනය කළ හැකි ය:

$$[H_2CO_3(aq)] = \frac{0.10\ mol\ dm^{-3}\ \times 25.00\ \times 10^{-3}\ dm^3}{75.00\ \times 10^{-3}\ dm^3} = 0.03\ mol\ dm^{-3}$$

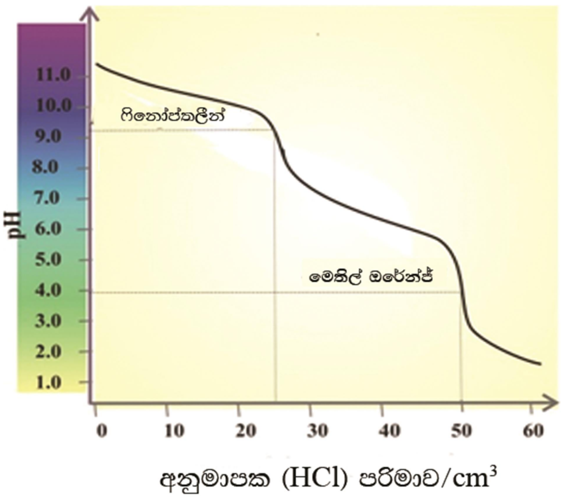
$$[H_3O^+(aq)]^2 = K_{a_1}[H_2CO_3(aq)]$$

$$[H_3O^+(aq)]^2 = 4.3\ \times 10^{-7}\ mol\ dm^{-3} \times\ 0.03\ mol\ dm^{-3} =\ 1.3\ \times 10^{-8} mol^2\ dm^{-6}$$

$$[H_3O^+(aq)] =\ 1.14\ \times 10^{-4} mol\ dm^{-3}$$

$$\therefore \mathbf{pH = 3.94}$$

මේ අනාවරණවලට අනුව පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය 9.4 ද දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය ~ 4.0 ද වේ. එබැවින් පරීක්ෂණයක දී පළමු සමකතා ලක්ෂ්‍යය ෆිනෝප්තලීන් දර්ශකයෙන් ද, දෙවැනි සමකතා ලක්ෂ්‍යය මෙතිල් ඔරේන්ජ් දර්ශකයෙන් ද අනාවරණය කර ගත හැකි ය. මේ අනුමාපනයේ දී pH අගය විචලනය 2.22 රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ.



2.22 රූපය 0.100 mol dm^{-3} Na_2CO_3 ද්‍රාවණ 25.00 cm^3ක් 0.100 mol dm^{-3} HCl ද්‍රාවණයක් සමඟ අනුමාපනය කිරීමට අදාළ අනුමාපන වක්‍රය. මෙහි සමකතා ලක්ෂ්‍ය දෙකකි. පළමු වැන්න CO_3^{2-} අයන HCl හා ප්‍රතික්‍රියා වී HCO_3^- සෑදීමට ද, දෙවැන්න HCO_3^- අයන H_2CO_3 බවට පරිවර්තනය වීමට ද අනුරූප ය.

2.2.13 අම්ල-භස්ම දර්ශක

ඉහත කොටසේ දී අපි අම්ල-භස්ම අනුමාපනයක සමකතා ලක්ෂ්‍යය, ද්‍රාවණයකට එකතු කරන ලද OH^- මවුල ප්‍රමාණය, ආරම්භයේ දී තිබූ H^+ අයන මවුල ප්‍රමාණයට සමාන වන ලක්ෂ්‍යය ලෙස හැඳින්වූයෙමු. එහෙයින් අනුමාපනයක සමකතා ලක්ෂ්‍යය නිර්ණය කරනු පිණිස අපි ප්ලාස්කුවේ ඇති අම්ලයට බියුරට්ටුවේ ඇති භස්ම ද්‍රාවණයෙන් කවර පරිමාවක් එකතු කළ යුතු දැයි හරියට ම දැන ගත යුත්තෙමු. මෙය ඉටු කර ගත හැකි ක්‍රමයක් නම් අනුමාපනය ආරම්භයේ දී අම්ල ද්‍රාවණයට අම්ල-භස්ම දර්ශකයක් යනුවෙන් හැඳින්වෙන බාහිර ද්‍රව්‍යයකින් බින්දු කිහිපයක් එකතු කිරීම ය.

දර්ශකයකින් අන්ත ලක්ෂ්‍යය සොයා ගැනීම

මේ දර්ශකවල වැදගත් කාණ්ඩයක් වන්නේ කාබනික ඩයිවල ව්‍යුත්පන්න වූ දුබල අම්ල හා දුබල භස්ම ය. එබඳු සංයෝගවල අවම වශයෙන් තීව්‍ර ලෙස වර්ණවත් වූ එක් සංයුග්මක අම්ල-භස්ම යුගලක් වත් අඩංගු බැවින්, ඒවා අනුමාපන සඳහා යොදා ගැනීමේ ප්‍රතිඵලය වන්නේ pH අගයේ වෙනස් වීමත් සමඟ වර්ණ විපර්යාසයක් ඇති වීමයි. මේ වර්ණ වෙනස අනුමාපනයේ සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී සිදු වේ නම් එය අනුමාපනයේ අන්ත ලක්ෂ්‍යය නිර්ණය කිරීමේ ප්‍රයෝජනවත් උපක්‍රමයක් වේ. දර්ශකයක අයනීකරණය වූ හා අයනීකරණය නොවූ ආකාර කැපී පෙනෙන ලෙස එකිනෙකින් වෙනස් වූ වර්ණවලින් යුක්ත ය. මේ ආකාර දෙක, දර්ශකය ද්‍රවණය වී ඇති ද්‍රාවණයේ pH අගයට සම්බන්ධ ය. අම්ල-භස්ම දර්ශකයක් එහි වර්ණය වෙනස්

කරන pH අගය එහි අම්ල විඝටන නියතය විසින් නිර්ණිත ය. HIn ඒකප්‍රෝටික අම්ලය වන දර්ශකයක් පහත දැක්වෙන පරිදි විඝටනය වේ:

$$HIn(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + In^-(aq)$$

එහි සමතුලිතතා නියතය වන්නේ,

$$K_{In} = \frac{[H_3O^+(aq)][In^-(aq)]}{[HIn(aq)]}$$

දෙපස ඍණ ලඝුගණක ගැනීමෙන් හා pH අගය සඳහා ප්‍රතිසංවිධානය කිරීමෙන් හුරුපුරුදු සමීකරණය ලැබේ:

$$-\log[H_3O^+(aq)] = -\log K_{In} + \log\frac{[In^-(aq)]}{[HIn(aq)]}$$

$$pH = pK_{In} + \log\frac{[In^-(aq)]}{[HIn(aq)]}$$

දර්ශකයේ HIn හා In^- යන ආකාර දෙක එකිනෙකට වෙනස් වර්ණයන්ගෙන් යුක්ත ය. එබැවින් දර්ශකයක් අඩංගු ද්‍රාවණයක වර්ණය එහි HIn සාන්ද්‍රණය අඩු වත් ම හා In^- සාන්ද්‍රණය වැඩි වත් ම අඛණ්ඩව වෙනස් වෙයි. එක සමාන පහසු ආකාරයකින් HIn හා In^- යන ප්‍රභේද දෙක ම අනාවරණය කර ගත හැකි යැයි උපකල්පනය කළ හොත්, ඒවායේ සාන්ද්‍රණ සමාන වන විට, නැත හොත් ද්‍රාවණයේ **pH** අගය දර්ශකයේ $\mathbf{p}\boldsymbol{K}_{\mathbf{In}}$ අගයට සමාන වන විට එක් වර්ණයකින් අනෙක් වර්ණයට සිදු වන සංක්‍රාන්තියෙහි මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය පැමිණෙයි. මෙවිට සමකතා ලක්ෂ්‍යය හා අන්ත ලක්ෂ්‍යය සම්පාත වෙයි. එබැවින් $\mathbf{p}\boldsymbol{K}_{\mathbf{In}}$ සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී **pH** අගයට සමාන වන දර්ශකයක් තෝරා ගන්නා ලද්දේ නම්, දර්ශකයේ වර්ණය HIn හි හා In^-හි වර්ණ දෙක අතර හරි මැද පිහිටි වර්ණය වෙත එළඹෙන තෙක් අනුමාපනය සිදු කෙරේ.

එසේ වුව ද සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය හරියට ම දැන ගත හැක්කේ කලාතුරකිනි. හැරත්, වර්ණ වෙනස සියුම් නම් HIn හා In^- සාන්ද්‍රණ සමාන වන ලක්ෂ්‍යය අනාවරණය කර ගැනීම දුෂ්කර විය හැකි ය. එහෙත් HIn හි සාන්ද්‍රණය In^- හි සාන්ද්‍රණය මෙන් දස ගුණයක් හෝ ඊට වැඩි වන විට ද්‍රාවණයේ වර්ණය HInහි වර්ණය බවත් HIn හිසාන්ද්‍රණය In^- හි සාන්ද්‍රණය මෙන්දස ගුණයකට හෝ ඊට වඩා අඩු වන විට ද්‍රාවණයේ වර්ණය In^- හි වර්ණය බවත් උපකල්පනය කළ හොත්, අපට නිරීක්ෂණය කළ හැකි වර්ණ වෙනසක් ඇති වන pHඅගය පරාසයක් ස්ථාපිත කළ හැකි ය.

එනම්, දර්ශකය සැලකිය යුතු තරම් ආම්ලික වූ මාධ්‍යයක පවතින විට, ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව සමතුලිතතාව වමට බර වන අතර, දර්ශකයේ ප්‍රමුඛ වර්ණය අයනීකරණය නොවූ ආකාරයේ (HIn) වර්ණයයි. අනෙක් අතට, භාස්මික මාධ්‍යයක දී සමතුලිතතාව දකුණට බර වන අතර, ද්‍රාවණයේ වර්ණයට ප්‍රධාන වශයෙන් හේතු වන්නේ එහි සංයුග්මක භස්මයයි. (In^-). එබැවින් දර්ශකයේ නිරීක්ෂණය වන වර්ණය පුරෝකථනය සඳහා අපට පහත දැක්වෙන සාන්ද්‍රණ අනුපාතය භාවිත කළ හැකි ය:

$$\frac{[HIn(aq)]}{[In^-(aq)]} \geq 10 \text{ වන විට,}$$

$$pH = pK_{In} + \log\frac{1}{10}$$

$$pH = pK_{In} - 1$$

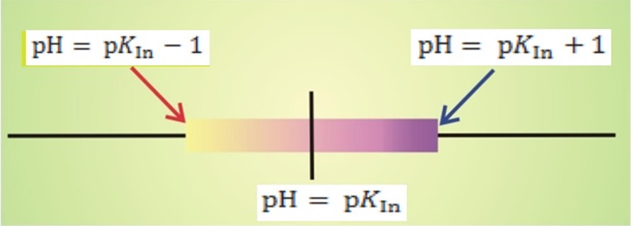
$\therefore$ HIn අම්ලයේ වර්ණය ප්‍රමුඛ වේ.

$$\frac{[In^-(aq)]}{[HIn(aq)]} \geq 10 \text{ වන විට,}$$

$$pH = pK_{In} + \log\frac{10}{1}$$

$$pH = pK_{In} + 1$$

$\therefore In^-$ සංයුග්මක භස්මයේ වර්ණය ප්‍රමුඛ වේ.

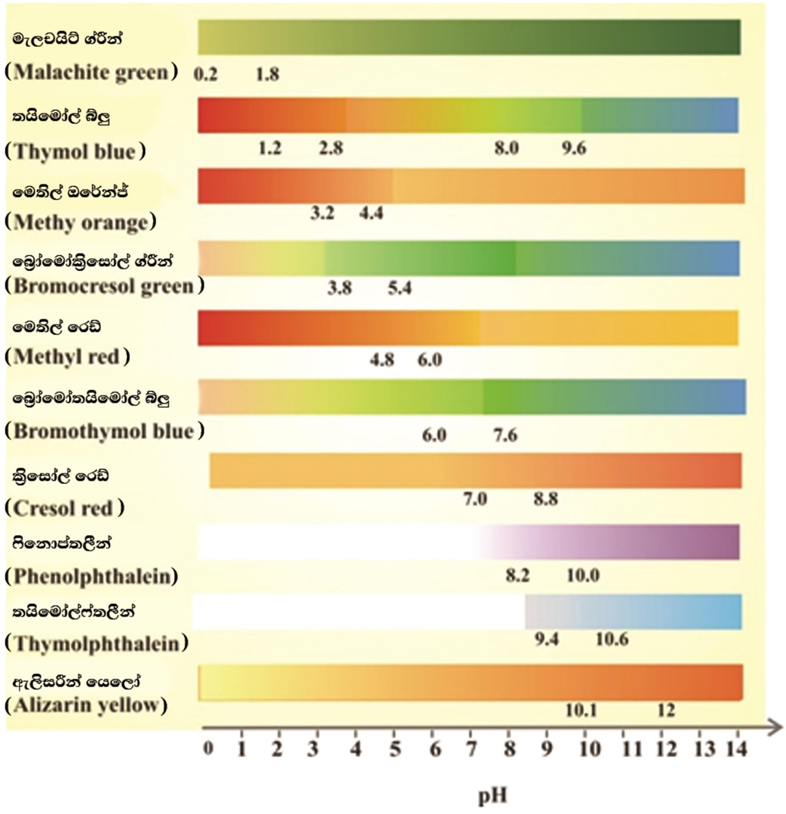


2.23 රූපය දර්ශකයක හැසිරීම: $HIn(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + In^-(aq)$

දර්ශකයේ අන්ත ලක්ෂ්‍යය සුවිශේෂ pH අගයක දී ළඟා නො වේ. එය ඇති වන්නේ pH පරාසයක් තුළ ය. ප්‍රායෝගිකව අප විසින් තෝරා ගනු ලබන්නේ pH පරාසය අනුමාපන වක්‍රයේ අධික බෑවුමෙන් යුත් (සිරස්) කොටස ඇතුළත පිහිටන දර්ශකයකි. සමකතා ලක්ෂ්‍යය ද වක්‍රයේ සිරස් කොටස තුළ පිහිටන නිසා මේ තෝරා ගැනීම සමකතා ලක්ෂ්‍යයේ දී pH අගය දර්ශකයේ වර්ණ විපර්යාසය සිදු වන පරාසය තුළ පිහිටීම සහතික කරයි. නිදසුනක් ලෙස ෆිනෝප්තලීන් NaOH හා HCl අතර අනුමාපනය සඳහා සුදුසු දර්ශකයකි. ෆිනෝප්තලීන් ආම්ලික හා උදාසීන ද්‍රාවණවලදී අවර්ණ වන අතර භාස්මික ද්‍රාවණවලදී රතු පැහැයට හුරු රෝස පැහැයක් ගනී. මිනුම්වලින් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි pH = 8.3 දී දර්ශකය අවර්ණ වන නමුත් pH අගය 8.3 ඉක්මවත් ම එය රතු පැහැයට හුරු රෝස පැහැයට හැරීමට පටන් ගනී. 2.22 රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි සමකතා ලක්ෂ්‍යය ආසන්නයේ දී pH වක්‍රයේ ශීඝ්‍ර වෙනසෙන් පිළිබිඹු වන්නේ NaOH ද්‍රාවණයෙන් එකතු කෙරෙන ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකින් (~ 0.05 cm^3) ද්‍රාවණයේ pH අගයේ විශාල වැඩි වීමක් ඇති කෙරෙන බවයි. මෙහි දී වැදගත් වන කරුණ වන්නේ ෆිනෝප්තලීන් අවර්ණ භාවයේ සිට රතු පැහැයට හුරු රෝස පැහැයට වෙනස් වන පරාසය pH පැතිකඩෙහි සිරස් කොටස තුළ ඇතුළත් වන බවයි. එබඳු අනුරූපතාවක් ඇති විට, අනුමාපනයේ සමකතා ලක්ෂ්‍යය හඳුනා ගැනීම සඳහා දර්ශකය භාවිත කළ හැකි ය.

2.4 වගුව සුලබ අම්ල-භස්ම දර්ශක කිහිපයක්

දර්ශකය	අම්ලයේ දී වර්ණය	භස්මයේ දී වර්ණය	pH පරාසය	pK_{In}
තයිමෝල් බ්ලූ	රතු	කහ	1.2–2.8	1.7
බ්‍රෝමොෆිනෝල් බ්ලූ	කහ	දම්	3.0–4.6	4.1
මෙතිල් ඔරේන්ජ්	තැඹිලි	කහ	3.1–4.4	3.7
මෙතිල් රෙඩ්	රතු	කහ	4.2– 6.3	5.0
ක්ලෝරෝ ෆිනෝල් රෙඩ්	කහ	රතු	5.2– 6.8	6.0
බ්‍රෝමොතයිමෝල් බ්ලූ	කහ	නිල්	6.0 –7.6	7.1
ක්‍රිසෝල් රෙඩ්	කහ	රතු	7.2– 8.8	8.2
ෆිනොල්ප්තලින්	අවර්ණ	රතු පැහැයට හුරු රෝස	8.3–10.0	9.6

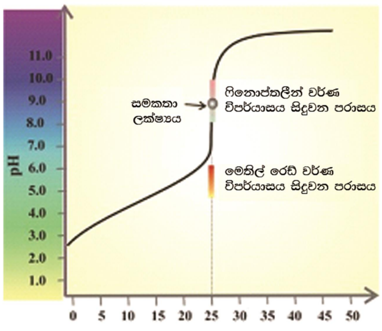


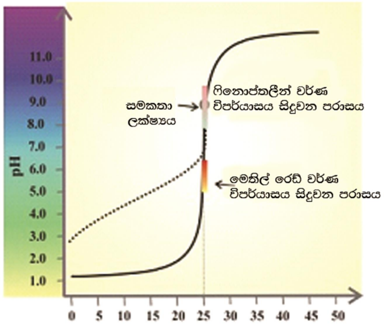
2.24 රූපය දර්ශක සමහරක වර්ණ වෙනස් වන pH පරාස

අනුමාපනයකට දර්ශකයක් තෝරා ගැනීම

දර්ශකයක වර්ණ විපර්යාසය සිදු වන pH පරාසයේ සාපේක්ෂ පුළුල් බව නිසා අනුමාපනයක් සිදු කිරීමට ඇති හැකියාව කෙරෙහි අමතර සීමා පැනවේ. අනුමාපන දෝෂය අවම කිරීමට හෙවත් පිළිගත හැකි ඉහළ නිරවද්‍යතාවකින් යුතුව අනුමාපනයක් සිදු කිරීමට නම්, දර්ශකයේ වර්ණ සංක්‍රාන්තිය සමකතා ලක්ෂ්‍යය සමීපයේ දී සිදු වන pH අගයේ තියුණු වෙනසක් තුළ සිදු විය යුතු ය. එබැවින් 2.25 (a) රූපයේ පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි 0.1 mol dm^{-3} ඇසිටික් අම්ලය හා 0.1 mol dm^{-3} NaOH අතර අනුමාපනය සඳහා ෆිනෝප්තලීන් සුදුසු දර්ශකයක් වේ. අනෙක්

අතට මෙතිල් රෙඩ් මේ සඳහා නුසුදුසු දර්ශකයක් වන්නේ එහි වර්ණ වෙනස pH අගයේ තියුණු නැග්මට පෙර ආරම්භ වන නිසාත් එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස සාපේක්ෂ වශයෙන් විශාල පරිමා පරාසයක් සිසාරා එය විහිදෙන නිසාත් ය. කල් තබා සිදු වන වර්ණ වෙනස සාවද්‍ය ප්‍රතිඵල ලැබීමේ සම්භාවිතාව වැඩි කරන අතර ලැබිය හැකි අන්ත ලක්ෂ්‍ය පරිමාවල පරාසය අනන්‍ය ප්‍රතිඵල ලැබීමට ඇති අවකාශය වැඩි කරයි. 2.25 (b) රූපයෙන් 0.1 mol dm^{-3} HCl අම්ලය හා 0.1 mol dm^{-3} NaOH අතර, එනම් ප්‍රබල අම්ලයක් හා ප්‍රබල හස්මයක් අතර අනුමාපනයකට දර්ශක ලෙස ෆිනෝප්තලීන් හා මෙතිල් රෙඩ් යන දර්ශක දෙක ම භාවිත කළ හැකි බව පෙන්නුම් කෙරේ.





2.25 රූපය දෙන ලද අනුමාපනයකට සුදුසු දර්ශකයක් තෝරා ගැනීම. ෆිනෝප්තලීන් දුබල අම්ල-දුබල හස්ම අනුමාපනයකට සුදුසු දර්ශකයකි. **(a)** රූපයෙන් පෙනෙන පරිදි මෙතිල් ඔරේන්ජ්වල වර්ණ විපර්යාස pH පරාසය සමකතා ලක්ෂ්‍ය pH පරාසය හා සමපාත නො වේ. **(b)** රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරෙන පරිදි ප්‍රබල අම්ල- ප්‍රබල හස්ම අනුමාපනයක් සඳහා දර්ශක දෙක ම භාවිත කළ හැකි ය.

2.3 ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණ

ජලය සන ඩෙසිමීටරයකට සාන්ද්‍ර හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය 0.10 cm^3ක් තරම් අල්ප වූ ප්‍රමාණයක් එකතු කළ pH අගය 7.0 සිට 3.0 දක්වා පහත වැටෙන බව අපට සරල පරීක්ෂණයකින් සොයා ගත හැකි ය. එසේ ම සාන්ද්‍ර NaOH ද්‍රාවණයකින් 0.10 cm^3 පමණ ජලය සන ඩෙසිමීටරයකට එකතු කළ විට pH අගය 7.0 සිට 11.0 දක්වා ඉහළ නගින බව පෙනී යයි. එහෙත් HCl හෝ NaOH එම ප්‍රමාණය ම දුබල අම්ලයක් හා එහි සංයුග්මක හස්මය යන දෙකට ම සාපේක්ෂව 0.10 mol dm^{-3} වූ ද්‍රාවණයකට එකතු කරන ලද්දේ නම් pH අගයෙහි සිදු වන වෙනස නොසැලකිය හැකි තරම් සුළු ය. එවැනි ද්‍රාවණ ස්වාරක්ෂක යනුවෙන් හැඳින්වෙන අතර ඒවායේ ස්වාරක්ෂක ක්‍රියාව pH අගයේ හා දුබල අම්ල-දුබල හස්ම සංයුග්මක යුගලෙහි සාපේක්ෂ සාන්ද්‍රණ අතර සම්බන්ධතාවෙහි ප්‍රතිඵලයකි.

එනම්, ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක් යනු දුබල අම්ලයක් හෝ දුබල හස්මයක් සහ එහි ලවණයක ද්‍රාවණයකි. අම්ලයක හෝ හස්මයක අල්ප ප්‍රමාණයක් එකතු කළ විට ඇති වන pH වෙනසට සංරෝධී වීමේ හැකියාව එම ද්‍රාවණයට ඇත.
හෝ

ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක් යනු ප්‍රබල අම්ලයක් හෝ දුබල හස්මයක අල්ප පරිමා එකතු කළ විට ඇති වන pH වෙනසට සංරෝධී වන, දුබල අම්ල/ දුබල හස්ම සංයුග්මක යුගලක් අඩංගු වන්නා වූ ද්‍රාවණයකි.

ඉහත අර්ථ දැක්වීමට අනුව ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක, එයට එකතු කරනු ලබන යම් OH^- අයන ප්‍රමාණයක් වේ ද ඒ හා ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට සෑහෙන තරම් විශාල වූ අම්ල සාන්ද්‍රණයක් හා එකතු කරනු ලබන H^+ අයන ප්‍රමාණයක් හා ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට තරම් වූ එබඳු හස්ම ප්‍රමාණයක් ඇතුළත් විය යුතු ය. ස්වාරක්ෂකයක ඇති අම්ල හා හස්ම සංරචක උදාසීනිකරණ ප්‍රතික්‍රියාවක දී එකිනෙක සමග ප්‍රතික්‍රියා නොකළ යුතු ය. අම්ල-හස්ම සංයුග්මක යුගලකින් - උදාහරණ ලෙස දුබල අම්ලයකින් හා එහි සංයුග්මක හස්මයෙන් (ලවණයකින් සැපයෙන) හෝ දුබල හස්මයකින් හා එහි සංයුග්මක අම්ලයෙන් (ලවණයකින් සැපයෙන) - මේ අවශ්‍යතා සම්පූර්ණ වේ. දන්නා pH අගයෙන් යුත් ද්‍රාවණ, අම්ලයේ $\mathbf{p}K_\mathbf{a}$ හෝ හස්මයේ $\mathbf{p}K_\mathbf{b}$ පිළිබඳ දැනුම උපයෝගි කර ගැනීමෙන් හා ලවණ-අම්ල නොහොත් ලවණ-හස්ම අනුපාතය පාලනය කිරීමෙන් පිළියෙල කර ගත හැකි ය. ඇසිටික් අම්ලයේ හා සෝඩියම් ඇසිටේට්වල මිශ්‍රණයක් pH අගය 4.75 පමණ වූ ස්වාරක්ෂකයක් ලෙස ද ඇමෝනියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ්වල හා ඇමෝනියම් ක්ලෝරයිඩ්වල මිශ්‍රණයක් pH අගය 9.25 පමණ වූ ස්වාරක්ෂකයක් ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. ඇසිටික් අම්ලයේ (CH_3COOH) හා එහි ලවණයක් වන සෝඩියම් ඇසිටේට් හා (CH_3COONa) සංසන්දක ප්‍රමාණ ජලයට එකතු කිරීමෙන් පිළියෙල කරන ලද ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක් සලකා බලමු. පොදු අයනය දුබල අම්ලයේ/ හස්මයේ විඝටනය යටපත් කරන බැවින් අම්ලය හා එහි සංයුග්මක හස්මය (CH_3COONa වලින් ලැබෙන) යන දෙකෙහි ම සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ, ඒවායේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණ ම වන බව උපකල්පනය කළ හැකි ය. මේ ද්‍රව්‍ය දෙක අඩංගු ද්‍රාවණයකට එකතු කරන ලද අම්ලයක් හෝ හස්මයක් උදාසීන කිරීමේ හැකියාව ඇත. ද්‍රාවණය තුළ දී ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් වන CH_3COONa සම්පූර්ණයෙන් විඝටනය වී පවතී.

$$CH_3COONa(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$$

අම්ලයක් එකතු කළ විට ස්වාරක්ෂකයේ ඇති සංයුග්මක හස්මය වන CH_3COO^- විසින් පහත දැක්වෙන සමීකරණය අනුව H^+ අයන ප්‍රතිග්‍රහණය කර ගැනේ.

$$CH_3COO^-(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq)$$

ස්වාරක්ෂක පද්ධතියට හස්මයක් එකතු කරන ලද්දේ නම් එහි ඇති අම්ලය විසින් OH^- අයන උදාසීන කෙරේ.

$$CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$$

එසේ ම, ඇමෝනියාවල (NH_3) හා එහි ලවණයක් වන ඇමෝනියම් ක්ලෝරයිඩ්වල (NH_4Cl) සංසන්දක ප්‍රමාණ ජලයට එකතු කිරීමෙන් පිළියෙල කර ගනු ලබන ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක් සලකමු. පොදු අයනය දුබල හස්මය වන ඇමෝනියාවල විඝටනය යටපත් කරන බැවින් හස්මය හා එහි සංයුග්මක අම්ලය (NH_4Clවලින් ලැබෙන) යන දෙකෙහි ම සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණ, ඒවායේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණ ම වන බව උපකල්පනය කළ හැකි ය. මේ ද්‍රව්‍ය දෙක අඩංගු ද්‍රාවණයකට එකතු කරන ලද අම්ලයක් හෝ හස්මයක් උදාසීන කිරීමේ හැකියාව ඇත. ද්‍රාවණය තුළ දී ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් වන NH_4Cl සම්පූර්ණයෙන් විඝටනය වී පවතී.

$$NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

අම්ලයක් එකතු කළ විට ස්වාරක්ෂකයේ ඇති භස්මය වන NH_3 පහත දී ඇති සමීකරණයේ දක්වෙන පරිදි H^+ අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$NH_3(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq)$$

භස්මයක් එකතු කරන ලද්දේ නම් ස්වාරක්ෂකයේ ඇති සංයුග්මක අම්ලය වන NH_4^+ අයන පහත දක්වෙන සමීකරණයට අනුව OH^- අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

$$NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_2O(aq)$$

ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණවල pH අගය සඳහා පොදු ප්‍රකාශනය

ජලීය ද්‍රාවණයේ පවතින HA දුබල අම්ලය හා එහි සංයුග්මක භස්මයේ ලවණය NaA ආශ්‍රිත පහත දක්වෙන ප්‍රතික්‍රියා සැලකිල්ලට ගෙන, පොදු ස්වාරක්ෂක සමීකරණයක් ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය. ද්‍රාවණයේ ඇති ප්‍රභේද සම්බන්ධ ප්‍රතික්‍රියා මෙසේ ය.

$$NaA(aq) \rightarrow Na^+(aq) + A^-(aq)$$

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

මෙහි $[A^-(aq)]$, NaAවලින් ලැබෙන $A^-(aq)$ සාන්ද්‍රණය ලෙස සැලකිය හැකි අතර, $A^-(aq)$ පොදු අයනයේ පැවැත්ම හේතු කොට ගෙන HA හි විඝටනය යටපත් වන බව ද උපකල්පනය කළ හැකි ය. මේ පද දුබල අම්ලයේ K_a සඳහා ප්‍රකාශනයේ ආදේශයෙන්,

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

HAවල හා NaAවල ආරම්භක සාන්ද්‍රණවලට සාපේක්ෂව ඉතා කුඩා අගයක් ගන්නා හෙයින් අපට ජලයෙන් ලැබෙන H_3O^+ හා OH^- සාන්ද්‍රණ ද නොසලකා හැරිය හැකි ය. එබැවින්,

$$[H_3O^+(aq)] = K_a \frac{[HA(aq)]}{[A^-(aq)]}$$

අවසානයේ අපට පහත දක්වෙන සමීකරණය ලැබේ.

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

or

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{සංයුග්මක භස්මය}]}{[\text{අම්ලය}]}$$

මේ හෙන්ඩසන් - හැසල්බල්ච් සමීකරණයයි.

2.22 නිදසුන

pH අගය 9.0 වූ ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක් පිළියෙල කිරීම සඳහා 0.10 mol dm^{-3} NH_3 ද්‍රාවණ 1.0 dm^3 කට එකතු කළ යුතු NH_4Cl මවුල ප්‍රමාණය කොපමණ ද?

$K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$.

පිළිතුර

$NH_3(aq) + H_2O(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

පළමුව අප $[NH_4^+(aq)]$ සොයා ගත යුතු වේ.

$$K_b = \frac{[NH_4^+(aq)][OH^-(aq)]}{[NH_3(aq)]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

අප ද්‍රාවණයේ pH අගය දන්නා බැවින් $[OH^-(aq)]$ ගණනය කර ගත හැකි ය.

pOH = 14 – pH = 5.0 එම නිසා $[OH^-(aq)] = 1.0 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}

$$[NH_4^+(aq)] = K_b \frac{[NH_3(aq)]}{[OH^-(aq)]}$$

$$= 1.8 \times 10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3} \times \frac{0.10\ \text{mol dm}^{-3}}{1.0 \times 10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3}}$$

$$= 0.18\ \text{mol dm}^{-3}$$

$\therefore NH_4^+$ මවුල ප්‍රමාණය $= 0.18\ \text{mol dm}^{-3} \times 1.0\ \text{dm}^3$

$= 0.18$ mol

මේ හෙන්ඩසන් - හැසල්බල්ච් සමීකරණය, ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයක pH අගය ගණනය කිරීමටත් ඊට ප්‍රබල අම්ලයක් හෝ ප්‍රබල භස්මයක් එකතු කිරීමේ දී සිදු වන pH වෙනස නිර්ණය කිරීමටත් සරල ක්‍රමයක් සපයයි.

2.23 නිදසුන

CH_3COOH සාන්ද්‍රණය 1.0 mol dm^{-3} වූ හා CH_3COONa සාන්ද්‍රණය 2.0 mol dm^{-3} වූ ස්වාරක්ෂක පද්ධතියක pH අගය ගණනය කරන්න. ද්‍රාවණයේ 1.0 dm^3 කට HCl මවුල 0.10ක් එකතු කිරීමෙන් පසු ස්වාරක්ෂක පද්ධතියේ pH අගය කුමක් වේ ද? HCl එකතු කිරීමේ දී ද්‍රාවණයේ පරිමාව වෙනස් නොවන බව උපකල්පනය කරන්න.

$K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}

පිළිතුර

CH_3COOHවලින් ලැබෙන CH_3COO^- පොදු අයනයේ පැවැත්ම නිසා අපට CH_3COOH හි අයනීකරණය හා CH_3COO^- අයනයේ ජලවිච්ඡේදනය නොසලකා හළ හැකි ය. එබැවින්,

$[CH_3COOH(aq)] = 1.0$ mol dm^{-3} හා $[CH_3COO^-(aq)] = 2.0$ mol dm^{-3}

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)][CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$[H_3O^+(aq)] = \frac{[1.0]}{[2.0]} \times 1.8 \times 10^{-5}$$

$$[H_3O^+(aq)] = 9.0 \times 10^{-6}$$

$$pH = 5.05$$

ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණ 1.0 dm^3කට HCl 0.2 molක් එකතු කිරීමෙන් පසු (එනම්, $[H^+(aq)] = 0.10$ mol dm^{-3}) HCl හි සම්පූර්ණ අයනීකරණය සිදු වේ.

$$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

0.10   0.10   0.10   mol dm^{-3}

HClවලින් ලැබෙන H^+ අයන 2.0 mol dm^{-3} CH_3COONaවලින් උදාසීන වේ.

$$H^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq)$$

0.10   0.10   0.10   mol dm^{-3}

(මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය ඉතා විශාල බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව 0.10 mol dm^{-3} CH_3COOH දෙමින් සම්පූර්ණත්වය කරා යන බව අපට උපකල්පනය කළ හැකි ය)

∴ ද්‍රාවණ 1.0 dm^3ක අඩංගු ඇසිටික් අම්ල හා ඇසිටේට් අයන මවුල ප්‍රමාණ මෙසේ යː

$CH_3COOH(aq) = 1.10$ mol නොහොත් $[CH_3COOH(aq)] = 1.10$ mol dm^{-3}

$CH_3COO^-(aq) = 1.90$ mol නොහොත් $[CH_3COO^-(aq)] = 1.90$ mol dm^{-3}

මේ අගය K_a සඳහා ප්‍රකාශනයේ ආදේශයෙන්,

$$[H_3O^+(aq)] = \frac{1.1}{1.9} \times 1.8 \times 10^{-5}$$

$$[H_3O^+(aq)] = 1.04 \times 10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$$pH = 4.98$$

සටහන: ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයේ අඩංගු අම්ලයේ හා ලවණයේ ආරම්භක සාන්ද්‍රණ සමාන නම් (උදා:1.0 mol dm^{-3}), අම්ල හෝ භස්ම කිසිවක් එකතු නොකරන ලද කල්හි,

$$[H_3O^+(aq)] = \frac{1.0}{1.0} \times 1.8 \times 10^{-5}$$

$$[H_3O^+(aq)] = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$pH = 4.74$$

එනම්, $pH = pK_a$

සූත්‍රය භාවිතයෙන් මෙය පහසුවෙන් අවබෝධ කර ගත හැකි ය.

$$pH = pK_a + \log\frac{[A^-(aq)]}{[HA(aq)]}$$

$$pH = pK_a + \log\frac{1.0}{1.0}$$

$$\therefore pH = pK_a$$

2.24 නිදසුන

NH_3 සාන්ද්‍රණය 0.020 mol dm^{-3} වූ ද NH_4Cl සාන්ද්‍රණය 0.030 mol dm^{-3} වූ ද ස්වාරක්ෂකයක pH අගය ගණනය කරන්න. මේ ස්වාරක්ෂකයේ 0.10 dm^{3}කට 0.10 mol dm^{-3} NaOH 1.00 cm^{3}ක් එකතු කිරීමෙන් පසු pH අගය කුමක් ද? NH_4^+හි අම්ල විඝටන නියතය 5.70×10^{-10} mol dm^{-3} වේ.

පිළිතුර

සූත්‍රය භාවිතයෙන්,

$$pH = pK_a + \log\frac{[NH_3(aq)]}{[NH_4^+(aq)]}$$

$$pH = 9.24 + \log\frac{(0.02)}{(0.03)}$$

$$pH = 9.06$$

NaOH එකතු කිරීමේ දී පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව නිසා NH_4^+වලින් කොටසක් NH_3 බවට පරිවර්තනය වේ.

$$NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_2O(l)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාවේ සමතුලිතතා නියතය විශාල බැවින් ප්‍රතික්‍රියාව සම්පූර්ණත්වය කරා යන එකක් සේ සැලකිය හැකි ය. එබැවින් NH_4^+හි හා NH_3 නව සාන්ද්‍රණ මෙසේ ය:

$$[NH_4^+(aq)] = \frac{[\text{ආරම්භක } NH_4^+ \text{ මවුල ප්‍රමාණය} - \text{එකතු කළ } OH^- \text{ මවුල ප්‍රමාණය}]}{[\text{මුළු පරිමාව}]}$$

$$[NH_4^+(aq)] = \frac{(0.03)\times(0.1) - (0.1)\times(1.0\times10^{-3})}{(0.101)} = 0.029\ \text{mol dm}^{-3}$$

හා

$$[NH_3(aq)] = \frac{[\text{ආරම්භක } NH_3 \text{ මවුල ප්‍රමාණය} - \text{එකතු කළ } OH^- \text{ මවුල ප්‍රමාණය}]}{[\text{මුළු පරිමාව}]}$$

$$[NH_3(aq)] = \frac{(0.02)\times(0.1)+(0.1)\times(1.0\times10^{-3})}{(0.101)} = 0.021\ \text{mol dm}^{-3}$$

මේ අගයෙන් සමීකරණයේ ආදේශ කිරීමෙන්

$$pH = pK_a + \log\frac{[NH_3(aq)]}{[NH_4^+(aq)]}$$

$$pH = 9.24 + \log\frac{(0.021)}{(0.029)}$$

$$pH = 9.10$$

අම්ලයක හෝ හස්මයක අල්ප ප්‍රමාණයක් ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණයකට එකතු කිරීම හේතුවෙන් එහි pH අගය කෙරෙහි සැලකිය යුතු බලපෑමක් සිදු නොකෙරෙන බව ඉහත නිදසුන්වලින් පැහැදිලි ය. අම්ලයක් හෝ හස්මයක් ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණවලට එකතු කිරීම, අම්ලයක් හෝ හස්මයක් ජලයට හා අම්ල-හස්ම යුගලවල විවිධ සාන්ද්‍රණවලින් යුත් ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණවලට එකතු කිරීම සමග සංසන්දනය කරන 2.26 රූපයෙන් මේ ස්වභාවය පැහැදිලි කෙරේ. 2.27 රූපය ද, අම්ලයක් හෝ හස්මයක් එක් කිරීමේ දී ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණවල සිදු වන සිද්ධි පැහැදිලි කරයි. අවසාන වශයෙන් පහත දැක්වෙන ලක්ෂණ ස්වාරක්ෂක ද්‍රාවණවල මූලික ලක්ෂණ ලෙස සැලකිය හැකි ය.

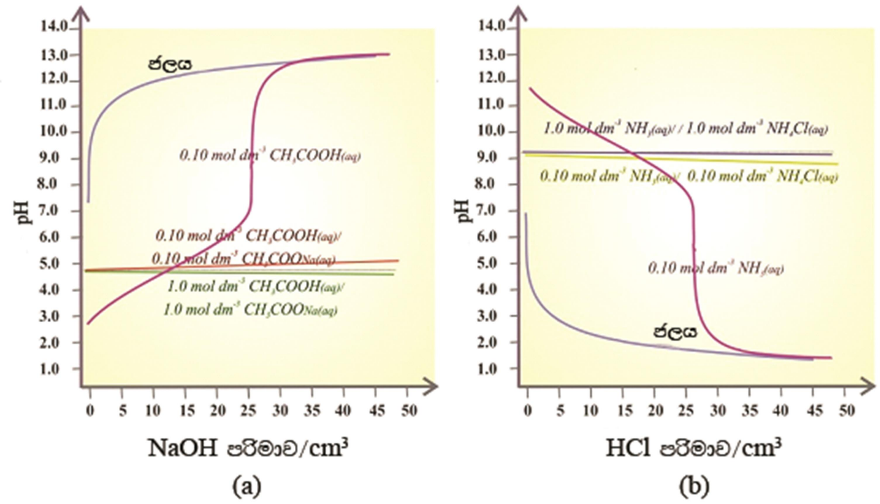
(i) සාපේක්ෂ වශයෙන් ඉහළ සාන්ද්‍රණයෙන් යුත් දුබල අම්ලයක් (හස්මයක්) හා එහි සංයුග්මක හස්මය (අම්ලය) අඩංගු වේ.

(ii) අම්ලයක් එකතු කළ විට, එය සංයුග්මක හස්මය සමග ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

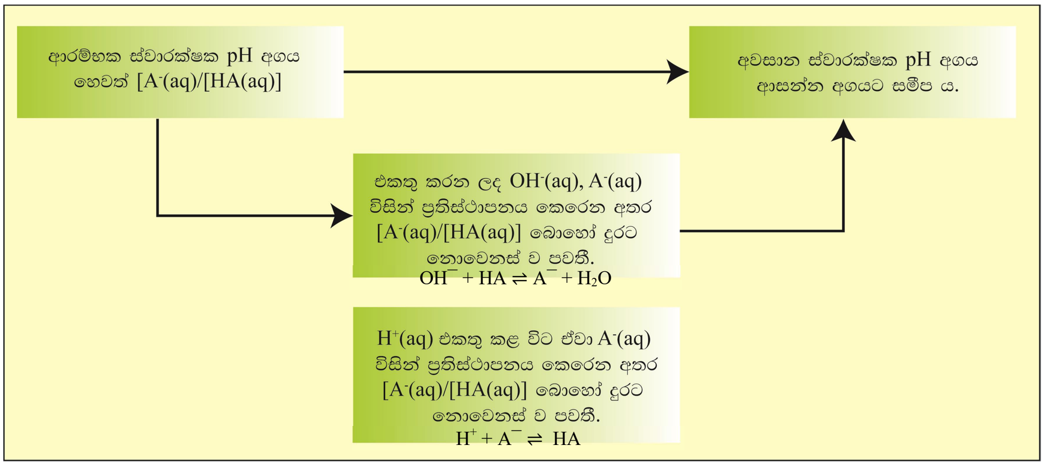
(iii) හස්මයක් එකතු කළ විට, එය සංයුග්මක අම්ලය සමග ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

(iv) හස්මය හා අම්ලය අතර අනුපාතයෙන් pH අගය නිර්ණය වේ.

මෙකී ලක්ෂණ 2.26 හා 2.27 රූපවලින් නිරූපණය වේ.



2.26 රූපය ආම්ලික හා භාස්මික ස්වාරක්ෂකවල ස්වාරක්ෂක ක්‍රියාව පිළිවෙළින් **(a)** හා **(b)** වලින් දැක්වේ. ස්වාරක්ෂකයේ ඇති අම්ලයේ හා ලවණයේ (සංයුග්මක හස්මයේ) ප්‍රබලතාව වැඩි නම් අම්ලයක් හෝ හස්මයක් එකතු කිරීමේ දී pH අගයේ සිදු වන වෙනස අවම වේ. අම්ලයක් හෝ හස්මයක් ජලයට හා අම්ලයකට (හෝ හස්මයකට) පමණක් එකතු කිරීමේ දී pH අගයේ සිදු වන විචලනය සංසන්දනය සඳහා දී ඇත.



2.27 රූපය ස්වාරක්ෂක ක්‍රියාව සැකෙවින්

පහසුව තකා අපි අම්ල-භස්ම ස්වාරක්ෂකයක් පවතින්නේ දුබල භස්මයට දුබල අම්ලයේ සාන්ද්‍රණ අනුපාතය 0.1 හා 10 අතර වන විට යැයි උපකල්පනය කරමු. හෙන්ඩසන්-හැසල්බල්ච් සමීකරණය යෙදීමෙන්:

$$\mathrm{pH} \quad = \quad \mathrm{p}K_\mathrm{a} + \log\frac{1}{10} = \mathrm{p}K_\mathrm{a} - 1$$

හා

$$\mathrm{pH} \quad = \quad \mathrm{p}K_\mathrm{a} + \log\frac{10}{1} = \mathrm{p}K_\mathrm{a} + 1$$

මේ අනුව අම්ල-භස්ම ස්වාරක්ෂකය $\mathbf{pH} \;=\; \mathbf{p}\boldsymbol{K}_\mathbf{a} \pm \mathbf{1}$ පරාසයේ පවතින බව පෙනී යයි.

2.4 ද්‍රාව්‍යතා සමතුලිතතා

අයනික ඝනවල ජල ද්‍රාව්‍යතාව විශාල ලෙස වෙනස් වන්නකි. මේවායින් සමහරක් (කැල්සියම් ක්ලෝරයිඩ් වැනි) කොතෙක් ද්‍රාව්‍ය ද යත් ස්වභාවයේ ඒවා ජලාකර්ෂක වන අතර වායුගෝලයෙන් පවා ජල වාෂ්ප අවශෝෂණය කරයි. තවත් සමහරක් (ලිතියම් ෆ්ලුවොරයිඩ් වැනි) ඉතා අල්ප ද්‍රාව්‍යතාවෙන් යුක්ත වන අතර සාමාන්‍යයෙන් හැඳින්වෙන්නේ අද්‍රාව්‍ය සංයෝග ලෙස ය. ද්‍රාව්‍යතාව සාධක ගණනාවක් මත රඳී පවතී. ඒවායින් වැදගත් වන්නේ ලවණයේ දැලිස් එන්තැල්පිය හා ද්‍රාවණයේ දී අයනවල සද්‍රාවණ එන්තැල්පියයි. ලවණයක් ද්‍රාවකයක දිය වීමට නම් එහි අයන අතර පවත්නා ප්‍රබල ආකර්ෂණ බල (දැලිස් එන්තැල්පිය) අයන–ද්‍රාවක අන්තර්ක්‍රියා විසින් මැඩපවත්වනු ලැබිය යුතු ය. හැම විට ම ඍණ වන සද්‍රාවණ එන්තැල්පිය විස්තර කෙරෙනුයේ සද්‍රාවණය ඇසුරෙනි. එනම් සද්‍රාවණ ක්‍රියාවලියේ දී ශක්තිය මුක්ත වේ. සද්‍රාවණ එන්තැල්පියේ විශාලත්වය ද්‍රාවකයේ ස්වභාවය මත රඳී පවතී. අධ්‍රැවීය (සහ-සංයුජ) ද්‍රාවකවල සද්‍රාවණ එන්තැල්පිය කුඩා ය. එය ලවණයේ දැලිස් එන්තැල්පිය මැඩපැවැත්වීමට ප්‍රමාණවත් නැත. එබැවින් ලවණය අධ්‍රැවීය ද්‍රාවකයේ ද්‍රාවණය නො වේ. ලවණයක් යම් ද්‍රාවකයක ද්‍රාවණය වීමට නම්, පොදු නීතියක් ලෙස සද්‍රාවණ එන්තැල්පිය විසින් දැලිස් එන්තැල්පිය මැඩපැවැත්විය හැකි වන පරිදි සද්‍රාවණ එන්තැල්පිය, දැලිස් එන්තැල්පියට වඩා විශාල විය යුතු ය. මේ කරුණත් සමඟ අපට ද්‍රාව්‍යතාව යන පදය අවබෝධ කර ගැනීම මෙසේ ආරම්භ කළ හැකි ය: පළමුව අයනික ලවණවල ද්‍රාව්‍යතාව පිරික්සා, අනතුරුව අණුක/ සහසංයුජ සංයෝගවල ද්‍රාව්‍යතාව අවබෝධ කර ගන්න. ඉන් පසු සන්තෘප්ත ද්‍රාවණවල අල්ප ලෙස ද්‍රාව්‍ය ලවණ අතර වෙනස්කම් හදාරන්න.

2.4.1 අයනික හා සහ-සංයුජ ද්‍රාවණ

ද්‍රවණයක, ද්‍රාව්‍යය හා ද්‍රාවකය යන සංරචක දෙකකින් සමන්විත ය. ඝන - ඝන ද්‍රාවණ (මිශ්‍ර ලෝහ), ඝන - ද්‍රව ද්‍රාවණ (ලුණු වතුර), ද්‍රව - ද්‍රව ද්‍රාවණ (මද්‍යසාර - ජලය), ද්‍රව - වායු ද්‍රාවණ (සෝඩා වතුර වැනි බීම) හා වායු - වායු ද්‍රාවණ (වාතය) ආදි වශයෙන් විවිධ වර්ගයේ ද්‍රාවණ සඳහා උදාහරණ ගණනාවක් වේ. මේ සංරචක දෙක පද්ධතිය එක ම කලාපයක පවත්නා සේ පෙනෙන පරිදි සමජාතීයව ව්‍යාප්ත වී ඇත. මේ කොටසේ දී අපි ද්‍රාවකය ජලය වන්නා වූ ඝන - ද්‍රව පද්ධති පිළිබඳ හදාරන්නෙමු. වෙනත් වචනවලින් කිව හොත් අපි අයනික සමතුලිතතා විෂය කර ගනිමු.

අයනික හෝ සහසංයුජ ද්‍රාවණයක් යනු ද්‍රාව්‍ය සාන්ද්‍රණය ඉතා අල්ප වන විට හෙවත් ද්‍රාවණය ඉතා තනුක වන විට එක ම කලාපයකින් යුත් සමජාතීය මිශ්‍රණයක් බව අපි දනිමු. ලුණු ද්‍රාවණය වැනි අයනික ද්‍රාවණයක NaCl ද්‍රවණය වී (නොහොත් විඝටනය වී) $Na^+(aq)$ හා $Cl^-(aq)$ අයන නිපදවයි. සහසංයුජ ද්‍රාවණයක සීනි වැනි සහසංයුජ සංයෝගයක් ජලයේ ද්‍රවණය වී ඇත. එනම්, අයනික සංයෝග සංඝටික අයනවලට වෙන් වෙමින් ද්‍රවණය වන අතර,

සහසංයුජ සංයෝග ද්‍රාවණය වන්නේ සමස්ත අණු වශයෙනි. එබැවින් පහත දැක්වෙන සමීකරණ මගින් මේ සංයෝග දෙක සරලව වෙන් කර පෙන්නුම් කළ හැකි ය.

අයනික සංයෝග: $NaCl(s) \rightarrow Na^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$

සහසංයුජ සංයෝග: $C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow : C_6H_{12}O_6(aq)$

මෙය, අයනික ද්‍රාවණ සන්නායකතාව පෙන්වන විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ලෙස ද සහසංයුජ හෙවත් අණුක ද්‍රාවණ සන්නායකතාව නොපෙන්වන විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍ය ලෙස ද හඳුනා ගැනීමට අපට උපකාරි වේ.

අපි දැන් අයනික ලවණ කෙරෙහි අවධානය යොමු කරමු. එක් එක් ලවණයට ඊට ම ලාක්ෂණික ද්‍රාව්‍යතාවක් ඇති අතර, එය උෂ්ණත්වය මත රැඳී පවතී. ද්‍රාව්‍යතාව පදනම් කර ගනිමින් ලවණ පහත දැක්වෙන පරිදි වර්ග තුනකට වෙන් කළ හැකි ය.

I වර්ගය	:	ද්‍රාව්‍ය - ද්‍රාව්‍යතාව $> 0.10 \text{ mol dm}^{-3}$
II වර්ගය	:	තරමක් ද්‍රාව්‍ය - $0.01 \text{ mol dm}^{-3} <$ ද්‍රාව්‍යතාව $< 0.10 \text{ mol dm}^{-3}$
III වර්ගය	:	ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය - ද්‍රාව්‍යතාව $< 0.01 \text{ mol dm}^{-3}$

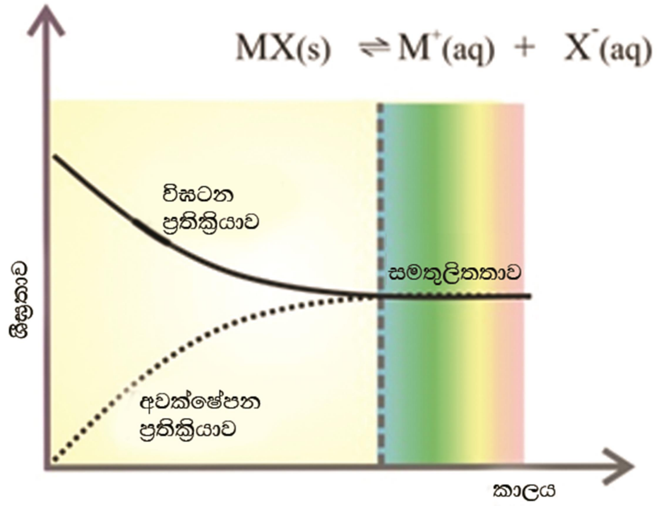
ඝන සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් 0.10 molක් ජලය 1.00 dm^3ක ද්‍රාවණය කළ විට, එනම් ද්‍රාවණයේ සාන්ද්‍රණය 0.10 mol dm^{-3} වන විට එය සම්පූර්ණයෙන් විඝටනය වී $Na^{+}(aq)$ අයන 0.10 mol dm^{-3} හා $Cl^{-}(aq)$ අයන 0.10 mol dm^{-3} නිපදවන බව අපි දනිමු.

$$NaCl(s) + \text{ජලය} \rightarrow \underset{0.10}{NaCl(aq)} \rightarrow \underset{0.10}{Na^{+}(aq)} + \underset{0.10}{Cl^{-}(aq)} \quad \text{mol dm}^{-3}$$

ද්‍රාව්‍යතාව පිළිබඳ අවබෝධයක් ලැබීමට තත්ත්ව කිහිපයක් සැලකිල්ලට ගත යුතු ය. පළමුව, ද්‍රාව්‍යයේ උපරිම ප්‍රමාණය ද්‍රවණය වී ඇති සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයක් තිබිය යුතු අතර, ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය ලවණවල දී නම් ඝනයේ යම් ප්‍රමාණයක් ද්‍රවණය නොවී පැවතිය යුතු ය.

මේ තත්ත්ව යටතේ දී ද්‍රවණය වීමේ ශීඝ්‍රතාව, අවක්ෂේප වීමේ නොහොත් ස්ඵටිකීකරණය වීමේ ශීඝ්‍රතාවට සමාන වන අතර, පද්ධතිය ගතික සමතුලිතතාවක පවතින බැවින් පද්ධතියේ විෂමජාතීය සමතුලිතතාවක් පවතින බව අපට පැහැදිලි ය. පහත දැක්වෙන සමීකරණය මේ තත්ත්වය සරලව නිරූපණය කරයි.

$$MX(s) \rightleftharpoons M^{+}(aq) + X^{-}(aq)$$



2.28 රූපය සන්තෘප්ත ද්‍රාවණවල ද්‍රාවණය නොවූ ඝනය හා ද්‍රාවණගත අයනික ප්‍රභේද අතර ගතික සමතුලිතතාවක් පවතී. එබැවින් ඝනයේ ද්‍රවණය වීමත් අයන යුගල එක් වී ඝනය සෑදීමත් අඛණ්ඩව සිදු වේ. මෙහි දී ඝනය ද්‍රවණය වීමේ ශීඝ්‍රතාව, එය අවක්ෂේප වීමේ ශීඝ්‍රතාවට සමාන වේ.

ද්‍රව්‍යයක ද්‍රාව්‍යතාව: දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී **සන්තෘප්ත** ද්‍රාවණයක ඇතුළත් ද්‍රව්‍යයක **සමතුලිතතා සාන්ද්‍රණය** හෙවත් ද්‍රාව්‍යතාව, ඒ උෂ්ණත්වයේ දී ද්‍රව්‍යයෙන් කොතරම් ප්‍රමාණයක් (උපරිම වශයෙන්) ද්‍රාවකයේ ද්‍රවණය විය හැකි ද යන්න පිළිබඳ මිනුමක් වේ. එබැවින් එය ප්‍රමාණාත්මක අගයක් වන අතර, එය ප්‍රධාන වශයෙන් ප්‍රකාශ කෙරෙනුයේ මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව (mol dm^{-3}) ලෙස ය. ද්‍රාව්‍යතාව ප්‍රකාශ කරනු පිණිස g dm^{-3}, g cm^{-3} ආදි වෙනත් ඒකක ද යොදා ගනු ලැබේ. ද්‍රාව්‍යතාව පරීක්ෂණාත්මකව සොයා ගනු පිණිස සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයේ දන්නා පරිමාවක් සාදා ගැනීම සඳහා අවශ්‍ය ද්‍රාව්‍යයේ ප්‍රමාණය නොහොත් ස්කන්ධය සොයා ගත යුතු ය.

සටහන: MX ආකාරයේ ලවණයක සන්තෘප්ත ජලීය ද්‍රාවණයක් පිළියෙල කිරීම සඳහා උපයෝගි කර ගත හැකි ක්‍රම දෙකකි.

(i) ඍජු ක්‍රමය: වැඩිපුර MX ලවණය බීකරය පතුලේ ඉතිරි වන තුරු වේගයෙන් කලතමින් MX ඝනය ජලයට එකතු කිරීම

(ii) වක්‍ර ක්‍රමය: M^+ අයනය අඩංගු ද්‍රාවණයක් හා X^- අයනය අඩංගු තවත් ද්‍රාවණයක් මිශ්‍ර කිරීම. එක්තරා අවස්ථාවක දී MX ලවණයේ සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයක් සෑදෙනු ඇත.

2.25 නිදසුන
AgCl 1.8 × 10^{-3}gක් සම්පූර්ණයෙන් ද්‍රවණය කිරීමෙන් AgCl හි සන්තෘප්ත ද්‍රාවණ 1.00 dm^3ක් පිළියෙල කර ගන්නා ලදි. AgCl හි මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව කුමක් ද? (AgCl : 143.4 g mol^{-1})

පිළිතුර
AgCl මවුල ප්‍රමාණය = 1.8 × 10^{-3} g/ 143.4 g mol^{-1} = 1.26× 10^{-5} mol
මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව mol dm^{-3} ඒකකවලින් ප්‍රකාශ කෙරෙන බැවින්,
මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව = 1.26× 10^{-5} mol/ 1.00 dm^3 = 1.26× 10^{-5} mol dm^{-3}
1.8 × 10^{-3} g dm^{-3} ලෙස ද්‍රාව්‍යතාව වෙනත් ඒකකවලින් ද ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

2.4.2 ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය (ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත නියතය)

MX හි **සන්තෘප්ත** ද්‍රාවණයක් හා ඒ සමඟ ස්පර්ශව ඇති MX ඝනය කෙරෙහි දැන් අපි අවධානය යොමු කරමු. ද්‍රවණය නොවුණු ඝනය හා සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයේ අයන අතර ඇති සමතුලිතතාව පහත සමීකරණයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ:

$$MX(s) \rightleftharpoons M^+(aq) + X^-(aq)$$

මීට අදාළ K සමතුලිතතා නියතය පහත දැක්වෙන සමීකරණයෙන් ප්‍රකාශ වේ:

$$K = \frac{[M^+(aq)][X^-(aq)]}{[MX(s)]}$$

සංශුද්ධ ඝන ද්‍රව්‍යයක සාන්ද්‍රණය නියත බැවින්,

$$K\,[MX(s)] = [M^+(aq)][X^-(aq)]$$
$$\therefore K_{sp} = [M^+(aq)][X^-(aq)]$$

පොදුවේ, පහත දී ඇති ආකාර සමතුලිතතාවක් පවතී නම්,

$$M_mX_n(s) \rightleftharpoons mM^{n+}(aq) + nX^{m-}(aq)$$

මේ අනුව ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි ය:

$$K_{sp} = [M^{n+}(aq)]^m[X^{m-}(aq)]^n$$

K_{sp} යන්න *ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත නියතය* හෙවත් සරලව *ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය* ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතික්‍රියකය ඝනයක් බැවින් එහි ප්‍රකාශනය හරයකින් තොර ය. ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය අර්ථ දක්වනු ලබන්නේ සන්තෘප්ත ද්‍රාවණ සම්බන්ධයෙන් පමණක් බව සැලකිය යුතු ය. K_{sp} හි ඉහළ අගයවලින් ප්‍රකාශ වන්නේ සමතුලිතය එල දෙසට බර වීමකි. එනම් K_{sp} හි අගය වැඩි වත් ම අයන සංඛ්‍යාව ද එනයින් සංයෝගයේ ද්‍රාව්‍යතාව ද වැඩි වන්නේ ය. සමතුලිතතා නියතය සම්බන්ධයෙන් අප විසින් ප්‍රකාශ කරන්නට යෙදුණු පරිදි සාන්ද්‍රණ 1.0 mol dm^{-3} සම්මත සාන්ද්‍රණයට සාපේක්ෂව ප්‍රකාශ කෙරෙන කල K_{sp} නියතයට ඒකක නැත. එහෙත් සම්මත තත්ත්ව පිළිබඳ සඳහනක් නැති විට ද්‍රාව්‍යතා ප්‍රකාශනයේ එන සාන්ද්‍රණ සඳහා අදාළ ඒකක අපි ඇතුළත් කරමු. ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත ප්‍රකාශනයට අනුව ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතයේ ඒකක වෙනස් වේ.

සාධාරණව පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව පවතී නම්;

$$M_mX_n(s) \rightleftharpoons mM^{n+}(aq) + nX^{m-}(aq)$$

ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය,

$$K_{sp} = [M^{n+}(aq)]^m[X^{m-}(aq)]^n$$

ඒකක:

$$(mol^m\, dm^{-3m})\,(mol^n\, dm^{-3n})$$

$$\mathbf{mol^{(m+n)}\, dm^{-3(m+n)}}$$

සරලව ගත් විට: $MX(s) \rightleftharpoons M^+(aq) + X^-(aq)$ යන සමතුලිතය සඳහා,

$$K_{sp} = [M^+(aq)][X^-(aq)]\ mol^2\ dm^{-6}$$

2.4.3 ද්‍රාව්‍යතාව හා ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය ආශ්‍රිත ගණනය කිරීම්

ප්‍රතික්‍රියක ඝනයක් වන නිසා එය සමතුලිතතා ප්‍රකාශනයෙන් ඉවත් වන බැවින් ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය සම්බන්ධ ගණනය කිරීම් පෙර උගත් සමතුලිතතා ගණනය කිරීම්වලට වඩා සරල ය. අවශ්‍ය වන්නේ දෙයාකාරයක ගැටලු විසඳීම පමණි:

(a) ද්‍රාව්‍යතා දත්තවලින් K_{sp} ගණනය කිරීම

(b) K_{sp} වලින් ද්‍රාව්‍යතාව ගණනය කිරීම

පහත දැක්වෙන නිදසුන සලකන්න.

$$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq) : K_{sp} = [Ag^+(aq)][Cl^-(aq)]$$

$$298\ K\ දී,\ K_{sp} = 1.60 \times 10^{-10}\ mol^2\ dm^{-6}$$

ඉහත සමතුලිතතාවේ අයන දෙකෙහි සාන්ද්‍රණ සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ්වල මවුලික ද්‍රාව්‍යතාවට සමාන ය. මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව s නම්,

$$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී: s s mold m^{-3}

$$298\ K\ දී\ K_{sp} = 1.60 \times 10^{-10}\ mol^2\ dm^{-6} = \boldsymbol{s} \times \boldsymbol{s} = \boldsymbol{s}^2$$

$$\therefore\ \boldsymbol{s} = 1.26 \times 10^{-5}\ mol\ dm^{-3}$$

එබැවින් 298 K දී සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ්හි මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව $1.26 \times 10^{-5}\ mol\ dm^{-3}$ ට සමාන වේ.

M_mX_n පොදු සූත්‍රයෙන් හා $\boldsymbol{s}$ මවුලික ද්‍රාව්‍යතාවෙන් යුත් ඝන ලවණය සැලකූ විට,

$$M_mX_n(s) \rightleftharpoons mM^{n+}(aq) + nX^{m-}(aq)$$

$$m\boldsymbol{s} \qquad\qquad n\boldsymbol{s}$$

$$K_{sp} = [M^{n+}(aq)]^m[X^{m-}(aq)]^n$$

$K_{sp} = (m\ s)^m (n\ s)^n = m^m\ n^n\ s^{(m+n)}$

$$S^{(m+n)} = \frac{K_{sp}}{m^m\ n^n}$$

$$S = \left[\frac{K_{sp}}{m^m\ n^n}\right]^{1/(m+n)}$$

2.26 නිදසුන

298 K දී $Zr_3(PO_4)_4(s)$ හි ද්‍රාව්‍යතාව (s) සඳහා ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

පිළිතුර

$$Zr_3(PO_4)_4\ (s) \rightleftharpoons 3Zr^{4+}(aq) + 4PO_4^{3-}(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී: $3s$ $4s$

$K_{sp} = [Zr^{4+}(aq)]^3[PO_4^{3-}(aq)]^4 = (3s)^3(4s)^4 = 6912\ (s)^7$

$$\therefore s = \left[\frac{K_{sp}}{6912}\right]^{1/7}$$

මේ නිදසුනෙහි $K_{sp} = [Zr^{4+}(aq)]^3[PO_4^{3-}(aq)]^4$ හා එහි ඒකක $(mol\ dm^{-3})^7$ වේ.

$\therefore s$ හි ඒකක $= [(mol\ dm^{-3})^7]^{\frac{1}{7}} = mol\ dm^{-3}$

මෙය මවුලික ද්‍රාව්‍යතාවේ ඒකක වේ.

2.27 නිදසුන

298 K දී, $PbI_2(s)$, 5.60×10^{-2} g ක් ද්‍රාවණය කර PbI_2 හි සන්තෘප්ත ද්‍රාවණ 100.00 cm^3 ක් පිළියෙල කර ගන්නා ලදි. PbI_2 හි K_{sp} ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

පළමුව අපට PbI_2 හි මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව අවශ්‍ය ය.

PbI_2 මවුල ප්‍රමාණය $= 5.60 \times 10^{-2}\ g/\ 461\ g\ mol^{-1} = 1.21 \times 10^{-4}\ mol$

PbI_2 මවුල ද්‍රාව්‍යතාව $= 1.21 \times 10^{-4}\ mol/\ 0.100\ dm^3$

$= 1.21 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$

අනතුරුව අයනවල සාන්ද්‍රණය ගණනය කර Ksp ප්‍රකාශනයේ ආදේශ කරමු.

$$PbI_2(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2I^-(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී: $[Pb^{2+}(aq)] = 1.21 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$ and

$[I^-(aq)] = 2 \times 1.21 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3} = 2.42 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$

$K_{sp} = [Pb^{2+}(aq)]\ [I^-(aq)]^2$

$K_{sp} = (1.21 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}) \times (2.42 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3})^2$

$K_{sp} = 7.1 \times 10^{-9}\ mol^3\ dm^{-9}$

2.28 නිදසුන

298 K දී $Ni(OH)_2$ හා AgCN යන ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය සංයෝගවල ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත පිළිවෙළින් 2.0×10^{-15} mol^3 dm^{-9} හා 6×10^{-17} mol^2 dm^{-6} වේ. මින් වඩා ද්‍රාව්‍ය කුමන සංයෝගය ද?

පිළිතුර

පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව සලකන්න.

$$Ni(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ni^{2+}(aq) + 2OH^{-}(aq)$$

ද්‍රාව්‍යතාව x නම්,

සමතුලිතතාවේ දී : x $2x$

$K_{sp} = [Ni^{2+}(aq)]\,[OH^{-}(aq)]^2 = 4x^3$

$4x^3 = 2.0 \times 10^{-15}$ mol^3 dm^{-9}

$x = 7.94 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}

එසේ ම,

$$AgCN(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + CN^{-}(aq)$$

ද්‍රාව්‍යතාව y නම්,

සමතුලිතතාවේ දී : y y

$K_{sp} = [Ag^{+}(aq)]\,[CN^{-}(aq)] = y^2$

$y^2 = 6 \times 10^{-17}$ mol^2 dm^{-6}

$y = 7.8 \times 10^{-9}$ mol dm^{-3}

$x > y$ බව අපට පෙනේ.

එබැවින් AgCN(s)වලට වඩා $Ni(OH)_2$ ද්‍රාව්‍ය ය.

K_{sp}වලින් අයනික සාන්ද්‍රණ ගණනය කිරීම

2.29 නිදසුන

298 K දී Ag_2CO_3වලින් සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයක $[Ag^+(aq)]$ ගණනය කරන්න.

$K_{sp}(Ag_2CO_3) = 8.1\times 10^{-12}\ mol^3\ dm^{-9}$

පිළිතුර

මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව x නම්,

$$Ag_2CO_{3(s)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)}$$

සමතුලිතතාවේ දී : $2x$ x mol dm^{-3}

$K_{sp} = [Ag^+(aq)]^2\ [CO_3^{2-}(aq)]$

$= (2x)^2(x) = 4x^3$

$\therefore\ 4x^3 = 8.1\times 10^{-12}\ mol^3\ dm^{-9}$

$x = (8.1\times 10^{-12}\ mol^3\ dm^{-9})^{1/3}$

$x = 1.26\times 10^{-4}$ mol dm^{-3} ලෙස ලැබේ.

$\therefore\ [Ag^+(aq)] = 2x = 2\times 1.26\times 10^{-4}\ mol\ dm^{-3} = 2.53\times 10^{-4}\ mol\ dm^{-3}$

2.30 නිදසුන

298 K දී AgCl හි හා Ag_2CO_3 හි සන්තෘප්ත ද්‍රාවණවලින් වැඩි $Ag^+(aq)$ සාන්ද්‍රණයක් ඇත්තේ කවරක ද?

$K_{sp}(AgCl) = 1.8\times 10^{-10}\ mol^2\ dm^{-6}$, $K_{sp}(Ag_2CO_3) = 8.1\times 10^{-12}\ mol^3\ dm^{-9}$

පිළිතුර

මෙය 2.28 නිදසුනට සමාන බව යමකුට පෙනෙනු ඇත. කෙසේ වුව ද අපෙන් අපේක්ෂා කෙරෙනුයේ $[Ag^+(aq)]$ නිමානය කිරීම ය. එහෙත් සංයෝග දෙකෙහි ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතවල ඒකක වෙනස් බැවින් අපට ඒවායේ අගයයන් සැසඳිය නොහැකි ය. එහෙයින් එක එකක $Ag^+(aq)$ සාන්ද්‍රණ නිමානය කළ යුතු ය.

	AgCl	Ag_2CO_3
ඉහත නිදසුන් අනුව:		
$[Ag^+(aq)]$	1.34×10^{-5} mol dm^{-3}	2.53×10^{-4} mol dm^{-3}

$K_{sp}(Ag_2CO_3) < K_{sp}(AgCl)$ වුව ද Ag_2CO_3 හි සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයක $[Ag^+(aq)]$ වැඩි බව මින් අපට පෙනේ.

2.4.4 අවක්ෂේපයක් සෑදීම පෙරයීම

අයන අඩංගු ද්‍රාවණ දෙකක් මිශ්‍ර කළ විට අවක්ෂේපයක් සෑදීමේ හැකියාවක් ඇත. අයන සාන්ද්‍රණය 0.10 mol dm^{-3} හෝ ඊට වැඩි නම් ද්‍රාව්‍යතාව අල්ප වූ ඕනෑ ම සායෝගයක් අවක්ෂේප වේ. එහෙත්, අයන සාන්ද්‍රණය 0.10 mol dm^{-3} හෝ ඊට අඩු නම් අවක්ෂේපනයක් සෑදීම පුරෝකථනය කරනු පිණිස ගණනය කිරීමක් සිදු කළ යුතු ය.

නිදසුනක් ලෙස 0.20 mol dm^{-3} $AgNO_3$ හා NaCl ද්‍රාවණවල සමාන පරිමා මිශ්‍ර කළ විට AgCl(s) අවක්ෂේපයක් සෑදෙන අතර NO_3^- හා Na^+ ප්‍රේක්ෂක අයන ලෙස පවතී. මෙහි $AgNO_3$ හා NaCl ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය වන බැවින් 0.10 mol dm^{-3} අයන සාන්ද්‍රණවලින් AgCl අවක්ෂේපය සෑදෙයි.

එහෙත් ද්‍රාවණවල සාන්ද්‍රණය ඉතා අඩු නම් (සාන්ද්‍රණය < 0.10 mol dm^{-3}) තත්ත්වය මීට වෙනස් ය. ද්‍රාව්‍ය ලවණවල ද්‍රාවණ දෙකක් මිශ්‍ර කළ විට එක් ද්‍රාවණයක කැටායන අනෙක් ද්‍රාවණයේ ඇනායන වෙත මුදා හැරේ.

නව අයන සංයෝජනවලින් එකක් හෝ දෙක ම (කැටායනය හා ඇනායනය) අඩු ද්‍රාව්‍යතාවකින් යුක්ත විය හැකි ය. මෙය මෙසේ සිදු වේ නම් හා ද්‍රාව්‍යතාවෙන් අඩු අයන බොහෝ සේ පවතී නම් (සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයකට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට වඩා) අවක්ෂේපයක් ඇති වේ.

සන්තෘප්තතා සාන්ද්‍රණය කරා එළඹීමට තරම් ප්‍රමාණවත් අඩු ද්‍රාව්‍යතා අයන නැති නම් අවක්ෂේපයක් නොසෑදෙන අතර, අයන ද්‍රාවණගතව පවතී.

එබඳු අවස්ථාවල දී අවක්ෂේපයක් සෑදීම පුරෝකථනය කිරීමට අයනික ගුණිතය ගණනය කළ යුතු වේ.

ද්‍රාවණ දෙකක් මිශ්‍ර කළ විට අවක්ෂේප වීමක් වේ ද නොවේ ද යන්න අපෝහනය කිරීම සඳහා මේ මිශ්‍රණවලින් අයනික ගුණිතය ගණනය කළ හැකි ය. ඊට අවශ්‍ය තත්ත්ව මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි යː

අයනික ගුණිතය K_{sp}ට වඩා විශාල නම් සන්තෘප්තතාව ඇති කිරීමට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට වඩා අඩු ද්‍රාව්‍යතා අයනවල සාන්ද්‍රණය වැඩි ය; එබැවින් අවක්ෂේපයක් සෑදේ.

අයනික ගුණිතය K_{sp}ට වඩා අඩු නම් අඩු ද්‍රාව්‍යතා අයනවල සාන්ද්‍රණ සන්තෘප්තතාව කරා එළඹ නැති අතර, අවක්ෂේපයක් නො සෑදේ.

ඉහත කරුණු මෙසේ සාරාංශ කළ හැකි යː

අයනික ගුණිතය > K_{sp}: අවක්ෂේපයක් සෑදේ.

අයනික ගුණිතය = K_{sp}: ද්‍රාවණය සන්තෘප්තය; අවක්ෂේපයක් නො සෑදේ.

අයනික ගුණිතය < K_{sp}: ද්‍රාවණය අසන්තෘප්තය; අවක්ෂේපයක් නො සෑදේ.

2.31 නිදසුන

5.0×10^{-3} mol dm^{-3} $Mg(NO_3)_2$ ද්‍රාවණයකින් 50.00 cm^3 ක් හා 1.0×10^{-2} mol dm^{-3} K_2CO_3 ද්‍රාවණයකින් 50.00 cm^3 මිශ්‍ර කළ විට අවක්ෂේපයක් සෑදේ ද?

$K_{sp(MgCO_3)} = 3.5 \times 10^{-8}$ mol^2 dm^{-6}

පිළිතුර

පළමුව $Mg(NO_3)_2$ හා K_2CO_3 අතර ප්‍රතික්‍රියාව ලියමු.

$$Mg(NO_3)_2(aq) + K_2CO_3(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + MgCO_3(s)$$

ද්‍රාවණ දෙක මිශ්‍ර කළ විට තනුකරණයක් සිදු වේ. එබැවින් මිශ්‍ර කිරීමෙන් පසු ද්‍රාවණවල සාන්ද්‍රණ වෙනස් වේ.

$[Mg(NO_3)_2(aq)] = (5.0 \times 10^{-3}$ mol dm$^{-3} \times 50 \times 10^{-3}$ dm$^3) / 100 \times 10^{-3}$ dm^3

$= 2.5 \times 10^{-3}$ mol dm^{-3}

$[K_2CO_3(aq)] = (1.0 \times 10^{-2}$ mol dm$^{-3} \times 50 \times 10^{-3}$ dm$^3) / 100 \times 10^{-3}$ dm^3

$= 5.0 \times 10^{-3}$ mol dm^{-3}

$Mg(NO_3)_2$ හා K_2CO_3 සම්පූර්ණයෙන් විඝටනය වන බැවින්,

$$Mg(NO_3)_2(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

2.5×10^{-3} 2.5×10^{-3} mol dm^{-3}

$$K_2CO_3(aq) \rightarrow 2K^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

5.0×10^{-3} 5.0×10^{-3} mol dm^{-3}

සෑදෙන අවක්ෂේපය $MgCO_3$ බැවින්,

$$MgCO_3(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

$K_{sp} = [Mg^{2+}(aq)][CO_3^{2-}(aq)]$

අයනික ගුණිතය $= [Mg^{2+}(aq)][CO_3^{2-}(aq)] = (2.5 \times 10^{-3})(5.0 \times 10^{-3})$ mol^{2}dm^{-6}

$= 12.5 \times 10^{-6}$ mol^2 dm^{-6}

IP $(12.5 \times 10^{-6}$ mol^2 dm$^{-6}) > K_{sp(MgCO_3)}$ $(3.5 \times 10^{-8}$ mol^2 dm$^{-6})$

එබැවින් $MgCO_3$ අවක්ෂේප වේ.

2.32 නිදසුන

1.0×10^{-3} mol dm^{-3} $CaCl_2$ ද්‍රාවණ 50.00 cm^3ක් 1.0×10^{-2} mol dm^{-3} Na_2SO_4 ද්‍රාවණ 50.00 cm^3 ක් සමඟ මිශ්‍ර කළ විට අවක්ෂේපයක් සෑදේ ද?

$K_{sp}(CaSO_4) = 2.4 \times 10^{-5}$ mol^2 dm^{-6}

පිළිතුර

පළමුව $CaCl_2$ හා Na_2SO_4 අතර ප්‍රතික්‍රියාව ලියමු.

$$CaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + CaSO_4(s)$$

ද්‍රාවණ දෙක මිශ්‍ර කිරීමේ දී තනුකරණයක් සිදු වේ. එබැවින් මිශ්‍ර කිරීමෙන් පසු ද්‍රාවණවල සාන්ද්‍රණ වෙනස් ය.

$[CaCl_2(aq)] = (1.0 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3} \times 50 \times 10^{-3}\ dm^3)/\ 100 \times 10^{-3}\ dm^3$

$= 5.0 \times 10^{-4}\ mol\ dm^{-3}$

$[Na_2SO_4\ (aq)] = (1.0 \times 10^{-2}\ mol\ dm^{-3} \times 50 \times 10^{-3}\ dm^3)/\ 100 \times 10^{-3}\ dm^3$

$= 5.0 \times 10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$

$CaCl_2(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

5.0×10^{-4} $\quad 5.0 \times 10^{-4}$ $\quad$ mol dm^{-3}

$Na_2SO_4(aq) \rightarrow 2Na^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

5.0×10^{-3} $\quad 5.0 \times 10^{-3}$ mol dm^{-3}

සෑදෙන අවක්ෂේපය $CaSO_4$ බැවින්:

$$CaSO_4\ (s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

$K_{sp} = [Ca^{2+}(aq)][SO_4^{2-}(aq)]$

අයනික ගුණිතය $= [Ca^{2+}(aq)][SO_4^{2-}(aq)] = (5.0 \times 10^{-4})\ (5.0 \times 10^{-3})\ mol^2\ dm^{-6}$

$= 2.5 \times 10^{-6}\ mol^2\ dm^{-6}$

$IP\ (2.5 \times 10^{-6}\ mol^2\ dm^{-6}) < K_{sp}(CaSO_4) = 2.4 \times 10^{-5}\ mol^2\ dm^{-6}$

එබැවින් $CaSO_4$ අවක්ෂේප නො වේ.

2.33 නිදසුන

$SrSO_4$ අවක්ෂේපයක් සෑදීමෙන් තොරව 0.020 mol dm^{-3} K_2SO_4 ද්‍රාවණයක තිබිය හැකි උපරිම $[Sr^{2+}(aq)]$ අයන සාන්ද්‍රණය කුමක් ද? $K_{sp}(SrSO_4) = 3.2 \times 10^{-7}$ mol^2 dm^{-6}

පිළිතුර

$$K_2SO_4(aq) \rightarrow 2K^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$
$$2.0 \times 10^{-2} \qquad\qquad 2.0 \times 10^{-2} \quad \text{mol dm}^{-3}$$

$SrSO_4(s) \rightleftharpoons Sr^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

$K_{sp} = [Sr^{2+}(aq)][SO_4^{2-}(aq)]$

$\therefore 3.2 \times 10^{-7}$ mol^2 dm^{-6} $=[Sr^{2+}(aq)](2.0 \times 10^{-2} \text{mol dm}^{-3})$

$[Sr^{2+}(aq)] = 1.6 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}

2.34 නිදසුන

XA(s) හා YA(s) ජලයේ ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාවණ ලවණ දෙකකි.

298 K දී $K_{sp}(XA) = 1.80 \times 10^{-10}$ mol^2 dm^{-6} හා $K_{sp}(YA) = 1.80 \times 10^{-7}$ mol^2 dm^{-6}. $X^+(aq)$ හා $Y^+(aq)$ 0.100 mol බැගින් අඩංගු ද්‍රාවණ 1.00කට සම්පූර්ණයෙන් ජලයේ ද්‍රාව්‍ය NaA ලවණය සෙමින් එකතු කරනු ලැබේ.

(i) පළමුවෙන් අවක්ෂේප වන්නේ කුමන ලවණය දැයි පුරෝකථනය කරන්න.

(ii) දෙවැනි ලවණය අවක්ෂේප වීම ආරම්භ වන මොහොතෙහි ද්‍රාවණයේ පවත්නා පළමුවෙන් අවක්ෂේප වූ ලවණයේ කැටායනයේ සාන්ද්‍රණය ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

(i) <u>XA සඳහා</u>

$K_{sp} = [X^+(aq)]\,[A^-(aq)]$

$[A^-(aq)] = K_{sp}/\,[X^+(aq)] = (1.80 \times 10^{-10}/\,0.100)$ mol $dm^{-3} = 1.80 \times 10^{-9}$ mol dm^{-3}

<u>YA සඳහා</u>

$K_{sp} = [Y^+(aq)]\,[A(aq)]$

$[A^-(aq)] = K_{sp}[Y^+(aq)] = (1.80 \times 10^{-7}\,/\,0.100)$ mol $dm^{-3} = 1.80 \times 10^{-6}$ mol dm^{-3}

XA අවක්ෂේප වීම සඳහා අවශ්‍ය $[A^-(aq)]$, YA අවක්ෂේප වීම සඳහා අවශ්‍ය ඒ සාන්ද්‍රණයට වඩා අඩු ය.

$\therefore$ XA පළමුවෙන් අවක්ෂේප වේ.

(ii) $K_{sp(XA)} = [X^+(aq)]\,[A^-(aq)]$

මේ අවස්ථාවේ $[A^-(aq)]$ යනු YA හි අවක්ෂේපණය ආරම්භ කිරීමට අවශ්‍ය $[A^-(aq)]$ සාන්ද්‍රණය වේ.

ද්‍රාවණයේ ඇති $[X^+(aq)]$ $= (1.80 \times 10^{-10}\,/\,1.80 \times 10^{-6})$ mol dm^{-3}

$= 1.\,0 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3}

2.35 නිදසුන

0.10 mol dm^{-3} $A^{2+}(aq)$ ද්‍රාවණයක් හා 0.20 mol dm^{-3} $B^{3+}(aq)$ ද්‍රාවණයක් සලකන්න. $K_{sp}(AI_2) = 9.0\times10^{-9}$ mol^3 dm^{-9} සහ $K_{sp}(BI_3) = 1.6\times10^{-18}$ mol^4 dm^{-12}

(i) $A^{2+}(aq)$ හා $B^{3+}(aq)$ අයනවල අවක්ෂේප වීම ආරම්භ කිරීම සඳහා $I^-(aq)$ අයනවල අවම සාන්ද්‍රණය කුමක් ද?

(ii) $B^{3+}(aq)$ අයන පමණක් අවක්ෂේප කිරීම සඳහා $I^-(aq)$ අයනවල කවර පරාසයක් භාවිත කළ හැකි ද?

පිළිතුර

(i) AI_2 සඳහා

$K_{sp} = [A^{2+}(aq)]\,[I^-(aq)]^2$

$$[I^-(aq)] = \sqrt[2]{\frac{K_{sp}}{[A^{2+}(aq)]}} = \sqrt[2]{\frac{9.0\times10^{-9}}{0.10}} = 3.0\times10^{-4}\ \text{mol dm}^{-3}$$

BI_3 සඳහා

$K_{sp} = [B^{3+}(aq)]\,[I^-(aq)]^3$

$$[I^-(aq)] = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{[B^{3+}(aq)]}} = \sqrt[3]{\frac{1.6\times10^{-18}}{0.20}} = 2.0\times10^{-6}\ \text{mol dm}^{-3}$$

(ii) 2.0×10^{-6} mol dm^{-3} < $[I^-(aq)]$ < 3.0×10^{-4} mol dm^{-3}

2.4.5 ද්‍රාව්‍යතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

පොදු අයන ආචරණය

298 K දී සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ්වල සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයක ඇති පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව සලකන්න:

$$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$[Ag^+(aq)]$ වැඩි කළ හොත්, ලේ චැටලියර් මූලධර්මය අනුව K_{sp} සමතුලිතතා නියතය, නියත අගයක පවත්නා පරිදි සමතුලිතතාව වමට විතැන් වේ. ආරම්භක සමතුලිත පද්ධතියට $AgNO_3$ වැනි ද්‍රාව්‍ය ලවණයක් එකතු කිරීමෙන් $[Ag^+(aq)]$ වැඩි කළ හැකි ය. මේ විතැන් වීම නිසා AgCl(s) වැඩියෙන් නිපදවෙන අතර එනයින් AgCl හි ද්‍රාව්‍යතාව අඩු වේ. මෙහි දී පවත්නා සමතුලිතතාවෙහි පවත්නා හෙවත් සමතුලිතතාවට පොදු වූ අයනයක් එකතු කෙරෙන බැවින් මේ සංසිද්ධිය **පොදු අයන ආචරණය** යනුවෙන් හැඳින්වේ.

මෙය පහත දැක්වෙන ආකාරයෙන් ද ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

> අප විසින් සමතුලිතතාව වමට බර කරන ලද්දේ නම් ද්‍රවණය වීමේ ශීඝ්‍රතාවට වඩා ස්ඵටිකීකරණ ශීඝ්‍රතාව වැඩි වේ. එනම්, වඩ වඩා Ag^+ හා Cl^- අයන සංයෝජනය වෙමින් ඝන AgCl සෑදෙන අතර, එහි ද්‍රාව්‍යතාව අඩු වේ.

ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව මෙහි විලෝමය ද සත්‍ය ය. අපට සමතුලිතතාව දකුණට බර කළ හැකි නම් ස්ඵටිකීකරණ ශීඝ්‍රතාවට වඩා ද්‍රවණ ශීඝ්‍රතාව වැඩි වන අතර ඝන AgCl වැඩි වැඩියෙන් ද්‍රවණය වේ. එනම් එහි ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි වේ.

2.36 නිදසුන

$0.10\ mol\ dm^{-3}$ NaOH ද්‍රාවණයක $Ni(OH)_2$ හි මවුල ද්‍රාව්‍යතාව ගණනය කරන්න.

$K_{sp}(Ni(OH)_2) = 2.0\times10^{-15} mol^3\ dm^{-9}$

පිළිතුර

$Ni(OH)_2$ හි ද්‍රාව්‍යතාව s යැයි සිතමු.

$$Ni(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ni^{2+}(aq) + 2OH^{-}(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී : s $(2s + 0.10)$

$K_{sp} = [Ni^{2+}(aq)][OH^{-}(aq)]^2$

$= s\ (2s + 0.10)^2$

K_{sp} කුඩා බැවින්, $(2s << 0.10)$

$\therefore (2s + 0.10) \approx 0.10$

$2.0 \times 10^{-15}\ mol^3\ dm^{-9} = s(0.10)^2$

$s = 2.0 \times 10^{-13}\ mol\ dm^{-3}$

පොදු අයනයක් නැති නම් ද්‍රාව්‍යතාව 7.94×10^{-6} mol dm^{-3} වේ.

2.37 නිදසුන

298 K දී (i) $0.100\ mol\ dm^{-3}$ හා (ii)$1.00\times10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$ $BaCl_2$ ද්‍රාවණයක $BaCrO_4$ හි මවුලික ද්‍රාව්‍යතාව ගණනය කරන්න. $K_{sp}(BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}\ mol^2\ dm^{-6}$.

පිළිතුර

(i) $$BaCrO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + CrO_4^{2-}(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී : $(s + 0.100)$ s

$K_{sp} = [Ba^{2+}(aq)][CrO_4^{2-}(aq)] = (s + 0.10)s$

K_{sp} කුඩා බැවින්, $(s << 0.100)$

$\therefore (s + 0.100) \approx 0.100$

$1.2 \times 10^{-10}\ mol^2\ dm^{-6} = s(0.100)$

$\boldsymbol{s = 1.2 \times 10^{-9}\ mol\ dm^{-3}}$

(ii) $$BaCrO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + CrO_4^{2-}(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී : $(s + 0.001)$ s

$K_{sp} = [Ba^{2+}(aq)][CrO_4^{2-}(aq)] = (s + 0.001)s$

K_{sp} කුඩා බැවින්, $(s << 0.001)$

$\therefore (s + 0.001) \approx 0.001$

$1.2 \times 10^{-10}\ mol^2\ dm^{-6} = s\ (0.001)$

$\boldsymbol{s = 1.2 \times 10^{-7}\ mol\ dm^{-3}}$

මේ නිදසුන්වලින්, තනුක $BaCl_2$ ද්‍රාවණයේ දී $BaCrO_4(s)$හි ද්‍රාව්‍යතාව සංසන්දනාත්මකව වැඩි බව දැක්වේ.

අප දන්නා පරිදි, ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව අපට සමතුලිතතා දකුණට බර කළ හැකි නම් ස්ඵටිකීකරණ වේගයට වඩා ද්‍රවණ වේගය වැඩි වන්නේ ය.

පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව සලකන්න:

$$PbCl_2(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2Cl^{-}(aq)$$

$[Pb^{2+}(aq)]$ හෝ $[Cl^{-}(aq)]$ අඩු කිරීමෙන් $PbCl_2(s)$හි ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි කළ හැකි ය.

Pb^{2+} අයන අවක්ෂේප කරන යම් අයනයක් එකතු කිරීමෙන් $[Pb^{2+}(aq)]$ අඩු කළ හැකි ය. පහත දැක්වෙන අයනවලින් ඕනෑ ම එකකට Pb^{2+} අවක්ෂේප කළ හැකි ය.
Br^{-}, I^{-}, SO_4^{2-}, S^{2-}, OH^{-}, PO_4^{3-}, CO_3^{2-}, SO_3^{2-}
ඉහත දැක්වෙන අයනවලින් ඕනෑ ම එකක් එකතු කිරීමේ හැකියාව ඇතත්, ඒ සියල්ල ම $[Pb^{2+}(aq)]$ අඩු නොකිරීමට ඉඩ ඇත.

අවක්ෂේපණය සිදු වීමට, සෑදෙන බව අවක්ෂේපයට $PbCl_2$හි ද්‍රාව්‍යතාවට වඩා අඩු ද්‍රාව්‍යතාවක් තිබිය යුතු ය. එබැවින්, නිදසුනක් වශයෙන් අප තෝරා ගත යුත්තේ I^{-} අයන අඩංගු KI වැනි ද්‍රාව්‍ය ලවණයකි. PbI_2 හි K_{sp} අගය (1.4×10^{-8} $mol^3\ dm^{-9}$), $PbCl_2$ හි K_{sp} අගයට ($1.8 \times 10^{-5} mol^3\ dm^{-9}$) වඩා අඩු හෙයිනි. එසේ ම, $[Cl^{-}(aq)]$ අඩු කිරීම සඳහා $AgNO_3$ එකතු කළ හැකි ය. එය Cl^{-} අයන AgCl ලෙස අවක්ෂේප කරයි.

2.38 නිදසුන

$0.10\ mol\ dm^{-3}$ සාන්ද්‍රණ ඇති (i)NaOH ද්‍රාවණයක (ii)KCl ද්‍රාවණයක හා (iii) $Ca(NO_3)_2$ ද්‍රාවණයක $CaC_2O_4(s)$ හි සාපේක්ෂ ද්‍රාව්‍යතා සසඳන්න.

පිළිතුර

$CaC_2O_4(s)$ ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය ලවණයක් බැවින්,

$$CaC_2O_4(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$$

(i) NaOH(aq)හි: $NaOH(aq) \rightarrow Na^{+}(aq) + OH^{-}(aq)$
$OH^{-}(aq)$, $Ca^{2+}(aq)$, $Ca(OH)_2(s)$ ලෙස අවක්ෂේප කරයි.
එබැවින් සමතුලිතතාව දකුණට බර කරමින් $[Ca^{2+}(aq)]$ අඩු වේ. එහෙයින් $CaC_2O_4(s)$හි ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි වේ.

(ii) KCl(aq)හි: $KCl(aq) \rightarrow K^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$
$K^{+}(aq)$ හා $Cl^{-}(aq)$ සමතුලිතතාව කෙරෙහි බල නො පායි. ද්‍රාව්‍යතාව වෙනස් නොවේ.

(iii) $Ca(NO_3)_2$ (aq)හි: $Ca(NO_3)_2(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2NO_3^{-}(aq)$
$Ca^{2+}(aq)$ පොදු අයනයකි. එබැවින් $[Ca^{2+}(aq)]$ වැඩි වන විට සමතුලිතතාව දකුණට බර වේ. මේ නිසා $CaC_2O_4(s)$ සෑදීම වැඩි වන අතර CaC_2O_4 හි ද්‍රාව්‍යතාව අඩු වේ.

2.4.6 pH ආවරණය

බොහෝ සංයෝගවල ද්‍රාව්‍යතාව දැඩි ලෙස ද්‍රාවණයේ pH අගය මත රැඳී පවතී. උදාහරණයක් ලෙස බොහෝ ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය ලවණවලට ඇනායනය දුබල අම්ලයක සංයුග්මක හස්මය වන අතර, එය ද්‍රාවණයේ දී ප්‍රෝටෝනීකරණය විය හැකි ය. මීට අමතරව, ඔක්සයිඩ හා සල්ෆයිඩ (මේ දෙක ම ප්‍රබල හස්ම වේ) වැනි ද්වයංගි සංයෝගවල ද්‍රාව්‍යතාව බොහෝ විට pH අගය මත රැඳී පවතී. නිදසුනක් ලෙස: A^- අයනය HA දුබල අම්ලයේ සංයුග්මයක හස්මය වන්නා වූ MA ලවණයේ ද්‍රාව්‍යතාව කෙරෙහි pH අගයේ බලපෑම සලකා බලමු. ලවණය ජලයේ ද්‍රවණය වන විට පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ:

$$MA(s) \rightleftharpoons M^+(aq) + A^-(aq) \quad : \quad K_{sp} = [M^+(aq)][A^-(aq)] \; \ldots\ldots\ldots (1)$$

ඇනායනය ද ජලය සමඟ ජලවිච්ඡේදන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු කරයි.

$$A^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons OH^-(aq) + HA(aq) \; \ldots\ldots\ldots (2)$$

(1) ප්‍රතික්‍රියාවේ දී නිපදවෙන $A^-(aq)$ අයන (2) ප්‍රතික්‍රියාවේ දී ඉවත් කෙරෙන බැවින් MA ලවණයේ ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි වේ. නිදසුනක් ලෙස S^{2-}, PO_4^{3-} හෝ CO_3^{2-} වැනි භාස්මික ඇනායනයකින් යුත් ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය ලවණයක, පුරෝකථනය කරන ලද ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි වේ. ද්‍රාවණයට ප්‍රබල අම්ලයක් එකතු කළ හොත්, එකතු කළ H^+ සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ A^- සමඟ ප්‍රතික්‍රියා වී HA සාදයි. මෙය $[A^-(aq)]$ අඩු කරන අතර, ඒ නිසා අයනික ගුණිතයේ විශාලත්වය ද අඩු වේ (අයනික ගුණිතය = $[M^+(aq)][A^-(aq)]$) ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව අයනික ගුණිතය, ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතයට සමාන වන තුරු තව තවත් MA ද්‍රවණය වේ. එහෙයින් *ආම්ලික pH අගය විසින්, ඇනායනය දුබල අම්ලයක සංයුග්මක හස්මය වන්නා වූ, ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය සියලු ලවණවල පාහේ ද්‍රාව්‍යතාව බොහෝ සෙයින් වැඩි කරයි.*

පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව සලකන්න.

$$Ag_3PO_4(s) \rightleftharpoons 3Ag^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$$

HNO_3 අම්ලය එකතු කළ හොත් පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ:

$$H_3O^+(aq) + PO_4^{3-}(aq) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + H_2O(l)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාව ද්‍රාවණයේ PO_4^{3-} අයන අඩු කරන අතර, එය ඝන Ag_3PO_4 වැඩි වැඩියෙන් ද්‍රවණය කිරීමට හේතු වේ (NO_3^- අයන කිසිදු සිද්ධියකට සහභාගි නොවී ප්‍රේක්ෂක අයන ලෙස හැසිරෙමින් ද්‍රාවණයේ පවතී).

පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව සලකන්න:

$$Cu(OH)_2(s) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

- pH වැඩි කිරීම යනු $[OH^-(aq)]$ වැඩි කිරීමයි. මෙයින් සමතුලිතතාව වමට බර වී $Cu(OH)_2$ යම් ප්‍රමාණයක් අවක්ෂේප කරයි; එනම් එහි ද්‍රාව්‍යතාව අඩු කරයි.
- pH අඩු කළ හොත් $[OH^-]$ අඩු වී සමතුලිතතාව දකුණට බර වේ. මෙය $Cu(OH)_2$ ද්‍රාවණය කිරීමට හෙවත් $Cu(OH)_2$ හි ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි කිරීමට හේතු වේ.
- $M(OH)_n$ ආකාර සංයෝගයක ද්‍රාව්‍යතාව pH වැඩි කළ විට අඩු වේ; pH අඩු කළ විට වැඩිවේ.

එබැවින් අද්‍රාව්‍ය භාස්මික ලවණ ආම්ලික ද්‍රාවණවල ද්‍රවණය වීමට නැඹුරු වේ. එසේ ම අද්‍රාව්‍ය ආම්ලික ලවණ භාස්මික ද්‍රාවණවල ද්‍රවණය වීමට නැඹුරු වේ.

2.39 නිදසුන

298 K දී (i) pH අගය 10.0 වූ විට හා (ii) pH අගය 5.0 වූ විට $Cu(OH)_2$ වලින් සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයක $Cu^{2+}(aq)$ සාන්ද්‍රණය ගණනය කරන්න.

$K_{sp(Cu(OH)_2)} = 2.2 \times 10^{-20}$ mol^3 dm^{-9}.

පිළිතුර

(i) pH = 10.00 වූ විට,

$[H^+(aq)] = 1.0\times10^{-10}$ mol dm^{-3} සහ $[OH^-(aq)] = 1.0\times10^{-4}$ mol dm^{-3}

$$Cu(OH)_2(s) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී : x $\quad$ 1.0×10^{-4} mol dm^{-3}

$K_{sp} = [Cu^{2+}(aq)]\,[OH^-(aq)]^2 = 2.2 \times 10^{-20}$ mol^3 dm^{-9}

$x(1.0\times10^{-4}\text{ mol dm}^{-3})^2 = 2.2 \times 10^{-20}$

$\therefore x = [Cu^{2+}(aq)] = \mathbf{2.2 \times 10^{-12}\ mol\ dm^{-3}}$

(ii) pH = 5.00 වූ විට,

$[H^+(aq)] = 1.0\times10^{-5}$ සහ $[OH^-(aq)]=1.0\times10^{-9}$ mol dm^{-3}

$$Cu(OH)_2(s) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

සමතුලිතතාවේ දී : x $\quad$ 1.0×10^{-9} mol dm^{-3}

$K_{sp} = [Cu^{2+}(aq)]\,[OH^-(aq)]^2 = 2.2 \times 10^{-20}$

$x(1.0\times10^{-9}\text{ mol dm}^{-3})^2 = 2.2 \times 10^{-20}$ mol^3 dm^{-9}

$\therefore x = [Cu^{2+}(aq)] = \mathbf{2.2 \times 10^{-2}\ mol\ dm^{-3}}$

pH අගය අඩු වන විට එබඳු ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩවල ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි වන බව මින් අපට පෙනේ.

ඉහත නිදසුනෙහි $OH^-(aq)$ ඇනායනය ජලයෙන් ව්‍යුත්පන්න වී ඇති බැවින් මාධ්‍යයේ $H^+(aq)$හි බලපෑම අපට සලකා බැලිය හැකි ය. pH මත පරායත්ත එබඳු ද්‍රාව්‍යතා ජලයෙන් ව්‍යුත්පන්න ඇනායන අඩංගු සංයෝගවලට (ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩ) සීමා නො වේ. නිදසුනක් ලෙස CaF_2 භාස්මික ඇනායනයක් අඩංගු ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය ලවණයකි. 298 K දී පහත දැක්වෙන සමතුලිතතාව සලකන්න.

$$CaF_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2F^-(aq)\ ; \quad K_{sp} = 3.45 \times 10^{-11}$$

CaF_2 වලින් සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයකට ප්‍රබල අම්ලයක් එකතු කළ විට පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ:

$$H^+(aq) + F^-(aq) \rightleftharpoons HF(aq)$$

ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාව ෆ්ලුවොරයිඩ් අයන සාන්ද්‍රණය අඩු කරන බැවින් පද්ධතිය මත යෙදෙන සංරෝධය අඩු කිරීමට CaF_2 වැඩියෙන් ද්‍රවණය වේ. එබැවින් CaF_2 ප්‍රබල අම්ලයක් සමඟ සිදු කරන ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ,

$$CaF_2(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2HF(aq)$$

$MCO_3(s)$ ලෝහ කාබනේට සැලකූ විට:

$$MCO_3(s) \rightleftharpoons M^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

$$H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq)$$

එබැවින් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ,

$$MCO_3(s) + H^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + HCO_3^-(aq)$$

එනම්: පද්ධතිය මත ඇති වන සංරෝධය ලිහිල් කිරීමට $MCO_3(s)$ වඩ වඩා ද්‍රවණය වේ. මෙයින් පෙනී යන්නේ pH වැඩි වීමේ දී ද්‍රාව්‍යතාව අඩු වන බව හා pH අඩු වීමේ දී ද්‍රාව්‍යතාව වැඩි වන බව ය.

ඉහත කරුණු අනුව දුබල අම්ලවලින් ව්‍යුත්පන්න වූ ෆ්ලුවොරයිඩ, ඔක්සලේට, කාබනේට, ෆොස්ෆේට ආදි ලවණ ආම්ලික ද්‍රාවණවල වැඩියෙන් ද්‍රවණය වීමට නැඹුරු වන බව නිගමනය කළ හැකි ය.

පහත දැක්වෙන නිදසුන සලකන්න:

PbC_2O_4, PbI_2 හා $PbSO_4$ ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය ලවණ වේ. 298 K දී ඒවායේ ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත පිළිවෙළින් 4.8×10^{-10} mol^2 dm^{-6}, 9.8×10^{-9} mol^3 dm^{-9} හා 2.5×10^{-5} mol^2 dm^{-6} වේ. ඒවායේ සන්තෘප්ත ද්‍රාවණවලට ප්‍රබල අම්ලයක් එකතු කළ විට ඒවායේ සාපේක්ෂ ද්‍රාව්‍යතා සංසන්දනය කරන්න.

ඉහත ලවණවල සන්තෘප්ත ද්‍රාවණවල පවත්නා සමතුලිතතා මෙසේ ය:

$$PbC_2O_4(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)\ ;\ K_{sp} = 4.8 \times 10^{-10}\ mol^2\ dm^{-6}$$

$$PbI_2(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2I^-(aq)\ ;\ K_{sp} = 9.8 \times 10^{-9}\ mol^3\ dm^{-9}$$

$$PbSO_4(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)\ ;\ K_{sp} = 2.5 \times 10^{-5}\ mol^2\ dm^{-6}$$

උක්ත සමතුලිතතාවල දී සෑදෙන $C_2O_4^{2-}$, I^-, හා SO_4^{2-} යන ඇනායන පිළිවෙළින් $H_2C_2O_4$, HI, හා H_2SO_4 යන අම්ලවල සංයුග්මක භස්ම වේ. ප්‍රබල අම්ලයක බලපෑමට වඩාත් ම ලක් වන්නේ ප්‍රබලතම සංයුග්මක භස්මය බැවින් අපට ඒවායේ සාපේක්ෂ ද්‍රාව්‍යතා ඒවායේ සාපේක්ෂ භාස්මිකතාවලට සම්බන්ධ කළ හැකි ය.

HI ප්‍රබල අම්ලයක් බැවින් PbI_2වල සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයකට ප්‍රබල අම්ලයක් එකතු කිරීම එහි ද්‍රාව්‍යතාව කෙරෙහි දැඩි බලපෑමක් නො කරයි. අම්ලය හුදෙක් $H^+(aq)$ හා අනුරූප ඇනායනය දෙමින් විඝටනය වේ.

$C_2O_4^{2-}(aq)$ පළමු ප්‍රෝටෝනයට දැඩි ආකර්ෂණයක් ද දෙවැනි ප්‍රෝටෝනයට මඳ ආකර්ෂණයක් ද දක්වයි. එබැවින් $PbC_2O_4(s)$හි සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයකට ප්‍රබල අම්ලයක් එකතු කිරීමේ ප්‍රතිඵලයක් ලෙස පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියා ඇති වේ.

$$C_2O_4^{2-}(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons HC_2O_4^-(aq)$$

හා

$$HC_2O_4^-(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons H_2C_2O_4(aq)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියා [$C_2O_4^{2-}$(aq)] අඩු කරන අතර පද්ධතිය මත ඇති වන සංරෝධය අඩු කිරීමට වඩ වඩා ලෙඩ් ඔක්සලේට් ද්‍රවණය කරයි.

$PbSO_4$ හි සන්තෘප්ත ද්‍රාවණයකට ප්‍රබල අම්ලයක් එකතු කිරීමේ ප්‍රතිඵලයක් ලෙස පහත දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ.

$$SO_4^{2-}(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons HSO_4^-(aq)$$

HSO_4^-(aq) හි pK_a (1.99) << ඔක්සලික් අම්ලයේ pK_{a2} බැවින් ඉහත සමතුලිතතාව විශාල ලෙස වමට බර වේ. වෙනත් අයුරකින් පැවසුව හොත් ඔක්සලික් අම්ලයේ භාස්මිකතාව >>> සල්ෆියුරික් අම්ලයේ භාස්මිකතාව වේ. එබැවින් එකතු කරන ලද ප්‍රබල අම්ලය $PbSO_4$හි ද්‍රාව්‍යතාව කෙරෙහි ඇති කරන බලපෑම, PbC_2O_4හි ද්‍රාව්‍යතාව කෙරෙහි ඇති කරන බලපෑමට වඩා සැලකිය යුතු ලෙස අඩු ය.

මේ නිදසුනෙන්, ජලවිච්ඡේදනය නොවන Cl^-, Br^-, I^- වැනි ඇනායන අඩංගු ලවණවල ද්‍රාව්‍යතා pH හි බලපෑමට ලක් නොවන බව ද වටහා ගත හැකි ය.

2.40 නිදසුන

එක්තරා ආම්ලික M^{3+}(aq) අයන නියැදියක M^{3+}(aq) සාන්ද්‍රණය 3.0×10^{-6} mol dm^{-3} වේ. $M(OH)_3$ ලෙස අවක්ෂේප කරනු පිණිස ද්‍රාවණයේ pH අගය කවර මට්ටමකට සීරුමාරු කළ යුතු ද? $K_{sp} = 2.4 \times 10^{-20}$ mol^4 dm^{-12}

පිළිතුර

$K_{sp} = [M^{3+}(aq)][OH^-(aq)]^3 = 2.4\times 10^{-20}$ mol^4 dm^{-12}

$$[OH^-(aq)] = \sqrt[3]{\frac{2.4\times10^{-20}}{3.0\times10^{-6}}} = 2.0 \times 10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$\therefore$ pOH = **4.7**

pH = **9.3**

මේ අනුව pH අගය 9.3 දක්වා ගෙන ඒමට ප්‍රමාණවත් තරම් භස්මයක් එකතු කරන තුරු අවක්ෂේප වීම ආරම්භ නො වේ.

2.4.7 ගුණාත්මක (කැටායන) විශ්ලේෂණයේ දී ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතයේ යෙදීම

ජලීය ද්‍රාවණයක තිබෙන සුවිශේෂී අයනවල පැවැත්ම අනාවරණය කර ගන්නේ කෙසේ දැයි දැන ගැනීම වැදගත් ය. මෙහි දී භාවිත වන ක්‍රියාවලිය ගුණාත්මක විශ්ලේෂණය යටතට ගැනෙන අතර එය නියැදියක පවතින්නේ මොනවා ද? යන ප්‍රශ්නයට පිළිතුරු සොයා බැලෙයි. අයන, යම් යම් ප්‍රතිකාරක සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර නිරීක්ෂණය කළ හැකි ඵල ලබා දීම ගුණාත්මක විශ්ලේෂණයේ පදනම වේ. නිදසුනක් ලෙස සිල්වර් අයන, හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් අද්‍රාව්‍ය, සන සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ලෙස අවක්ෂේප කළ හැකි ය. බොහෝ කැටායන හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලය සමඟ මේ ආකාරයට ප්‍රතික්‍රියා නොකරන බැවින් මේ සරල ප්‍රතික්‍රියාව අද්‍රාව්‍ය ක්ලෝරයිඩ සාදන අයන, එසේ නොකරන අයනවලින් වෙන් කර ගැනීමට යොදා ගත හැකි ය. මිශ්‍රණයක පවතින අයන ගුණාත්මකව අනාවරණය කර ගැනීම සිදු කරනුයේ ක්‍රමානුකූල විශ්ලේෂණයකිනි. එහි දී අවක්ෂේපණ ප්‍රතික්‍රියා ප්‍රධාන කාර්යයක් ඉටු කරයි.

කැටායනවලින් සෑදෙන විවිධ අයනවල ජල ද්‍රාව්‍යතාව විවිධ ය. මේ ලවණවල ද්‍රාව්‍යතාවල විවිධත්වය අයන වෙන් කර ගැනීම සඳහා උපයෝගි කර ගත හැකි ය. නිදසුනක් ලෙස, කැටායනවල ජලීය මිශ්‍රණයකට උචිත රසායනික ප්‍රතිකාරකයක් එකතු කිරීම කැටායන එකක් හෝ වැඩි ගණනක් වර්ණීය ලෙස අවක්ෂේප කිරීමට හේතු වන අතර, තවත් කැටායන එකක් හෝ වැඩි ගණනක් ජලයේ ද්‍රවිත ව පවතී.

කැටායන, ඒවායේ සංයෝගවල ද්‍රාව්‍යතාව අනුව ප්‍රධාන කාණ්ඩ පහකට වෙන් කළ හැකි ය:

I කාණ්ඩය (Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}): මේ කැටායන අද්‍රාව්‍ය ක්ලෝරයිඩ සාදන අතර, තනුක හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලයෙන් අවක්ෂේප කළ හැකි ය. එවිට අනෙක් සියලු කැටායන ද්‍රාවණගතව පවතී.

II කාණ්ඩය (Cu^{2+}, Bi^{3+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, As^{3+}, Sb^{3+}, Sn^{4+}/ Sn^{2+}): මේ කැටායන බෙහෙවින් අද්‍රාව්‍ය සල්ෆයිඩ (K_{sp} අගය 10^{-25}ට අඩු) සාදන බැවින් අඩු සාන්ද්‍රණයක ඇති සල්ෆයිඩ් අයන මඟින් අවක්ෂේප කළ හැකි ය. ලෝහ අයනවල ආම්ලික ද්‍රාවණයකට හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් වායුව යැවීමෙන් මෙය ඉටු කර ගත හැකි ය.

III කාණ්ඩය (Al^{3+}, Cr^{3+}, Fe^{3+}): මේ කැටායන බෙහෙවින් අද්‍රාව්‍ය හයිඩ්‍රොක්සයිඩ සාදන අතර සාපේක්ෂ වශයෙන් අඩු හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන ප්‍රමාණයක් එක් කිරීමෙන් අවක්ෂේප කළ හැකි ය.

IV කාණ්ඩය (Zn^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Mn^{2+}): මේ කැටායන මඳ වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය සල්ෆයිඩ (K_{sp} අගය 10^{-20}ට වැඩි) සාදයි. සාපේක්ෂ වශයෙන් වැඩි සල්ෆයිඩ අයන ප්‍රමාණයකින් අවක්ෂේප කළ හැකි ය. ලෝහ අයනවල භාෂ්මික ද්‍රාවණයකට හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් වායුව යැවීමෙන් මෙයය ඉටු කර ගත හැකි ය.

V කාණ්ඩය (Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}):ඉහත කාණ්ඩවලට අයත් සියලු කැටායන සමඟ මේ කැටායන අද්‍රාව්‍ය කාබනේට සාදයි. එබැවින් මුල් කාණ්ඩ සතරෙහි අයන ඉවත් කිරීමෙන් පසු කාබනේටයක් එකතු කිරීමෙන් මේ අයන අවක්ෂේප කළ හැකි ය.

(Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+):මේ කැටායන ඉහත ප්‍රතිකාරක කිසිවක් අවක්ෂේප නො වේ.

I කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේපණයේ රසායනය

I කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේප කිරීමේ ප්‍රතිකාරකය වන්නේ තනුක (6 mol dm^{-3}) හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ල ද්‍රාවණයකි. මෙහි දී සිල්වර් (Ag^+), මර්කරි (I) (Hg_2^{2+}) හා ලෙඩ් (II) (Pb^{2+}) අයන අවක්ෂේප වේ. මීට අදාළ ශුද්ධ අයනික සමීකරණ නම්:

$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$
$$Hg_2^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow Hg_2Cl_2(s)$$
$$Pb^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow PbCl_2(s)$$

පොදු අයන ආචරණයට අනුව, අවක්ෂේපයේ ද්‍රාව්‍යතාව අඩු කිරීම සඳහා ක්ලෝරයිඩ් අයන මඳක් වැඩිපුර එකතු කරනු ලැබේ. එසේ වුව ද ද්‍රාවණයේ සැලකිය යුතු ලෙඩ් අයන සාන්ද්‍රණයක් පැවතීමට තරම් ප්‍රමාණවත් ලෙස ලෙඩ් ක්ලෝරයිඩ්වල ද්‍රාව්‍යතාව ඉහළ ය. මින් බහුතරය II කාණ්ඩයේ ප්‍රතිකාරකයෙන් අවක්ෂේප වේ.

II කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේපණයේ රසායනය

II කාණ්ඩයේ (හා VI කාණ්ඩයේ) කැටායන, ඒවායේ අද්‍රාව්‍ය සල්ෆයිඩ ලෙස අවක්ෂේප කිරීමෙන් වෙන් කර ගනු ලැබේ. මේ සඳහා සල්ෆයිඩ් අයන සපයනු ලබන්නේ ජලයේ ස්වල්ප වශයෙන් ද්‍රාව්‍ය, දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් වූ හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් වායුව විසිනි. 25 °C දී හා 1 atm පීඩනයේ දී සන්තෘප්ත ජලීය ද්‍රාවණ ලීටරයක හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් 0.1 mol ක් පමණ තිබේ. ද්‍රාවණය වූ අණුක හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් හයිඩ්‍රජන් අයන ($H^+(aq)$), හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් අයන $HS^-(aq)$ හා සල්ෆයිඩ් අයන $S^{2-}(aq)$ බවට විඝටනය වන අතර ඒ සම්බන්ධ සමතුලිතතා මෙසේ ය.

සමතුලිතතා තුනක් සම්බන්ධ වේ.

$$H_2S(g) \rightleftharpoons H_2S(aq)$$

$$H_2S(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HS^-(aq):\ K_1 = \frac{[H^+(aq)][HS^-(aq)]}{[H_2S(aq)]} = 9.1 \times 10^{-8}\ mol\ dm^{-3}$$

$$HS^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + S^{2-}(aq):\ K_2 = \frac{[H^+(aq)][S^{2-}(aq)]}{[HS^-(aq)]} = 1.0 \times 10^{-19} mol\ dm^{-3}$$

ජලීය මාධ්‍යය අධික ලෙස භාස්මික නොවෙතොත්, එහි පවතින්නේ S^{2-} අයන ඉතා අල්ප ප්‍රමාණයක් බව K_2 හි අඩු අගයෙන් ගම්‍ය වේ.

$$M^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightleftharpoons MS(s) + 2H^+(aq)$$

මෙහි මාධ්‍යය ආම්ලික කිරීම ලෝහ සල්ෆයිඩ අවක්ෂේප වීම වැළකීමට හේතු වේ. අම්ලයක් එකතු කිරීම ඉහත සමතුලිතතා වමට බර කරයි. II කාණ්ඩයේ ලෝහ සල්ෆයිඩවල K_{sp} අගයයන් ඉතා අඩු ය. එබැවින් ආම්ලික හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ද්‍රාවණයේ දී ඉතා අල්ප ද්‍රාව්‍යතාවකින් යුත් ලෝහ සල්ෆයිඩ පමණක් අවක්ෂේප වන අතර, ඉහළ ද්‍රාව්‍යතාවෙන් යුත් සල්ෆයිඩ (VI කාණ්ඩයේ) ද්‍රාවණගතව පවතී. එබැවින්, $H^+(aq)$ සාන්ද්‍රණය පාලනය කිරීමෙන් ලෝහ අයන ඒවායේ සල්ෆයිඩවල ද්‍රාව්‍යතාවල වෙනස්කම් උපයෝගී කර ගනිමින් වෙන් කර ගත හැකි ය. II කාණ්ඩය බොහෝ විට අම්ල - හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් කාණ්ඩය යනුවෙන් හඳුන්වනු ලබන අතර, එහි හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය 0.1 mol dm^{-3}-0.3 mol dm^{-3} (pH = 0.5-1.0) පරාසයේ අවත්වා ගනු ලැබේ. මෙ මඟින්, II කාණ්ඩයේ සල්ෆයිඩවල පමණක් අයනික ගුණිතය ඒවායේ ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය ඉක්මවන ලෙස හා ඒවා පමණක් අවක්ෂේප වන ලෙසත්, වඩා ද්‍රාව්‍ය සල්ෆයිඩ සාදන IV කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේප නොවන ලෙසත් සල්ෆයිඩ අයන සාන්ද්‍රණය සකසා ගනු ලැබේ. I කාණ්ඩයේ පෙරනයට H_2S වායුව යැවීමෙන් මේ තත්ත්ව සාධනය කර ගත හැකි ය.

II කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේප වීමට අදාළ ප්‍රතික්‍රියා පහත දැක්වේ:

$$Cu^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow CuS(s) + 2H^+(aq)$$
$$Cd^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow CdS(s) + 2H^+(aq)$$
$$Hg^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow HgS(s) + 2H^+(aq)$$
$$2Bi^{3+}(aq) + 3H_2S(aq) \rightarrow Bi_2S_3(s) + 6H^+(aq)$$
$$2As^{3+}(aq) + 3H_2S(aq) \rightarrow As_2S_3(s) + 6H^+(aq)$$
$$2Sb^{3+}(aq) + 3H_2S(aq) \rightarrow Sb_2S_3(s) + 6H^+(aq)$$

$$Sn^{4+}(aq) + 2H_2S(aq) \rightarrow SnS_2(s) + 4H^+(aq)$$

III කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේපණයේ රසායනය

II කාණ්ඩයේ කැටායනවල හයිඩ්‍රොක්සයිඩවල K_{sp} අගයයන් ඉතා අඩු ය. එබැවින් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ අයන සාන්ද්‍රනය ඉතා අඩු මට්ටමක පවත්වා ගනිමින් එම කැටායන හයිඩ්‍රොක්සයිඩ ලෙස අවක්ෂේප කළ හැකි ය. මේ වෙන් කිරීමේ දී පමණට වැඩි භාස්මික ද්‍රාවණයක හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ද්‍රාවණයක් පවත්වා නොගැනීමට පරිස්සම් විය යුතු ය. හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන සාන්ද්‍රණය සැලකිය යුතු තරම් ඉහළ වේ නම් අනවශ්‍ය මැග්නීසියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අවක්ෂේප වීම සිදු වේ. හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන අවශ්‍ය (1×10^{-5} mol dm^{-3} පමණ) පවත්වා ගැනීමට ඇමෝනියා - ඇමෝනියම් ක්ලෝරයිඩ් (NH_3/NH_4Cl) ස්වාරක්ෂකයක් භාවිතා වේ. මේ ද්‍රාවණයේ පහත දැක්වෙන අයනීකරණ සමතුලිතතා පවතී.

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$NH_4Cl(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

0.10 mol dm^{-3} ඇමෝනියා ද්‍රාවණයක් භාවිත කළ හොත්, හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන සාන්ද්‍රණය 1.3×10^{-3} mol dm^{-3} වන අතර එය මැග්නීසියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අවක්ෂේප කිරීමට තරම් ඉහළ සාන්ද්‍රණයකි. එකතු කරන ලද ඇමෝනියම් ක්ලෝරයිඩ්වලින් ලැබෙන ඇමෝනියම් අයන, ඇමෝනියාහි සමතුලිතතාව වමට විස්ථාපනය කරමින් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අයන සාන්ද්‍රණය පහළ දමයි. 1×10^{-5} mol dm^{-3} පමණ $[OH^-(aq)]$ අයන සාන්ද්‍රණයක් ස්වල්ප ලෙස ද්‍රාව්‍ය ඇලුමිනියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් හා ක්‍රෝමියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අවක්ෂේප කිරීමට ප්‍රමාණවත් වන අතර වඩා ද්‍රාව්‍ය මැග්නීසියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අවක්ෂේප කිරීමට ප්‍රමාණවත් නො වේ. අදාළ හයිඩ්‍රොක්සයිඩවල K_{sp} අගයයන් සංසන්දනයෙන් මෙය අපට තේරුම් ගත හැකි වේ.

III කාණ්ඩයේ අයන අවක්ෂේප වීමට අදාළ සමීකරණ නම්:

$$Al^{3+}(aq) + 3H_2O(aq) + 3NH_3(aq) \rightarrow Al(OH)_3(s) + 3NH_4^+(aq)$$
$$Cr^{3+}(aq) + 3H_2O(aq) + 3NH_3(aq) \rightarrow Cr(OH)_3(s) + 3NH_4^+(aq)$$
$$Fe^{3+}(aq) + 3H_2O(aq) + 3NH_3(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NH_4^+(aq)$$

මෙහි දී $OH^-(aq)$ සාන්ද්‍රණය $Mg(OH)_2$ අවක්ෂේප කිරීමට ප්‍රමාණවත් තරම් ඉහළ වේ නම්,

$$Mg^{2+}(aq) + OH^-(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s)$$

එබැවින් Al^{3+}, Cr^{3+} හා Fe^{3+} වෙන් කිරීමේ දී Mg^{2+} අයන අවක්ෂේප නොවන පරිදි OH^- සාන්ද්‍රණය පාලනය කිරීම අත්‍යවශ්‍ය ය.

IV කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේපණයේ රසායනය

හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ්වල භාස්මික ද්‍රාවණයක් මඟින් IV කාණ්ඩයේ අයන ඒවායේ සල්ෆයිඩ ලෙස අවක්ෂේප කෙරේ. භාස්මික ද්‍රාවණයේ H_2S අයනීකරණය වැඩි වන අත ද්‍රාවණයේ S^{2-} අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. එහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ IV කාණ්ඩයේ සල්ෆයිඩවල ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත ඉක්මවා යැමට තරම් ඒවායේ අයනික ගුණිත ඉහළ යැමත් එනයින් ඒවා අවක්ෂේප වීමත් ය.

$$H_2S(g) \rightleftharpoons H_2S(aq)$$
$$H_2S(aq) \rightleftharpoons 2\,H^+(aq) + S^{2-}(aq)$$

$OH^-(aq)$ අයන හමුවේ දී $H^+(aq)$ අයන උදාසීන වේ. එබැවින් IV කාණ්ඩයේ කැටායන, ඒවායේ සල්ෆයිඩ ලෙස අවක්ෂේප කිරීමට තරම් වූ තරමක් ඉහළ $S^{2-}(aq)$ අයන සාන්ද්‍රණයක් ද්‍රාවණයේ අඩංගු වේ. IV කාණ්ඩයේ අයනවල සල්ෆයිඩ, II කාණ්ඩයේ ආම්ලික හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ද්‍රාවණයේ දී අවක්ෂේප වීමට තරම් අද්‍රාව්‍ය නොවුව ද භාස්මික හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ද්‍රාවණයක දී අවක්ෂේප වේ. IV කාණ්ඩයේ අයනවල අවක්ෂේපණයකට අදාළ සමීකරණ වන්නේ:

$$Zn^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow ZnS(s) + 2H^+(aq)$$
$$Ni^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow NiS(s) + 2H^+(aq)$$
$$Co^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow CoS(s) + 2H^+(aq)$$
$$Mn^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow MnS(s) + 2H^+(aq)$$

V කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේපණයේ රසායනය

V කාණ්ඩයේ කැටායන භාස්මික ද්‍රාවණයේ ඒවායේ කාබනේට ලෙස අවක්ෂේප වේ. මේ තත්ත්වය සපුරා ගනු ලබන්නේ නැටවීමෙන් IV කාණ්ඩයේ පෙරෙනයේ ඇති $H_2S(aq)$ ඉවත් කිරීමෙන් හා වැඩිපුර NH_4Cl/ NH_4OH එකතු කිරීමෙනි. V කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේප කෙරෙනුයේ $(NH_4)_2CO_3$ ද්‍රාවණයක් එකතු කිරීමෙනි. V කාණ්ඩයේ අයනවල අවක්ෂේපණයට අදාළ සමීකරණ වන්නේ:

$$Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow CaCO_3(s)$$
$$Sr^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow SrCO_3(s)$$
$$Ba^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow BaCO_3(s)$$

VI කාණ්ඩයේ කැටායන අවක්ෂේපණයේ රසායනය

මැග්නීසියම්: ද්‍රාවණයේ ඇත්තේ Mg^{2+} අයන පමණක් නම් එය සරල පරීක්ෂා මඟින් පහසුවෙන් හඳුනා ගත හැකි ය. එහෙත් කැටායන මිශ්‍රණයක දී එය හඳුනා ගැනීම අපහසු ය. එබැවින් Mg^{2+} අයනහඳුනා ගැනීම සඳහා 8–හයිඩ්‍රොක්සික්විනොලීන් සමඟ සුවිශේෂ පරීක්ෂණයක් සිදු කරනු ලැබේ. Mg^{2+} අයන ඒ ප්‍රතිකාරකය සමඟ කහ-කොළ අවක්ෂේපයක් හෝ සංකීර්ණයක් දෙයි.

Na^+, K^+ හා NH_4^+ යන කැටායන ඉහත කිසිදු ප්‍රතිකාරකයක් සමඟ අවක්ෂේප නො දේ. ක්ෂාර ලෝහවල කැටායන සාමාන්‍යයෙන් හඳුනා ගනු ලබන්නේ පහන් සිළු පරීක්ෂාවෙනි; ඒ අයන දැල්ලට දෙන ලාක්ෂණික වර්ණය නිරීක්ෂණයෙනි.

පහත දැක්වෙන උදාහරණයෙන් වරණීය අවක්ෂේපණයේ දී pH අගයේ වැදගත්කම පැහැදිලි වේ.

නිදසුන 2.41

ද්‍රාවණයක 0.1 mol dm^{-3} Zn^{2+} අයන හා 0.1 mol dm^{-3} Fe^{2+} අයන අඩංගු වේ. ද්‍රාවණය තුළින් H_2S වායුව යැවීමෙන් ඒවා වෙන් කර ගත යුතු වේ නම් ද්‍රාවණයේ pH අගය කුමක් විය යුතු ද?

ද්‍රාවණයේ H_2S සාන්ද්‍රණය 0.10 mol dm^{-3}

$K_{sp}(ZnS) = 1.6 \times 10^{-24}$ mol^2 dm^{-6} , $K_{sp}(FeS) = 6.3 \times 10^{-18}$ mol^2 dm^{-6}.

පිළිතුර

ද්‍රාවණය තුළින් $H_2S(g)$ වායුව යැවීමේ දී පහත දැක්වෙන සමතුලිතතා පවතී.

$$H_2S(g) \rightleftharpoons H_2S(aq)$$

$$H_2S(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HS(aq);\ K_{a_1} = \frac{[H_3O^+(aq)][HS^-(aq)]}{[H_2S(aq)]}$$

$$= 9.1 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$HS\ (aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + S^2\ (aq);\ K_{a_2} = \frac{[H_3O^+(aq)][S^{2-}(aq)]}{[HS^-(aq)]}$$

$$= 1.0 \times 10^{-19} \text{ mol dm}^{-3}$$

මේ සමීකරණ දෙක අනුව,

$$K_{a_1}K_{a_2}[H_2S(aq)] = [H_3O^+(aq)]^2[S^{2-}(aq)]$$

ආදේශයෙන්

$$[H_3O^+(aq)]^2[S^{2-}(aq)] = (9.1 \times 10^{-8})\,(1.0 \times 10^{-19})\,(0.1)\ \text{mol}^3\ \text{dm}^{-9}$$

$$= 9.1 \times 10^{-28}\ \text{mol}^3\ \text{dm}^{-9}$$

දී ඇති දත්ත අනුව

$K_{sp}(ZnS) = [Zn^{2+}(aq)][S^{2-}(aq)] = 1.6 \times 10^{-24}$ mol^2 dm^{-6} සහ

$K_{sp}(FeS) = [Fe^{2+}(aq)][S^{2-}(aq)] = 6.3 \times 10^{-18}$ mol^2 dm^{-6}

$[Zn^{2+}(aq)]$= 0.1 mol dm^{-3} වන විට, ZnS අවක්ෂේප වීමට අවශ්‍ය අවම $[S^{2-}(aq)]$ මෙසේ ගණනය කළ හැකි ය.

$$[S^{2-}(aq)] = \frac{1.6 \times 10^{-24}}{0.1} = 1.6 \times 10^{-23}\ \text{mol dm}^{-3}$$

මේ අවම $[S^{2-}(aq)]$ ට අනුරූප, උපරිම $[H_3O^+(aq)]$ පහත දැක්වෙන සමීකරණය භාවිතයෙන් ගණනය කළ හැකි ය.

$$[H_3O^+(aq)]^2[S^{2-}(aq)] = 9.1 \times 10^{-28}\ \text{mol}^3\ \text{dm}^{-9}$$

$$\therefore [H_3O^+(aq)]^2 = \frac{9.1 \times 10^{-28}}{1.6 \times 10^{-23}} = 5.7 \times 10^{-5}\ \text{mol}^2\ \text{dm}^{-6}$$

$$\therefore [H_3O^+(aq)] = 7.6 \times 10^{-3}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log[H_3O^+(aq)] = 2.1$$

∴ ZnS= 2.1 අවක්ෂේප කිරීමට අවශ්‍ය අවම pH අගය = 2.1

එසේ ම $[Fe^{2+}(aq)] = 0.1 \text{ mol dm}^{-3}$ වන විට FeS අවක්ෂේප කිරීම සඳහා අවශ්‍ය අවම $[S^{2-}(aq)]$ මේ ය.

$$[S^{2-}(aq)] = \frac{6.3 \times 10^{-1}}{0.1} = 6.3 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$$

අවශ්‍ය අවම $[H_3O^+(aq)]$ මෙසේ සෙවිය හැකි ය.

$$\therefore [H_3O^+(aq)]^2 = \frac{9.1 \times 10^{-28}}{6.3 \times 10^{-17}} = 1.4 \times 10^{-11} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

$$\therefore [H_3O^+(aq)] = 3.7 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\therefore pH = -\log[H_3O^+(aq)] = 5.4$$

$\therefore$ FeS අවක්ෂේප වීම සිදු වන අවම pH අගය = 5.4

මේ අනුව H_3O^+ සාන්ද්‍රණය $10^{-5.4} \text{ mol dm}^{-3}$ ($3.7 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$) වඩා වැඩි වූ විට Zn^{2+} අවක්ෂේප නොවන නමුත් Fe^{2+} අවක්ෂේප වන බව පෙනේ.

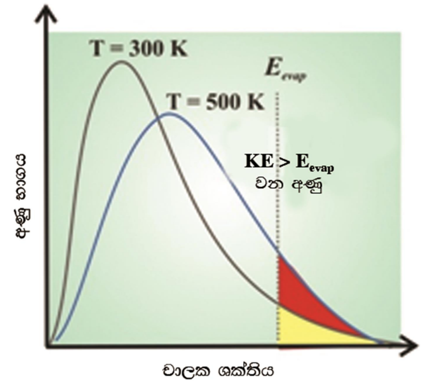
අයන දෙක වෙන් කිරීමට ද්‍රාවණයේ පැවතිය යුතු pH අගය 2.1 හා 5.4 අතර වේ.

2.5 විවිධ කලාපවල සමතුලිතතාව

පදාර්ථය ඝන, ද්‍රව සහ වායු යන අවස්ථා තුනකින් පවතින බවට අපට අදහසක් ඇති අතර පදාර්ථය අවස්ථා විපර්යාසයක් (පරිණාමනය) එක් කලාපයකින් තවත් කලාපයකට සිදු කරන විට පද්ධතියේ මහේක්ෂීය ගුණ වෙනස් නොවී පවතින අතර, අන්වීක්ෂීය ගුණ වෙනස් වේ. සාමාන්‍යයෙන් පද්ධතියක උෂ්ණත්වය හෝ පීඩනය වෙනස් වන විට කලාපවල වෙනස් වීම් සිදුවන අතර, කලාප වෙනස්වීම් යනු අණුවල ක්‍රමානුකූල බවට ලාක්ෂණික වන භෞතික වෙනස්වීම් වේ. ඝන කලාපයේ ඇති අණුවලට වැඩි ම ක්‍රමානුකූල ඇහිරීමක් ඇති අතර වායු කලාපයේ ඇති අනුවලට වැඩි ම අහඹුතාවයක් ඇත. මේ කොටස මගින් ද්‍රව - වායු සමතුලිතතාවට අයත් පද්ධතිවල සමතුලිතතාව සලකනු ලැබේ.

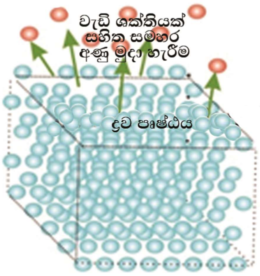
ද්‍රව-වායු සමතුලිතතාව

ද්‍රවවල ඇති අණු ඝනවල මෙන් තදින් බැඳී නැත. එනිසා වායු අණුවලට වඩා අඩු නිදහසක් ද්‍රව අණුවලට ඇති අතර මේවා නිරතුරුව චලනය වේ. ද්‍රවවල වායුවලට වඩා වැඩි අන්තර්-අණුක ආකර්ෂණ බල ඇති නිසා ද්‍රව අණු අතර ගැටුම් ප්‍රමාණය වායු කලාපයේ ඇති අණුවල ගැටුම් ප්‍රමාණයට වඩා වැඩි ය. ද්‍රව අංශුවල මධ්‍යයන ශක්තිය උෂ්ණත්වය මගින් පාලනය කරනු අතර, එය රූපසටහන 2.29 මගින් පෙන්නුම් කරනු ලැබේ. ද්‍රව අණුවලට ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් ඇති විට ඒවා කලාපය මතුපිටට පැමිණ කලාප විපර්යාසයක් සිදු කරයි. ද්‍රවයක් වායුවක් බවට පත් වීමේ ක්‍රියාවලිය වාෂ්පීකරණය හෝ වාෂ්පීභවනය ලෙස හැඳින්වේ.



රූපය 2.29 300 K හා 400 K යන උෂ්ණත්ව දෙකකදී ද්‍රව අණුවල චාලක ශක්තිවල ව්‍යාප්තිය. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට ප්‍රස්තාරයේ මුදුන වැඩි ශක්තිය ඇති දිශාවට වෙනස් වන අතර ප්‍රස්තාරය වඩාත් පුළුල් වේ. E_{evap} ශක්තියට වැඩි චාලක ශක්තියක් ඇති අණු පමණක් ද්‍රව කලාපයෙන් පලා ගොස්, වායු කලාපයට ඇතුළු වේ. එසේ ම ඉහළ උෂ්ණත්වයේ දී $KE > E_{evap}$ වන අණු භාගය වැඩි වේ.

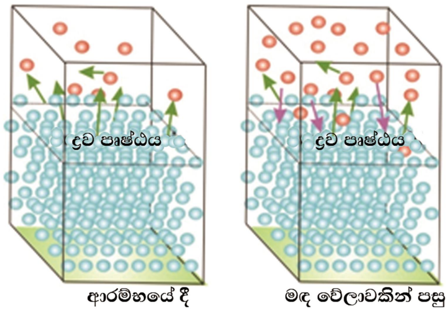
නිදසුනක් ලෙස විවෘත බඳුනක ඇති ද්‍රවයක් (ජලය හෝ මධ්‍යසාර) සලකමු. ඕනෑ ම දෙන ලද මොහොතක දී ද්‍රව කලාපයේ ඇති අණුවලින් ඉතා කුඩා කොටසක් වේගයෙන් චලනය වේ. මේ අණු, ද්‍රව පෘෂ්ඨයට ඉතා ආසන්න නම් හා උඩු දිශාවට චලනය වේ නම් ඒවාට යාබද ද්‍රව අණුවල ආකර්ෂණයෙන් සම්පූර්ණයෙන් මිදී වායු කලාපයට පිවිසිය හැකි වේ. ඉහළ ශක්තියක් ඇති අණු ඉවත්ව යන බැවින්, ද්‍රවයේ අණුවල මධ්‍යන්‍ය ශක්තිය අඩු වේ. ද්‍රවය විසින් බාහිර පරිසරයෙන් ශක්තිය තාපය වශයෙන් උරා ගනී. ද්‍රවයේ උෂ්ණත්වය පහළ බසී. මේ ආචරණය ජලයේ හෝ මධ්‍යසාර ස්වල්පයක් සම මතුපිට වාෂ්ප වීමට ඉඩ හළ විට ඔබට දැනෙනු ඇත. තාපය උරා ගැනීම මඟින් ද්‍රවයේ මධ්‍යන්‍ය අණුක වේගය නියතව පවත්වා ගැනීමට හැකි වේ. මේ නිසා ප්‍රමාණවත් කාලයක් තැබූ විට ද්‍රවය මුළුමනින් ම වාෂ්ප වේ. මේ සම්පූර්ණ ක්‍රියාවලියේ දී අවශෝෂණය කර ගන්නා ශක්තිය, වාෂ්පීකරණ එන්තැල්පියට අනුරූප වේ. වාෂ්පීකරණ ක්‍රියාවලිය සිදු වන්නේ ද්‍රවයේ මතුපිට පෘෂ්ඨයෙන් පමණි. සූර්යාලෝකය මඟින් වාෂ්ප වන ජලය නිරීක්ෂණය කළ හොත් එහි බුබුළු පිට වීමක් දක්නට නොලැබේ. ජල අණු සරලව, මතුපිට ද්‍රව ස්තරයෙන් ගැලවී යන අතර, මෙය බුබුළු පිට වීම දක්නට ලැබෙන නැටීම යන ක්‍රියාවලියට වඩා වෙනස් වේ. මෙය 2.30 රූපයෙන් විදහා දැක්වේ.



රූපය 2.30 දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී විවෘත බඳුනක් තුළ ඇති ද්‍රවයක වාෂ්පීකරණය. ඉහළ ශක්තියක් ඇති අණු බහුතරයක් වායු කලාපයට පලා යන අතර, නැවත ද්‍රව කලාපයට ඇතුළු වීමට අවශ්‍ය පරිදි ද්‍රව පෘෂ්ඨය සමඟ ඒවා ගැටුම් ඇති කර නොගනී. ඒ වෙනුවට ඒවා වායු කලාපය තුළ විසරණය වී බඳුනෙන් ඉවත් වී යයි.

2.5.1 සංවෘත භාජනයක අඩංගු ද්‍රවයක වාෂ්පීකරණය

බැලූ බැල්මට සංවෘත බඳුනක ඇති ද්‍රවයක් වාෂ්ප වන බවක් නො පෙනේ. එසේ ම කලක් තැබූ විට ද්‍රවය නොපෙනී යෑම ද සිදු නො වේ. එහෙත් එහි දී මතු පිට පෘෂ්ඨයෙන් නියත වාෂ්පීකරණයක් සිදු වේ. ද්‍රවයේ අංශු නොකඩවා මතුපිට පෘෂ්ඨයෙන් ඉවත්ව යන අතර, මෙහි දී ඒවා ද්‍රවය මතුපිට ඇති අවකාශයේ සිර වී පවතී.



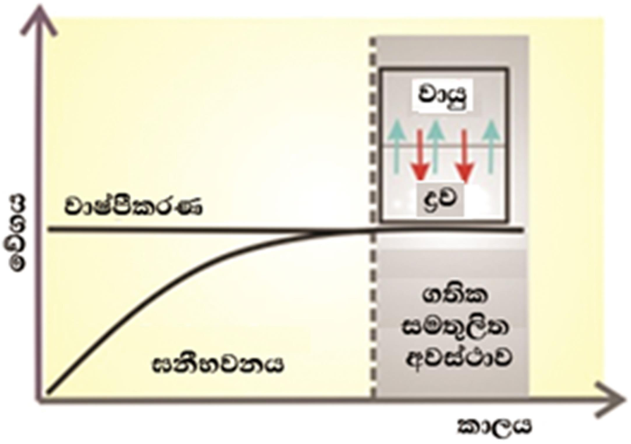
2.31 රූපය වාෂ්ප පීඩනය පිළිබඳ අණුක පැහැදිලි කිරීමක් සඳහා අන්වීක්ෂීය වශයෙන් සලකා බැලීමක්. දී ඇති උෂ්ණත්වයක දී ආරම්භයේ දී අණු ස්වල්පයක් වාෂ්ප වීම ආරම්භ කරන අතර මේ අණුවලින් කිසි ම අණුවක් නැවත ද්‍රව කලාපයට ඇතුළු නොවේ. මඳ වේලාවකට පසු වාෂ්ප කලාපයේ ඇති අණුවල සනත්වය ඉහළ යන අතර සමහර අණු ඝනීභවනය වීමට පටන් ගනී.

අණුක මට්ටමේ දී, ද්‍රව පෘෂ්ඨයෙන් තව මත් ඉහළ ඇති කලාපයට ඇතුළු වන අතර, බඳුන තුළ වාෂ්පය එලෙස ම පවතී. වාෂ්ප අණු ද වෙනත් වායු පරිදි ම ක්‍රියා කරයි. එනම්: ඒවා එකිනෙක සමඟත් බඳුනේ බිත්ති සමඟත් ගැටුම් ඇති කර ගන්නා අතර එමඟින් ද්‍රවය මතුපිට පීඩනයක් ඇති කරයි. මින් එක් "බිත්තියක්" වන්නේ ද්‍රව පෘෂ්ඨයයි. යම් අණුවක් ද්‍රව පෘෂ්ඨය සමඟ ගැටීමේ දී එයට නැවත ද්‍රවය තුළට ඇතුළුවීමේ ප්‍රවණතාවක් ඇති වේ.

ද්‍රවයක් බඳුනක් තුළට ඇතුළත් කරන පළමු අවස්ථාවේ දී බඳුන තුළ වාෂ්ප අණු ඇත්තේ ඉතා ස්වල්පයකි. ඒ නිසා ඝනීභවන ශීඝ්‍රතාව ඉතා අඩු වේ. එහෙත් අණු වැඩි වැඩියෙන් වාෂ්ප වන විට, ඝනීභවනය වීම සමානුපාතිකව වැඩි වේ. අවසානයේ දී වාෂ්ප පීඩනය ඇති වන අතර, වාෂ්ප වන වේගය සහ නැවත ඝනීභවනය වන වේගය අතර තුලනයක් ඇති වේ. එබැවින් ශුද්ධ විපර්යාසයක් වශයෙන් ද්‍රවය වාෂ්ප වීම හෝ වාෂ්පය ඝනීභවනය වීම සිදු නො වේ. එනම් අණු වාෂ්ප කලාපයට ඇතුළු වන හා ද්‍රව කලාපයට ඇතුළු වන වේගය සමාන වන බැවින් වාෂ්ප ප්‍රමාණය නියතව පවතී.

ද්‍රව - වාෂ්ප පද්ධතිය මේ තත්ත්වය කරා එළඹී කල්හි, ද්‍රවය හා වාෂ්පය යන දෙකෙහි ම පවතින මහේක්ෂ ගුණ, එනම් ප්‍රමාණය (moles), පරිමාව, පීඩනය, උෂ්ණත්වය, ඝනත්වය ආදි ගුණ කාලය සමඟ නොවෙනස්ව පවතී. එබැවින් පද්ධතිය *සමතුලිතතාව* කරා එළඹී ඇත. පද්ධතියේ මහේක්ෂ මට්ටමේ දී ගුණවල වෙනසක් ඇති නොවන නිසා, ප්‍රතිවිරුද්ධ මහේක්ෂ ගුණ වන වාෂ්පීකරණය හා ඝනීභවනය යන ක්‍රියාවලි සමාන ශීඝ්‍රතාවකින් සිදු වේ. එහෙත් මහේක්ෂ ක්‍රියාවලී තවමත් ක්‍රියාත්මකව පවතින බැවින් පද්ධතිය **ගතික සමතුලිතාවකට** එළඹ ඇත. මේ අංශු භාජනයේ බිත්ති සමඟ ඇති කර ගන්නා ගැටුම් හේතුවෙන් බඳුන තුළ පීඩනයක් හට ගනී. **ද්‍රවයක්, එහි වාෂ්පය සමඟ ගතික සමතුලිතතාවේ පවතින විට, වාෂ්පය මඟින් ඇති කරන පීඩනය, සමතුලිත වාෂ්ප පීඩනය** හෙවත් **සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය** ලෙස අර්ථ දැක්වේ. 2.32 රූපයේ මේ ක්‍රියාවලිය දැක්වේ. මෙහි දී කාලයත් සමඟ වාෂ්පීභවන

ශීඝ්‍රතාව නියතව පවතින බවත්, ඝනීභවන ශීඝ්‍රතාව ක්‍රමයෙන් ඉහළ යමින් සමතුලිතතාවට ළඟා වන බවත් අවබෝධ කර ගත යුතු වේ.

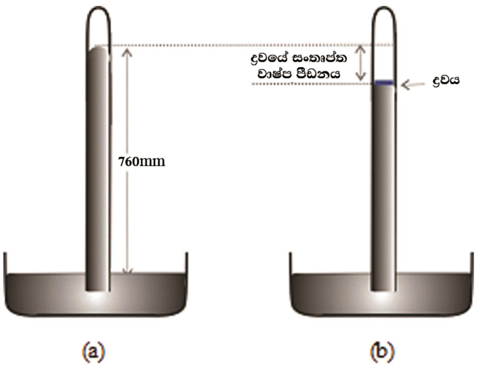


2.32 රූපය දී ඇති උෂ්ණත්වයක දී සංවෘත බඳුනක පවතින ද්‍රවයක වාෂ්පීකරණ සහ ඝනීභවන ශීඝ්‍රතා කාලය සමඟ විචලනය වන ආකාරය. වාෂ්පීකරණ ශීඝ්‍රතාව නියතව පවතින අතර ඝනීභවන ශීඝ්‍රතාව ක්‍රමයෙන් වැඩි වී වාෂ්පීභවන ශීඝ්‍රතාවට සමාන වේ. මෙසේ වන්නේ වාෂ්ප කලාපයට ඇතුළු වන අණු සංඛ්‍යාව, ශීඝ්‍රතා දෙක සමාන වන තෙක් වැඩි වීම නිසා ය. මේ අවස්ථාවේ දී පද්ධතිය, ගතික සමතුලිතතා අවස්ථාවකට එළඹෙන අතර එහි දී පද්ධතිය ඒ උෂ්ණත්වයට අදාළ සමතුලිත වාෂ්ප පීඩනය ලබා ගනී.

ද්‍රවයක වාෂ්ප පීඩනයේ විශාලත්වය ප්‍රධාන වශයෙන් සාධක දෙකක් මත රඳා පවතී. ඒවා නම් උෂ්ණත්වය සහ අණු එකිනෙක බැඳ තබා ගැනීමට අවශ්‍ය බලවල ශක්තිය වේ. අන්තර්-අණුක බල දුර්වල නම්, වාෂ්ප පීඩනය ඉහළ යන බවත්, එහි විලෝමය ද සත්‍ය වන බවත් පහසුවෙන් වටහා ගත හැකි ය. දුබල අන්තර්-අණුක බල ඇති විට අණුවලට ද්‍රවයෙන් ගැලවී පලා යාමට සාපේක්ෂව පහසු වේ. එවිට අණු වාෂ්ප කලාපයට පිවිසීමේ වේගය වැඩි වේ. එවිට ශීඝ්‍රතා දෙක සමාන වීමට ප්‍රථම, වාෂ්ප කලාපය තුළ ඉහළ අණු සාන්ද්‍රණයක් ඇති වේ. මෙයට අනුගාමීව වාෂ්ප පීඩනය ද ඉහළ යයි.

2.5.2 සමතුලිත (සන්තෘප්ත) වාෂ්ප පීඩනය මැනීම

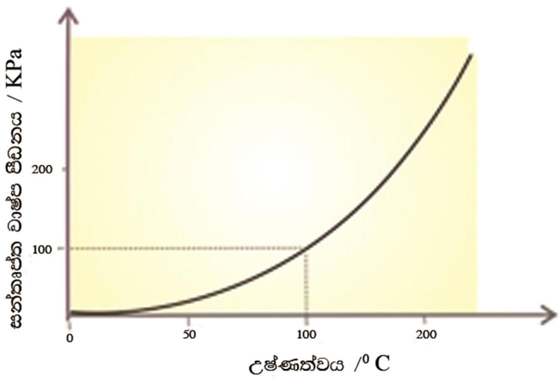
පහත විස්තර කර ඇති පරිදි සරල රසදිය බැරෝමීටරයක් මඟින් සමතුලිත වාෂ්ප පීඩනය මැන ගත හැකි වේ. වායු ගෝලීය පීඩනයේ දී, රසදිය කඳෙහි උස 760mm වේ. [100kPa = 760 mmHg (Milimetres of Mercury)] මෙය 2.33 (a) රූපයේ දක්වා ඇත. වීදුරු නලයට ද්‍රවයෙන් බින්දු කිහිපයක් ඇතුළු කළ විට රසදිය මතුපිට තුනී ද්‍රව ස්තරයක් ඇති වේ. මින් සමහර ද්‍රව අණු වාෂ්ප වී සමතුලිතතාවට පත් වේ. ඇති වන වාෂ්ප පීඩනය මඟින් රසදිය කඳ මඳක් පහළට තල්ලු කරයි. රසදිය මට්ටම පහළ බසින ප්‍රමාණය මඟින්, එම උෂ්ණත්වයේ දී ද්‍රවයේ සංන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය සඳහා අගයක් ලබා දෙයි.



2.33 රූපය සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය මැනීම. **(a)** රසදිය බැරෝමීටරය වාතයේ තබා ඇති විට එය 760 mmHgක පාඨාංකයක් දක්වයි. **(b)** නලය තුළට ද්‍රවය ඇතුළු කළ පසු ද්‍රවය රසදිය මතුපිටට පැමිණෙන අතර, නලය තුළ රසදිය මට්ටම පහළ බසී. රසදිය මට්ටමෙහි වෙනස මඟින් ද්‍රවයේ සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය ලැබේ.

2.5.3 උෂ්ණත්වය සමඟ සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනයේ විචලනය

උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට අණුවල මධ්‍යන්‍ය ශක්තිය ද ඉහළ යයි. මින් හැඟී යන්නේ, අණු බොහෝවකට ද්‍රව ප්‍රෂ්ඨයෙන් ඉවත්ව යෑමට ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් ඇති බවයි. එය සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය ඉහළ යෑමට හේතු වේ.

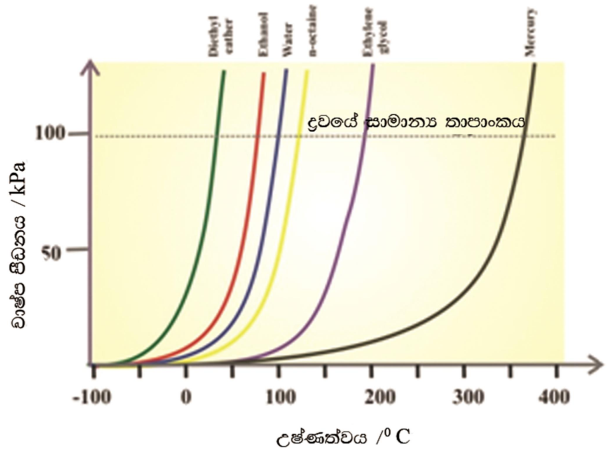


2.34 රූපය උෂ්ණත්වය අනුව, සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනයේ විචලනය

නිදසුනක් ලෙස සංවෘත භාජනයක ඇති 25^{0} C හි පවතින ඕනෑ ම ප්‍රමාණයක ජල නියැදියක් මඟින් ඇති වන්නේ 23.8 mmHg (3.168 kPa) ක වාෂ්ප පීඩනයකි. මෙය තුළ මුළු ජල ප්‍රමාණයට ම වාෂ්ප බවට පත් විය නොහැකි ය.

විවෘත බඳුනක ඇති ද්‍රවයක් මඟින් වාෂ්ප කලාපයට පිවිසෙන අණුවලින් බොහෝමයක්, ද්‍රව ප්‍රෂ්ඨය සමඟ ගැටුම් ඇති කර නොගන්නා බැවින් නැවත ද්‍රව කලාපයට ඇතුළු නො වේ. නොඑසේ නම් ඒ අණු වායු කලාපය තුළ දී විසරණයට බඳුන් වී ද්‍රවයෙන් ඉවතට ගමන් කර බැවින් සමතුලිතතාවක් ඇති නො වේ. මේ තත්ත්වය යටතේ ද්‍රවය අවසන් වන තුරු ම නොකඩවා වාෂ්ප වීම සිදු වේ. මේ ක්‍රියාවේ වේගය උෂ්ණත්වය හා ද්‍රවයේ වාෂ්ප පීඩනය මත රඳා පවතී. වාෂ්පශීලී ද්‍රවවලට සාපේක්ෂව ඉහළ වාෂ්ප පීඩන ඇති බැවින් ඒවා පහසුවෙන්

වාෂ්ප වේ. වාෂ්පශීලි නොවන ද්‍රවවලට අඩු වාෂ්ප පීඩන ඇති අතර, ඒවා සෙමෙන් වාෂ්ප වේ. පොදු නිර්ණායක් ලෙස, ජලයේ වාෂ්ප පීඩනයට (3.168 kPa) වඩා ඉහළ වාෂ්ප පීඩන ඇති ද්‍රව, සාපේක්ෂව වාෂ්පශීලි වන බවත් ජලයේ වාෂ්ප පීඩනයට වඩා අඩු වාෂ්ප පීඩනයක් ඇති ද්‍රව වාෂ්පශීලි නොවන ලෙසත් සලකනු ලැබේ. මේ අනුව ඩයිඑතිල්ඊතර්, ඇසිටෝන් සහ ගැසොලින් වාෂ්පශීලි වන අතර රසදිය, එතිලීන්ග්ලයිකෝල් ආදිය අවාෂ්පශීලි වේ. තාපාංක, ද්‍රවාංක සහ මවුලික ස්කන්ධය වැනි ගුණ මෙන් ම ද්‍රවයක වාෂ්ප පීඩනය ද යම් විශේෂිත උෂ්ණත්වයක දී ඒ ද්‍රවයට විශේෂිත වේ. අඩු වශයෙන් ඉතා කුඩා ද්‍රව ප්‍රමාණයක් හෝ ඒ වාෂ්පය සමඟ ස්පර්ශව සමතුලිතතාවේ පවතින තාක් කල් වාෂ්ප පීඩනය, ද්‍රවයේ ප්‍රමාණය මත රඳා නො පවතී. කෙසේ නමුත්, සමතුලිත වාෂ්ප පීඩනය, උෂ්ණත්වය සහ ද්‍රවයේ පවතින අන්තර්-අණුක බල මත තදින් ම රඳා පවතී. 2.35 රූපයේ ද්‍රව කිහිපයක ඉහත සබඳතා දක්වා ඇත. ඇසිටෝන් වැනි හයිඩ්‍රජන් බන්ධන නොයොදන ද්‍රවවල සමතුලිත වාෂ්ප පීඩනයට වඩා අඩු සමතුලිත වාෂ්ප පීඩනයක්, හයිඩ්‍රජන් බන්ධන සාදන එතිලීන් ග්ලයිකෝල් වැනි ද්‍රවවලට තිබේ. උෂ්ණත්වය ඉහළ යන විට සරල රේඛීය නොවන විචලනයක් වාෂ්ප පීඩනය සඳහා ලැබෙන අතර එය, අදාළ උෂ්ණත්ව පරාසය තුළ දී පරිපූර්ණ වායුවක පීඩනයේ ඉහළ යෑමට වඩා තියුණු නැග්මක් වේ. මෙයට හේතු වන්නේ, වාෂ්ප පීඩනය, ද්‍රව කලාපයෙන් ගිලිහී යෑමට ප්‍රමාණවත් චාලක ශක්තියක් ඇති අණු භාගය මත රඳා පැවතීමත්, ඒ අණු භාගය උෂ්ණත්වය වැඩිවීමත් සමඟ ඝාතිය (exponentially) ලෙස ඉහළ යෑමක් ය.



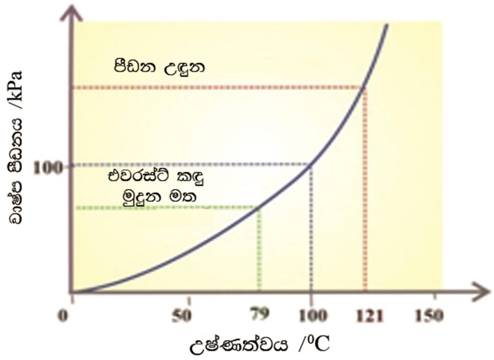
2.35 රූපය උෂ්ණත්වය අනුව, ද්‍රව කිහිපයක වාෂ්ප පීඩනවල විචලනය, වාෂ්ප පීඩනය (තිත් ඉරි මඟින් දක්වා ඇත) 100 kPa රේඛාව ඡේදනය කරන ලක්ෂ්‍යය ඒ ද්‍රවයේ සාමාන්‍ය තාපංකය වේ.

2.5.4 තාපාංකය

ද්‍රවයක උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට, එහි වාෂ්ප පීඩනය බාහිර පීඩනයට සමාන වන තෙක් ඉහළ යයි. විවෘත බඳුනක නම් වාෂ්ප පීඩනය, වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන වන තෙක් මේ ඉහළ යෑම සිදු වේ. එවිට ද්‍රවය තුළ වාෂ්පයෙන් සැදුම් ලත් බුබුළු හට ගන්නා අතර ද්‍රවය නැටීමට පටන් ගනී. හරියට ම 100 kPa (1 atm)හි දී ද්‍රවයක් නටන උෂ්ණත්වය එහි **සාමාන්‍ය තාපාංකය** ලෙස හැඳින්වේ. ජලය සඳහා මුහුදු මට්ටමේ දී සාමාන්‍ය තාපාංකය හරියට ම 100 °Cකි. අනෙක් ද්‍රවවල වාෂ්ප පීඩන වක්‍ර, 1 atm පීඩනය නිරූපණය කරන රේඛාව ඡේදනය කරන අවස්ථාවේ දී, ඒවායේ සම්මත තාපාංකය 2.35 රූපයේ දක්වා ඇත.

අප බොහෝ විට ද්‍රවයක සාමාන්‍ය තාපාංකය උපුටා දැක්වුවත්, සත්‍ය වශයෙන් ම තාපාංකය බාහිර පීඩනය මත රඳා පවතී. 100 kPa (1 atm) පීඩනයට වඩා වැඩි පීඩන තත්ත්ව යටතේ ජලය නටන්නේ 100 °C ට වඩා වැඩි උෂ්ණත්වයක දී ය. මෙයට හේතුව ඉහළ පීඩනවල දී ද්‍රව පෘෂ්ඨයට ඉහළින් ඇති වාෂ්ප අණුවලට, ඝනීභවනය වීමට බල කිරීමයි. මේ නිසා ද්‍රව පෘෂ්ඨයෙන් ගැලවී යෑම සඳහා වාෂ්ප අණුවලට ඉහළ චාලක ශක්තියක් පැවතිය යුතු ය. විලෝමව, 100 kPa (1 atm) පීඩනයට වඩා අඩු පීඩනවලදී ජලය නටන්නේ 100 °Cට වඩා අඩු උෂ්ණත්වයක දී ය. මුහුදු මට්ටමේ දී වායුගෝලීය පීඩනයේ දර්ශීය විචලනය, සාපේක්ෂව ඉතා කුඩා බැවින් ජලයේ තාපාංකය ද වෙනස් වන්නේ ඉතා මඳ වශයෙනි. අනෙක් අතට, ඉහළ උන්නතාංශවල දී පීඩනය මත ජලයේ තාපාංකය රඳා පැවතීම සැලකිය යුතු තරම් වෙයි. නිදසුනක් ලෙස එවරස්ට් කඳු මුදුන මත දී ජලයේ තාපාංකය 70 °Cක් පමණ වේ. කෙසේ වෙතත්, මුද්‍රාවක් සහිත පීඩන උඳුන් (Pressure Cooker) තුළ දී ඇතුළත පීඩනය 100 kPa ඉක්මවා යන බැවින් (200 kPa/ 2 atm අවට පීඩනයක් ඇත) ඒවා ආහාර ඉක්මනින් පිස ගැනීමට භාවිත කරයි. මෙහි දී ජලයේ තාපාංකය 120°C අවට උෂ්ණත්වයකට පත් වන අතර ආහාර ඉක්මනින් පිස ගත හැකි ය.

පීඩනය වැඩි වන විට, ඒ සමඟ ද්‍රවයක තාපාංකය ඉහළ යන අතර, එහි විලෝමය ද සත්‍ය වේ. වාෂ්පශීලී ද්‍රව්‍යවලට, සාපේක්ෂව දුර්වල අන්තර්-අණුක බල ඇති අතර අඩු තාපාංක ද ඇත. වාෂ්පශීලීත්වය අඩු ද්‍රව්‍යවල සාපේක්ෂව ශක්තිමත් අන්තර්-අණුක බල ඇති අතර ඉහළ තාපාංක ද පවතී.



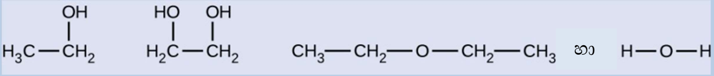
රූපය 2.36 පීඩනය අනුව ජලයේ තාපාංකයේ වෙනස් වීම: ජලය, වායුගෝලීය පීඩනය වන 100 kPaහි දී එහි සාමාන්‍ය තාපාංකය වන 100 °Cහි දී නටයි. කඳු මුදුනේ දී 79 °C අවට උෂ්ණත්වයේ දී ජලයේ නැටීම සිදු වේ. පීඩන උඳුනක් තුළ දී ජලයේ නටන උෂ්ණත්වය 121 °C දක්වා වැඩි වේ.

නිදසුන 2.42

100 kPa පීඩනයේ දී සහ කාමර උෂ්ණත්වයේ දී එතනෝල්, එතලීන් ග්ලයිකෝල්, ඩයි එතිල් ඊතර් සහ ජලය යන ද්‍රවවල සාපේක්ෂ වාෂ්ප පීඩන විචලනය සංසන්දනය කරන්න.

පිළිතුර

පළමුව අප විසින් ඉහත අණුවල ව්‍යූහ දැන ගත යුතු ය.



එතනෝල් එතිලීන් ග්ලයිකෝල් ඩයිඑතිල් ඊතර් ජලය

ඩයිඑතිල් ඊතර්: මෙය විශාලතම අණුව වුවත් එහි ධ්‍රැවීයතාව අවම වන නිසා අන්තර්-අණුක බල ලන්ඩන් බල වේ. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ඒ අණුවලට ද්‍රවයෙන් පහසුවෙන් ගිලිහී යා හැකි ය. එයට ඉහළ ම වාෂ්ප පීඩනය ඇත.

එතනෝල්: විශාලත්වයෙන් කුඩා වන නිසා එතනෝල්හි අපකිරණ බල, ඩයිඑතිල් ඊතර්වලට වඩා දුර්වල වේ. එහෙත් එයට හයිඩ්‍රජන් බන්ධන සාදා ගැනීමට හැකියාවක් ඇත. එනිසා වඩාත් ශක්තිමත් සමස්ත අන්තර්-අණුක බල පෙන්නුම් කරන්නේ එතනෝල් ය. මින් හැඟී යන්නේ යම් උෂ්ණත්වයක දී ද්‍රවයෙන් පලා යන අණු ප්‍රමාණය සුළු ප්‍රමාණයක් බවයි. එබැවින් එතනෝල්වල වාෂ්ප පීඩනය ඩයිඑතිල් ඊතර්වලට වඩා පහත් ය.

ජලය: ඉහත සඳහන් ද්‍රව්‍ය දෙකට ම වඩා ප්‍රමාණයෙන් කුඩා වන නිසා වඩාත් දුර්වල අපකිරණ බල පෙන්වයි. එහෙත් එහි ඇති පෘථුල හයිඩ්‍රජන් බන්ධන හේතුවෙන් වඩා ම ශක්තිමත් අන්තර්-අණුක බල ඇත්තේ ජලයට ය. එබැවින් අණු ඉතා ස්වල්ප ප්‍රමාණයක් ද්‍රවයෙන් මිදී පලා යන අතර එතනෝල් හා ඩයි එතිල් ඊතර්වලට වඩා අඩු වාෂ්ප පීඩනයක් ද තිබේ.

එතිලීන් ග්ලයිකෝල්: මෙයට ජලයට මෙන් ම −OH කාණ්ඩ දෙකක් ඇති බැවින්, හයිඩ්‍රජන් බන්ධන වැඩි ප්‍රමාණයක් ඇත. තව ද මෙය ජලයට වඩා විශාලත්වයෙන් වැඩි නිසා එහි ඇති ලන්ඩන් බල ප්‍රමාණය ද වැඩි ය. එබැවින් ඉහත ද්‍රව්‍ය හතර අතුරින් සමස්ත අන්තර්-අණුක බලවල ශක්තිය වැඩි ම වන්නේ මෙහි ය. මින් ගම්‍ය වන්නේ එහි වාෂ්පීකරණ ශීඝ්‍රතාව අඩු ම වන බව හා ඒ සමඟ ම එහි වාෂ්ප පීඩනය ද අඩු ම වන බව ය.

මේ අනුව වාෂ්ප පීඩනයේ විචලනය පහත අනුපිළිවෙළ වේ:

ඩයිඑතිල් ඊතර් > එතනෝල් > ජලය > එතිලීන් ග්ලයිකෝල්

නිදසුන 2.43
උෂ්ණත්වය 20 °C, දී මෙතනෝල්, එතනෝල්, ප්‍රොපනොල් සහ බියුටනෝල් වල වාෂ්ප පීඩන පිළිවෙළින් 12.0 kPa, 6.0 kPa, 2.7 kPa සහ 0.60 kPa, වේ. මේ විචලනය පැහැදිලි කරන්න.

පිළිතුර
මේ සංයෝග සියල්ල ඇල්කොහොල් වන අතර, ඒවායේ හයිඩ්‍රජන් බන්ධන පවතී. අණුවෙහි ප්‍රමාණය මෙතනෝල් සිට බියුටනෝල් දක්වා වැඩි වන අතර, අපකිරණ බල වැඩි වේ. එවිට පීඩනය පහත පරිදි පිළිවෙළින් අඩු වේ.

$P_{මෙතනෝල්} > P_{එතනෝල්} > P_{ප්‍රොපනෝල්} > P_{බියුටනෝල්}$

2.5.5 වාෂ්පීකරණ එන්තැල්පිය
වාෂ්පීකරණය තාප අවශෝෂක ක්‍රියාවලියකි. මෙය සරල සංසිද්ධියකින් දක්විය හැකි ය. සම මතුපිටින් ජලය වාෂ්ප වූ විට ශරීරයෙහි තාපය ඉවත් වන අතර එය ශරීරයට සිසිලසක් ලබා දෙයි. වාෂ්පීකරණය ක්‍රියාවලිය සමඟ බැඳුණු ශක්ති වෙනස, වාෂ්පීකරණ එන්තැල්පිය, ΔH_{vap} වේ. උදාහරණයක් ලෙස සම්මත උෂ්ණත්වයේ දී ජලයෙහි වාෂ්පීකරණය පහත දැක්වේ:

$$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g) \qquad \Delta H_{vap} = 44.01 \text{ kJ mol}^{-1}$$

තාප රසායනයෙහි විස්තර වන පරිදි තාප අවශෝෂක ක්‍රියාවලියෙහි ප්‍රතිලෝමය තාපදායක ක්‍රියාවකි. ඒ අනුව, වායු ඝනීභවනයේ දී තාපය මුදා හරී.

$$H_2O(g) \rightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H_{con} = -44.01 \text{ kJ mol}^{-1}$$

නිදසුන 2.44
සාමාන්‍ය ශරීර උෂ්ණත්වය යටතේ ජලය 1.5 dm^3 (දහඩිය ලෙස) ශරීරයෙන් වාෂ්ප වීමට අවශ්‍ය තාපය කොපමණ ද? 37 °C දී $\Delta H_{vap} = 43.46 \text{ kJ mol}^{-1}$

පිළිතුර
ජලය 1.5 dm^3ක ස්කන්ධය $= 1.5 \text{ dm}^3 \times 1000 \text{ g dm}^{-3} = 1.5 \times 10^3 \text{ g}$
$\therefore$ වාෂ්ප වූ ජලය මවුල ප්‍රමාණය $= 1.5 \times 10^3 \text{ g} / (18 \text{ g mol}^{-1}) = 83.333 \text{ mol}$
$\therefore$ අවශ්‍ය තාපය $= 43.46 \text{ kJ mol}^{-1} \times 83.333 \text{ mol} = 3621 \text{ kJ}$

එයට අනුගාමීව, අනෙක් ඒක සංරචකමය පද්ධති ද මෙහි දී විස්තර කරනු ලැබේ. මේ හැදෑරීම්, රසායනික ක්‍රියාවලිවල දී සිදු වන එවැනි සිදුවීම්හි දී ඒවායේ හැසිරීම, ශක්ති/ එන්තැල්පි විපර්යාස ඇසුරෙන් අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා අත්‍යවශ්‍ය වේ.

විලයනය (Melting) හා හිමායනය (Freezing)

ස්ඵටිකරූපි ඝනයක් රත් කරන විට පරමාණුවල මධ්‍යන ශක්තිය ඉහළ යන අතර, ඝනයේ ඇති අණු හෝ අයනවලට යම් චාලක ශක්ති ප්‍රමාණයක් ලැබේ. මෙහි දී එකතු කළ ශක්තිය/ තාපය, අණු අයන එකට බැඳ තබා ගැනීමට අවශ්‍ය වන බලය අභිබවා යෑමට සමත් වෙතොත්, ඝනය එහි ද්‍රව අවස්ථාව කරා සංක්‍රමණය වීම හෝ විලයනය වීම අරඹයි. මේ අවස්ථාවේ දී රත් කිරීම නොකඩවා සිදු කළත්, සම්පූර්ණ ඝනය ම ද්‍රව වී අවසාන වන තුරු උෂ්ණත්වය නියතව පවතී. ඝනය ද්‍රව වී අවසාන වූ පසුත් දිගින් දිගට ම රත් කළ හොත්, ද්‍රවයේ උෂ්ණත්වය ඉහළ යනු ඇත.

නිදසුනක් ලෙස, විලයනය වන අතර, අප රත් කිරීම නවතා ඝනය හා ද්‍රවය අඩංගු මිශ්‍රණය පූර්ණ ලෙස පරිවරණය කළ බඳුනක් තුළ තැබුව හොත් එය තුළ ද්‍රව කලාපය හා වාෂ්ප කලාපය සමතුලිතව පවතිනු ඇත. තර්මෝස් ප්ලාස්කුවක් තුළ ඇති අයිස් සහ ජලය මිශ්‍රණයක් මඟින් මේ සමතුලිතතාව පරීක්ෂණාත්මකව නිරීක්ෂණය කළ හැකි වේ. මේ මිශ්‍රණයේ ඇති අයිස් හා ද්‍රව ජලය පැය ගණනාවක් වුව ද එලෙස ම පවතිනු අපට නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. ඝනය හා ද්‍රවය සමතුලිතව පවතින මේ අවස්ථාවේ දී, අයිස් ද්‍රව වීම හා ද්‍රව ජලය මිදීම යන ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාවලි දෙක සමාන ශීඝ්‍රතාවලින් සිදු වන අතර, ඝනයේ හා ද්‍රවයේ ප්‍රමාණයන් නොවෙනස්ව පවතිනු ඇත. ඝන හා ද්‍රව කලාප සමතුලිතව පවතින උෂ්ණත්වය ඒ ඝන ද්‍රවයේ ද්‍රවාංකය හෝ ද්‍රවයේ හිමාංකය ලෙස හැඳින්වේ. මේ සමතුලිතතාව, මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

$$\text{ඝනය} \underset{\text{හිමායනය}}{\overset{\text{ද්‍රව වීම}}{\rightleftharpoons}} \text{ද්‍රවය}$$

ඝන අවස්ථාවේ ඇති ද්‍රව්‍යයක මවුලයක් ද්‍රව අවස්ථාවට පත් වීම සඳහා අවශ්‍ය වන තාප ප්‍රමාණය ඒ ද්‍රව්‍යයේ විලයන එන්තැල්පිය (ΔH_{fus}) නම් වේ. 0 °C දී අයිස්වල විලයන (ද්‍රව වීමේ) එන්තැල්පිය 6.0 kJ mol^{-1} වන අතර, එය තාප අවශෝෂක ක්‍රියාවලියකි.

$$H_2O(s) \rightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H_{fus} = 6.0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

0 °C දී සිදු වන මෙහි ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාවලිය වන හිමායනයේ දී, එන්තැල්පිය විපර්යාසය −6.0 kJ mol^{-1} වන අතර, එය තාපදායක ක්‍රියාවලියකි.

$$H_2O(l) \rightarrow H_2O(s) \qquad \Delta H_{fus} = -\ 6.0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

විලයනයේ එන්තැල්පිය හා ද්‍රවාංකය, ස්ඵටික රූපි ඝනයෙහි අඩංගු පුනරාවර්තන ඒකක අතර ආකර්ෂණ බලවල ශක්තිය මත රඳී පවතී. දුබල ආකර්ෂණ බල ඇති අණු මඟින් නිර්මාණය වන ස්ඵටිකවලට අඩු ද්‍රවාංක ඇති අතර, ප්‍රබල ආකර්ෂණ බල ඇති අංශු මඟින් නිර්මාණය වන ස්ඵටික ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී ද්‍රව බවට පත් වේ.

ඌර්ධවපාතනය (Sublimation) සහ අවසාදනය (Deposition)

ඇතැම් ඝන ද්‍රව්‍ය, ද්‍රව බවට පත් නොවී කෙළින් ම වායු අවස්ථාවට පත් වන අතර, මේ ක්‍රියාවලිය ඌර්ධවපාතනය ලෙස හැඳින්වේ. නිදසුනක් ලෙස කාමර උෂ්ණත්වයේ දී හා සම්මත පීඩනයේ දී වියළි අයිස් (ඝන CO_2) කැබැල්ලක් ගිනි නිවන තුළදී ද්‍රව වීමකින් තොරව ඌර්ධවපාතනය (අතුරුදන් වීම) වීම සිදු වේ. හිම හා අයිස් ජලයේ ද්‍රවාංකයට පහළ උෂ්ණත්වවල දී ඌර්ධවපාතනය වේ. ඝන අයඩින් උණුසුම් කළ විට එය ඌර්ධවපාතනය වී දීප්තිමත් දම්පාට වාෂ්පයක් සෑදේ. ඌර්ධවපාතනයේ ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාව අවසාදනය නම් වේ.

මෙය වායුමය ප්‍රභේදයක් ද්‍රව අවස්ථාව මඟ හැර කෙළින් ම ඝන අවස්ථාවට පත් වීමකි. තුහින (frost) සෑදීම අවසාදනය සඳහා නිදසුනකි.

වාෂ්පීකරණයේ දී මෙන් ම ඌර්ධවපාතනයේ දී ද අන්තර්-අණුක බල බිඳීමට අවශ්‍ය ශක්ති ලබා දිය යුතු ය. ඌර්ධවපාතන එන්තැල්පිය යනු ද්‍රව්‍යයක 1 mol ක් ඝන අවස්ථාවේ සිට වායු අවස්ථාවට පත් කිරීමට අවශ්‍ය වන ශක්ති ප්‍රමාණය (ΔH_{sub}) වේ. නිදසුනක් ලෙස කාබන්ඩයොක්සයිඩ්හි ඌර්ධවපාතනය පහත ලෙස දැක්විය හැකි ය:

$$CO_2(s) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_{sub} = 26.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ඒ අන්දමට ම, ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාවලිය වන අවසාදනය සඳහා එන්තැල්පි විපර්යාසය, ඉහත ඌර්ධවපාතන එන්තැල්පියේ විශාලත්වයට සමාන වන අතර ලකුණින් ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ.

$$CO_2(g) \rightarrow CO_2(s) \qquad \Delta H_{sub} = -26.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

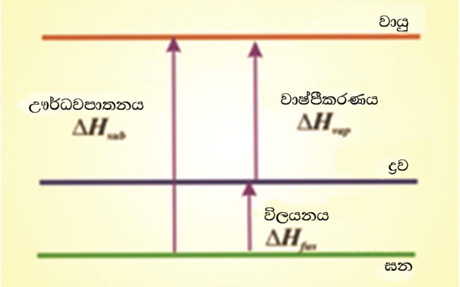
දී ඇති කලාප සංක්‍රමණයක් සඳහා අන්තර්-අණුක බල ඉක්මවා යෑමට ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් ඇති අවස්ථාවක් සලකමු. ඝනයක් ද්‍රවයක් බවට පත් වීම සඳහා අවශ්‍ය වන්නේ මේ ආකර්ෂණ බලවලින් කොටසක් පමණක් අබිබවා යෑමට අවශ්‍ය ශක්ති ප්‍රමාණයකි. එහෙත් එය වායුවක් බවට පත් වීමේ දී අන්තර්-අණුක බල සම්පූර්ණයෙන් ම බිඳී යා යුතු ය. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් යම් ද්‍රව්‍යයක විලයන එන්තැල්පිය, වාෂ්පීකරණ එන්තැල්පියට වඩා අඩු අගයක් වේ. මේ තර්කය ම යොදා ගනිමින් ද්‍රව්‍යයක සියලු අවස්ථා විපර්යාස සඳහා අදාළ එන්තැල්පිය විපර්යාසවල ආසන්න සම්බන්ධතාව ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි වේ. සම්පූර්ණයෙන් ම නිවැරදි පැහැදිලි කිරීමක් නොවෙතත්, හෙස් නියමයට අනුව, ඌර්ධවපාතනය යනු ද්‍රව වීම හා වාෂ්ප වීම යන අනුයාත පියවර දෙකක එකතුවක් ලෙස සැලකිය හැකි වේ.

ඝනය $\rightarrow$ ද්‍රවය: ΔH_{fus} සහ ද්‍රවය $\rightarrow$ වාෂ්පය: ΔH_{vap}

හෙස් නියමයට අනුව,

ඝනය $\rightarrow$ වාෂ්පය: $\Delta H_{sub} = \Delta H_{fus} + \Delta H_{vap}$

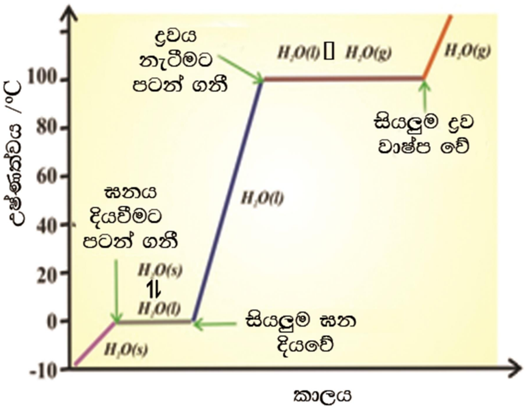
එනයින් බලන කල, ද්‍රව්‍යයක ඌර්ධවපාතන එන්තැල්පිය, විලයන හා වාෂ්පීකරණ එන්තැල්පිවල එකතුවට ආසන්න ලෙස සමාන වේ. මෙය 2.37 රූපයේ දක්වා ඇත.



2.37 රූපය දෙන ලද ද්‍රව්‍යයක් සඳහා ඌර්ධවපාතන එන්තැල්පිය විලයන හා වාෂ්පීකරණ එන්තැල්පිවල එකතුවට ආසන්න ලෙස සමාන වේ.

ඉහත විස්තර කළ කලාප සංක්‍රමණ ක්‍රියාවලි තාපන වක්‍ර හා සිසිලන වක්‍ර ගොඩනැඟීමේ දී පරීක්ෂණාත්මකව නිරීක්ෂණය කළ හැකි වේ. අයිස් ($H_2O(s)$) වැනි ද්‍රව්‍යයක් රත් කිරීමේ දී හෝ සිසිල් කිරීමේ දී එය පළමු අවස්ථා විපර්යාසයට අදාළ උෂ්ණත්වය කරා ළඟා වන අතර

තවදුරටත් රත් කිරීමේ දී වාෂ්පීකරණයට ලක් වේ. මේ ක්‍රියාවලිය සඳහා තාපන වක්‍රය 2.38 රූපයේ දක්වා ඇත.



2.38 රූපය ජලයේ දර්ශීය තාපන වක්‍රය මඟින් ද්‍රව්‍යය විසින් තාප ප්‍රමාණ උරා ගන්නා විට සිදු වන උෂ්ණත්ව විපර්යාස විදහා දැක්වේ. ප්‍රස්තාරයේ සානු (උෂ්ණත්වය නියතව පවතින ප්‍රදේශ) මඟින් නිරූපණය වන්නේ කලාප සංක්‍රමණයක් සිදු වන අවස්ථා වේ. $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ යන සමතුලිතතාව සඳහා, $H_2O(s) \rightleftharpoons H_2O(l)$ යන සමතුලිතතාවට සාපේක්ෂව දීර්ඝ සානුවක් ලැබී ඇත. හේතුව, $\Delta H_{fus} < \Delta H_{vap}$ වීමයි.

නිදසුන 2.45

−15 °C හි පවතින අයිස් 180 g ක් 0 °C හි පවතින ජලය බවට පත් කිරීම සඳහා අවශ්‍ය වන තාප ප්‍රමාණය සොයන්න.

පිළිතුර

පළමුව −15 °Cහි ඇති අයිස් 180 g (10 mol) 0 °Cහි ඇති අයිස් බවට පත් කිරීමට අවශ්‍ය තාපය ගණනය කළ යුතු ය. මේ සඳහා, $q_1 = ms(\Delta t)$, භාවිතා කළ හැකි ය. මෙහි s යනු අයිස්වල විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව (S=2.09 J g^{-1} °C^{-1}) වේ.

$$\therefore q_1 = ms(\Delta t) = 180 \text{ g} \times 2.09 \text{ J g}^{-1}\,°\text{C}^{-1} \times 15\,°\text{C} = 5643 \text{ J} = 5.6 \text{ kJ}$$

ඉන් පසු අයිස්, 0 °Cහි ඇති ද්‍රව ජලය බවට පත් වීමේ දී සිදු වන කලාප විපර්යාසයට අවශ්‍ය වන තාපය ගණනය කළ යුතු ය. $q_2 = n \times \Delta H_{fus}$.

$$\therefore q_2 = 10 \text{ mol} \times 6.0 \text{ kJ mol}^{-1} = 60 \text{ kJ}$$

$\therefore$ අවශ්‍ය තාප ප්‍රමාණය $= q_1 + q_2 = 65.6$ kJ

2.5.6 සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යවල කලාප රූපසටහන්

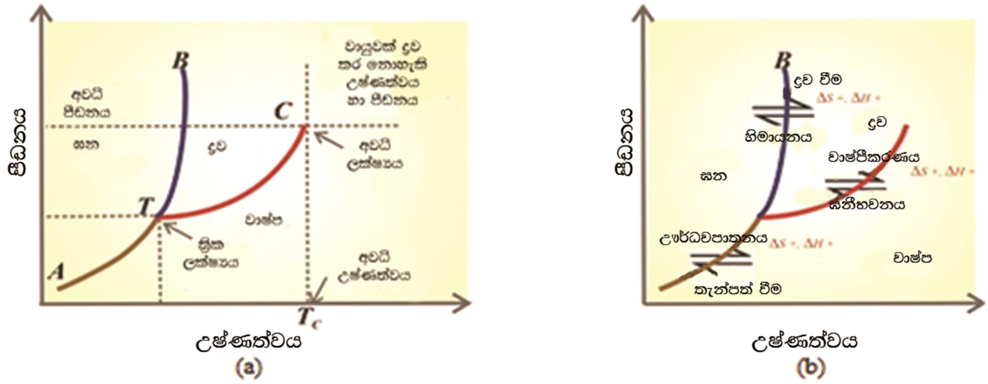
සරලව කිව හොත් කලාපයක් යනු දී ඇති උෂ්ණත්වයක දී සහ පීඩනයක දී එනම් දෙන ලද තත්ත්ව යටතේ යම් ද්‍රව්‍යයක භෞතික අවස්ථාවක් බව අපි දනිමු. එනම් කලාපයක් යනු ඝන, ද්‍රව හෝ වායුවක් සඳහා වෙනත් අර්ථයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. ජලය මත පාවන අයිස් කැබැල්ලක් සැලකූ විට එහි ඝන හා ද්‍රව ලෙස කලාප දෙකක් ඇත. මේ මිශ්‍රණය ඉහළින් වායුව ඇති නම් එවිට, තවත් කලාපයක් ඇති වේ.

මෙය තවදුරටත් අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා ජලය මත තෙල් පාවන අවස්ථාවක් සලකමු. මෙහි ජලය හා තෙල් වශයෙන් ද්‍රව කලාප දෙකක් ඇත. ජලය හා තෙල් අඩංගු වී ඇත්තේ බීකරයක් තුළ නම්, බීකරය ද තවත් කලාපයක් වේ. මෙමඟින් අපට විවිධ කලාප ස්පර්ශව පවතින විට ඒවා අතර ඇති මායිමක් මඟින් ඒවා වෙන් වී ඇති බව හඳුනා ගත හැකි වේ.

කලාප රූපසටහන්

කලාප රූපසටහන්වල, දී ඇති උෂ්ණත්වයක් හා පීඩනයක දී කුමන කලාප පවතින්නේ ද යන්නත්, කලාප වෙන් කරන මායිම් ලෙස හඳුන්වන රේඛා මගිනුත් නියත වශයෙන් දක්වා ඇත. කලාප වෙන් කරන රේඛා මඟින් ඒ කලාප දෙක සමතුලිතව පවතින උෂ්ණත්වය හා පීඩනය දැක්වේ. අවබෝධ කර ගැනීමේ පහසුව සලකා අප විසින් පළමුව සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යවල කලාප රූපසටහන් සලකා බලමු. මෙවැනි කලාප රූපසටහන්, ඒක-සංරචකමය පද්ධතිවල කලාප රූපසටහන් ලෙස අර්ථ දැක්වේ. 2.39 රූපයෙන් ඒක - සංරචකමය පද්ධතියක කලාප රූපසටහන දැක්වෙන දළ සටහනක් දක්වා ඇත.

මේ රූපසටහනේ වක්‍ර රේඛා තුනක් ද, "ඝන", "ද්‍රව" හා "වාෂ්ප" ලෙස සලකුණු කර ඇති කලාප තුනක් ද සහ "C" හා "T" ලෙස නම් කර ඇති විශේෂ ලක්ෂ්‍ය දෙකක් ද දක්නට ලැබේ. ඝන, ද්‍රව හා වාෂ්ප කලාපවලට අනුරූප වන, එකිනෙකට වෙනස් උෂ්ණත්ව හා පීඩන පරාස සහිත අවස්ථා තුනක මේ සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යය පවතින බව මෙයින් දැක්වේ.



2.39 රූපය ඒක සංරචකමය පද්ධතියක කලාප රූපසටහන **(a)** TB වක්‍රය මඟින් දී ඇති ඝනයක අණු සහ එහි ද්‍රව අවස්ථාවේ ඇති ඒ සංයෝගයේ ම අණු අතර පැවතිය හැකි සමතුලිතතාව දැක්වේ. මේ තත්ත්වය පවතින්නේ සලකා බලන සංයෝගයේ ද්‍රවාංකයේ දී ය. එබැවින් TB වක්‍රයෙන් දැක්වෙන්නේ විවිධ පීඩනවලදී ද්‍රවාංකයයි. TC වක්‍රයෙන් වාෂ්පකලාපයේ ඇති අණු සහ ද්‍රවකලාපයේ ඇති අණු අතර සමතුලිතතාව දැක්වේ. එනම් මේ සමතුලිතතාව හට ගන්නේ සලකන ද්‍රව්‍යයේ තාපාංකයේ දී ය. එබැවින් TC වක්‍රයෙන් විවිධ පීඩනවල දී තාපාංකයේ විචලනය දැක්වේ. AT වක්‍රය, ඌර්ධවපාතනය සිදු වන උෂ්ණත්වය හා පීඩනය නිරූපණය කරන ඌර්ධවපාතන වක්‍රය දක්වයි. මේ සමතුලිතතාව පැවතිය හැක්කේ ත්‍රික ලක්ෂ්‍යය ලෙස සඳහන් කර ඇති T ලක්ෂ්‍යයේ දී ඇති පීඩනයට වඩා අඩු පීඩනයක් ඇති අවස්ථාවල පමණි. **(b)** ඉහත කලාපවල පවතින සමතුලිතතාව සහ එහි දී ΔS හා ΔH හි ලකුණ දැක්වේ.

T ලක්ෂ්‍යය: ත්‍රික ලක්ෂ්‍යය

2.39 රූපයේ දැක්වෙන කලාප රූප සටහනේ ඝන වාෂ්ප සමතුලිතතාව (AT වක්‍රය), ඝන-ද්‍රව සමතුලිතතාව (TB වක්‍රය) සහ ද්‍රව-වාෂ්ප සමතුලිතතාව (TC වක්‍රය) දක්වා ඇත.

ඉහත වක්‍ර තුන හමු වන ස්ථානයේ සුවිශේෂ උෂ්ණත්වයක හා පීඩනයන සංයෝජනයක් ඇති අතර, එහි දී කලාප තුන ම එක ම විට සමතුලිතව පවතී. මේ ලක්ෂ්‍යය **ත්‍රික ලක්ෂ්‍යය** ලෙස හැඳින්වේ.

මේ ලක්ෂ්‍යයට ළඟා විය හැකි පරිදි උෂ්ණත්වය හා පීඩනය පාලනය කළ හොත්, ඝනය ද්‍රව වීම සහ ඌර්ධවපාතනය වීම සිදු වන අතර ම, ද්‍රවය එහි වාෂ්පය සමඟ ස්පර්ශව පවතින අතර නැටීමට ද භාජනය වන ආකාරයේ සමතුලිතතාවක් ඇති වේ.

C ලක්ෂ්‍යය: අවධි ලක්ෂ්‍යය

2.39 රූපයේ දක්වා ඇති කලාප රූපසටහනෙහි, ද්‍රව-වාෂ්ප සමතුලිතතා වක්‍රයේ (TC), **C** යනුවෙන් නම් කර ඇති උඩත් සීමාවක් ඇත. **C** ලක්ෂ්‍යය **අවධි ලක්ෂ්‍යය** ලෙස හැඳින්වේ. මේ ලක්ෂ්‍යයට අනුරූප උෂ්ණත්වය හා පීඩනය, **අවධි උෂ්ණත්වය (TC)** හා **අවධි පීඩනය** ලෙස හැඳින්වේ.

අවධි උෂණත්වයට වඩා අඩු උෂ්ණත්වයක දී වායුවක පීඩනය වැඩි කළ හොත් ඒ පද්ධතිය ද්‍රව-වාෂ්ප සමතුලිත රේඛාව පසු කරන විට, වාෂ්ප ඝනීභවනය වී ද්‍රවය සාදයි. කෙසේ වුවත් උෂ්ණත්වය, අවධි උෂ්ණත්වයට වඩා වැඩි නම් මෙවැනි සමතුලිත රේඛාවක් හමු නො වේ. ඒ නිසා අවධි උෂ්ණත්වයට වඩා වැඩි උෂ්ණත්වයක දී පීඩනය වැඩි කිරීමෙන් පමණක් වායුව, ද්‍රවයක් බවට ඝනීභවනය කළ නොහැකි වේ. අපට ලැබෙන්නේ අධික ලෙස සම්පීඩනය වූ වායුවක් පමණි.

නිදසුනක් ලෙස වායුමය අණු ඉහළ බාහිර පීඩනයක් යටතේ සම්පීඩනය කළ හොත්, ඝනීභවනය විය නොහැකි තරමට උෂ්ණත්වය ද ඉහළ නම්, එයට ද්‍රව හා වායු අවස්ථා දෙකෙහි ම පවතින ගුණාංග ලැබේ. එහි ඝනත්වය, ද්‍රවයක ඝනත්වයට ළඟා වන නමුත් මේ අවස්ථාව හඳුන්වන්නේ **සුපිරි අවධි තරල අවස්ථාව** (Super critical fluid state) වශයෙනි. එහි දී අණුවලට වායුවක ලක්ෂණ ද තිබේ.

අවධි උෂ්ණත්වය පැහැදිලිව ම අණු අතර ඇති අන්තර්-අණුක බලවල ශක්තිය මත රඳා පවතින බැවින් එහි අගය ද්‍රව්‍යයෙන් ද්‍රව්‍යයට වෙනස් වේ. *"අන්තර්-අණුක බලවල ශක්තිය වැඩි වන විට අවධි උෂ්ණත්වය ද ඉහළ යයි."*

කලාප විපර්යාසවලට භාජනය වන ද්‍රව්‍යයක හැසිරීම අවබෝධ කර ගැනීමට 2.40 රූපය ආධාර කර ගත් පැහැදිලි කිරීමක් පහත දක්වා ඇත.

P ලක්ෂ්‍යය: ඝන කලාපය

2.40(a) රූපය: T_1 උෂ්ණත්වයේ සහ P_1 පීඩනයේ පවතින P නම් ලක්ෂ්‍යයේ දී ජලය ඝනයක් ලෙස පවතී. එහි පීඩනය නියතව තබා ගෙන, උෂ්ණත්වය T_2 දක්වා සෙමෙන් වැඩි කරන්නේ යයි සිතමු. එනම් උෂ්ණත්වය PQ රේඛාව දිගේ ඉදිරියට විචලනය වේ. එය TB වක්‍රය, X යන ලක්ෂ්‍යයේ දී ඡේදනය කරයි. X යනු ඝනය හා ද්‍රවය සමතුලිතව පවතින අවස්ථාවකි (TB වක්‍රයේ ඕනෑම ස්ථානයක මෙම ඝන-ද්‍රව සමතුලිතතාව පවතී). ඉන් පසු T_2 උෂ්ණත්වයේ දී (Q ලක්ෂ්‍යය) ඝනය, ද්‍රවය බවට පත් වේ. වෙනත් ආකාරයකට කිව හොත් ඝනය දිය වේ.

අප ඉහත ක්‍රියාව ඉහළ නියත පීඩනයක දී (P_2) නැවත සිදු කළ හොත්, ද්‍රව වන උෂ්ණත්වය ($T`_2$) තවත් ඉහළ යයි. 2.40 රූපයේ ලකුණු කර ඇති I`ලක්ෂ්‍යය ගැන අවධානය යොමු කරන්න. මෙයින්, TB වක්‍රය මඟින්, *ඝනයක ද්‍රවාංකය මත පීඩනයේ බලපෑම*, සරලව විදහා දක්වන බව අවබෝධ කර ගත හැකි වේ.

ඉහත ආකාරයට ද්‍රවාංකයේ වෙනස් වීම වැඩිදුරටත් අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා මෙසේ සලකා බැලිය හැකි වේ. මේ වන විට ඔබට ලේ චැටලියර් මූලධර්මය ගැන දැනුමක් තිබේ. පීඩනය වැඩි කරන විට සමතුලිතතාව ඒ වෙනස් වීමට විරුද්ධ ක්‍රියාව සිදු වන දිශාවට ගමන් කරයි. එහි ඇත්තේ ඝන⇌ද්‍රව සමතුලිතතාවක් බැවින් පීඩනය වැඩි කරන විට මුල් ද්‍රවාංකයේ පැවති සමතුලිත මිශ්‍රණය, නැවතත් ඝන අවස්ථාව වෙත පරිවර්තනය වේ. වෙනත් ආකාරයකින් කිව හොත්, එය මේ උෂ්ණත්වයේ දී තවදුරටත් ද්‍රව බවට පත් නො වේ. ඒ නිසා ඉහළ පීඩනය (P_2) යටතේ ඝනය, ද්‍රව බවට පත් කිරීමට උෂ්ණත්වය ඉහළ දැමිය යුතු ය. එබැවින් පීඩන වැඩි කිරීම බොහෝ ඝන ද්‍රව්‍යවල ද්‍රවාංකය ඉහළ දැමීමට හේතු වේ.

Q ලක්ෂ්‍යය:

පීඩනය (P_1) නියතව පවත්වා ගනිමින් නොකඩවා රත් කළ හොත්, PR රේඛාව ඔස්සේ ඉදිරියට ගමන් කරන ද්‍රවයට Y ලක්ෂ්‍යයේ දී TC වක්‍රය හමු වේ. Y හිදී ද්‍රවය හා වාෂ්පය සමතුලිතව පවතින අතර, T_3 උෂ්ණත්වයේ දී (R ලක්ෂ්‍යය) ද්‍රවය, සංශුද්ධ වාෂ්පයක් බවට පත් වේ. වෙනත් ආකාරයකට කිව හොත් ද්‍රවය වාෂ්පීකරණය වේ. එනම් කලාප දෙක වෙන් කරන මායිම් රේඛාව වන TC පසු කර යන විට ද්‍රවය, වාෂ්පයක් බවට පත් වේ. මෙය 2.40 (b) රූපයේ දක්වා ඇත. *මේ නිසා නියත පීඩනයේ දී උෂ්ණත්වය විචලනය කරන විට ඒ පීඩනයේ දී ද්‍රවයේ තාපාංකය කලාප රූප සටහන මඟින් පහසුවෙන් කියවා ගත හැක.* TC වක්‍රයේ ඕනෑ ම ස්ථානයක දී ද්‍රවය හා වාෂ්පය අතර සමතුලිතතාවක් පවතින බව අපි දනිමු.

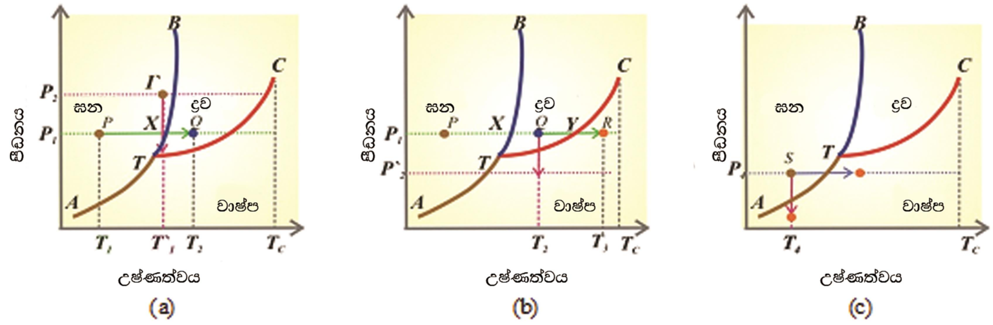
උෂ්ණත්වය ($T`_2$) නියතව තබාගෙන පද්ධතියේ පීඩනය අඩු කළ හොත් TC රේඛාව හමු වන අතර පීඩනය **$P_2$`** දක්වා තවදුරටත් අඩු කළ හොත් ද්‍රවය, වාෂ්ප බවට පරිවර්තනය වේ. එබැවින් TC රේඛාව මඟින් *ද්‍රවයක තාපාංකය මත පීඩනයේ බලපෑම* විදහා දැක්වේ. විලෝම වශයෙන් පීඩනය වැඩි කරන විට තාපාංකය ඉහළ යයි.

S ලක්ෂ්‍යය: ඝන අවස්ථාව, වායු අවස්ථාවට පත්වීම

2.40 (c) රූපයේ ඇති **S** ලෙස නම් කර ඇති ලක්ෂ්‍යය සලකන්න. දී ඇති උෂ්ණත්වයේ දී (T_4) හා පීඩනයේ දී (P_4) ඝන කලාපය පමණක් පවතී. AT වක්‍රය මඟින්, ඝන-වාෂ්ප සමතුලිතතාවේ පවතින, ඝන හා වාෂ්ප කලාප අතර මායිම නිරූපණය කරයි. පෙර P හා Q ලක්ෂ්‍ය සම්බන්ධයෙන් සාකච්ඡා කර ඇති ආකාරයට, උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීමෙන් හෝ පීඩනය අඩු කිරීමෙන් AT වක්‍රය හරහා ගමන් කළ හැකි ය.

නියත පීඩනයේ (බොහෝ විට ඉතා පහත්) ඇති ඝන කලාපයක උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට ඇති වන ආචරණය රූපයේ ඊතල මඟින් දැක්වේ. පීඩනය, පැහැදිලි ලෙස ම, ද්‍රවය නොසෑදෙන තරමට පහත් පීඩනයක් විය යුතු ය. සත්‍ය වශයෙන් ම මෙය සිදු වන්නේ T ලෙස ලකුණු කර ඇති ලක්ෂ්‍යයට වඩා පහළ පීඩනවල දී ය. පද්ධතිය AT වක්‍රය හමු වන විට, ඝන - වාෂ්ප සමතුලිතතාව ලබා ගනිමින් ඝනය ඌර්ධවපාතනය වීම ආරම්භ වේ. T ලක්ෂ්‍යයේ පවතින අවස්ථාවට වඩා පහළ උෂ්ණත්ව හා පීඩනවල දී අපට ඝනය පමණක් පවතින හා වාෂ්පය පමණක් පවතින අවස්ථා දැක ගත හැකි ය. Tහි පවතින අවස්ථාව වඩා ඉහළ

උෂ්ණත්වවල දී, නියත උෂ්ණත්වයේ පවතින වාෂ්පයක, පීඩනය වැඩි කිරීමෙන් එය ද්‍රවීකරණය කළ හැකි බව පෙනී යයි. මෙයින් වායුවක් ද්‍රව කිරීමේ සංසිද්ධිය වටහා ගත හැකි වේ.



2.40 රූපය කලාප විපර්යාසවලට බඳුන් වන ද්‍රව්‍යයක හැසිරීම

සාමාන්‍ය ද්‍රවාංකය හා සාමාන්‍ය තාපාංකය

100 kPa යන පීඩනයේ දී ද්‍රවයේ ද්‍රවාංකය හා තාපාංකය සාමාන්‍ය ද්‍රවාංකය හා සාමාන්‍ය තාපාංකය ලෙස හැඳින්වේ. කලාප රූප සටහනේ 100 kPa දැක්වෙන රේඛාව ඇඳ ගත් විට, මේ උෂ්ණත්ව සොයා ගත හැකි ය.

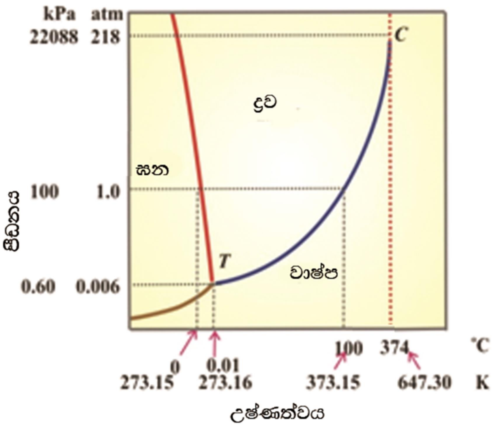
ජලය සඳහා සවිස්තර කලාප රූපසටහන

ජලයේ ත්‍රික ලක්ෂ්‍යය ලැබෙන්නේ ඉතා පහළ පීඩනයක දී (611 Pa) සහ උෂ්ණත්වයක දී (0.01 °C) බව සිහි තබා ගන්න. 100 kPaහි දී ජලයේ ද්‍රවාංකය හා තාපාංකය පිළිවෙළින් 0.00 °C හා 100 °C වේ. ජලයේ අවධි උෂ්ණත්වය 374°C වන අතර, අවධි පීඩනය 201 kPa වේ. ඉහත තොරතුරු අඩංගු කරන ලද ජලයේ පූර්ණ කලාප රූපසටහන 2.41 රූපයේ දක්වා ඇත.

සටහන: "ජලය සඳහා, ඉහළ පීඩනවල දී ද්‍රවාංකය පහළ බසී."

ද්‍රවීකරණය සඳහා "අයිස් ⇌ ජලය" යන සමතුලිතය ලැබේ.

අයිස්වල ඝනත්වය ද්‍රව ජලයට වඩා අඩු බැවින් අයිස් ද්‍රව වීමේ දී සෑදෙන ජලයේ පරිමාව සාපේක්ෂව අඩු ය. පීඩනය වැඩි කළ විට, ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව, පීඩනය නැවත අඩු කර ගැනීම සඳහා, සමතුලිතය පරිමාව අඩු වන දිශාවට ගමන් කරයි. එබැවින් ද්‍රව ජලය සෑදේ. එනිසා ද්‍රව ජලය නැවත අයිස් බවට පත් කිරීම සඳහා මේ ඉහළ පීඩන තත්ත්වයේ දී, උෂ්ණත්වය අඩු කළ යුතු ය. මින් සිදු වන්නේ ඉහළ පීඩනවල දී ජලයේ ද්‍රවාංකය පහළ බැසීම වේ. මෙසේ, ජලයේ ඝන-ද්‍රව සමතුලිතතාව නිරූපණය කරන රේඛාවේ/ වක්‍රයේ අනුක්‍රමණය, ඍණ අනුක්‍රමණයක් වේ.



2.41 රූපය ජලයේ කලාප රූප සටහන

පරිසර තත්ත්වයන් හා අවධි තත්ත්වයන් යටතේ ජලයේ විවිධ කලාපවල සාන්ද්‍රණවල කැපී පෙනෙන වෙනස්කම් දැකිය හැකි ය.

100 kPa (1 atm) හා 0 °C දී

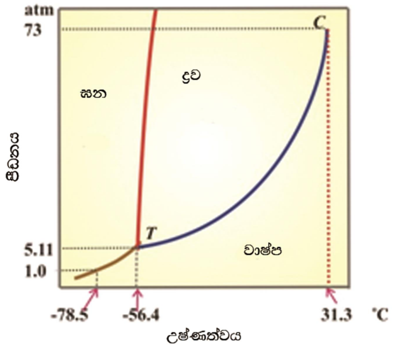
ද්‍රව ජලයේ සාන්ද්‍රණය = 1 g cm^{-3} = 55.6 mol dm^{-3}

වායුමය ජලයේ සාන්ද්‍රණය = 2.7×10^{-4} mol dm^{-3}

218 atm හා 374 ° C හිදී

වායුමය ජලයේ සාන්ද්‍රණය = ද්‍රව ජලයේ සාන්ද්‍රණය = 4.1 mol dm^{-3}

CO_2හි කලාප රූපසටහන 2.42 රූපයේ දැක්වේ.



2.42 රූපය CO_2හි කලාප රූපසටහන

ජලයේ කලාප රූපසටහන සමඟ සසඳන කල්හි මෙහි විශේෂත්වය වන්නේ, CO_2හි ත්‍රික ලක්ෂ්‍යයේ පිහිටීම වායු ගෝලීය පීඩනයට වඩා සැලෙන පමණ ඉහළ අගයක පැවතීමයි. එනිසා 5.11 atm ට වඩා අඩු පීඩනයක දී ද්‍රව කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ස්වල්පයක්වත් ලබා ගත නොහැකි වේ. තව ද CO_2 සඳහා සාමාන්‍ය ද්‍රවාංකයක් හෝ සාමාන්‍ය තාපාංකයක් නො පවතී. මින් හැඟී යන්නේ 1 atm පීඩනය යටතේ ඝන -78 °C උෂ්ණත්වයක දී කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ඝනයට හැකි වන්නේ ඌර්ධවපාතනය වීමට පමණක් බවයි. ඝන කාබන් ඩයොක්සයිඩ්

බොහෝ විට "වියළි අයිස්" ලෙස හැඳින්වෙන්නේ ද එබැවිනි. ඔබට සාමාන්‍ය තත්ත්ව යටතේ, ඝන කාබන් ඩයොක්සයිඩ් හා වායු මිස, ද්‍රව කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සාදා ගත නොහැකි වේ.

2.6 ද්විසංගි ද්‍රව පද්ධතිවල ද්‍රව - වාෂ්ප සමතුලිතතාව

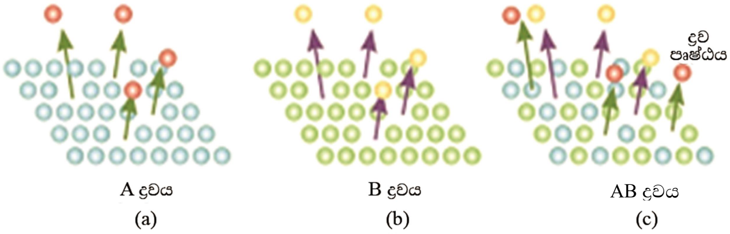
පළමුව සෛද්ධාන්තික සංකල්ප හැදෑරීමෙන් අනතුරුව, මේ කොටසේ දී වාෂ්පශීලී ද්‍රව දෙකකින් සෑදුම් ලත් මිශ්‍රණවල ලාක්ෂණික ගුණ සාකච්ඡා කරනු ලැබේ. මෙහි පළමු කොටසේ දී සියලු අනුපාතවලින් පූර්ණ ලෙස මිශ්‍ර වන ද්‍රව දෙකකින් සමන්විත මිශ්‍රණ ගැන සාකච්ඡා කෙරේ. මෙවැනි ද්‍රාවණවල ගුණ හැදෑරීම සඳහා, පරිපූර්ණ මිශ්‍රණය යන සංකල්පය සහ එවැනි පරිපූර්ණ මිශ්‍රණවල කලාප රූපසටහන් හඳුන්වා දෙනු ලැබේ. පසුව පරිපූර්ණ හා පරිපූර්ණ නොවන මිශ්‍රණ සංසන්දනයක් සිදු කෙරේ.

2.6.1 පරිපූර්ණ ද්‍රාවණවල ලක්ෂණ

ඉතා ආසන්න ලෙස සමාන වන ද්‍රව දෙකක් මිශ්‍ර කිරීමෙන් සාදා ඇති පූර්ණ ලෙස මිශ්‍ර වන ද්‍රව මිශ්‍රණයක් සලකමු. මේ ද්‍රාවණය පරිපූර්ණ තත්ත්වයට ඉතා ආසන්න යැයි උපකල්පනය කරමු. මෙවැනි ද්‍රව මිශ්‍රණයක් සඳහා නිදසුන් වශයෙන් හෙක්සේන් හා හෙප්ටේන්, බෙන්සීන් හා ටොලුවීන්, මෙතනෝල් හා එතනෝල් මිශ්‍රණ ගත හැකි ය.

අන්තර්-අණුක බල

වාෂ්ප පීඩන යටතේ සාකච්ඡා කළ පරිදි, සංශුද්ධ ද්‍රවයක ඇති, ඉහළ චාලක ශක්තියක් ඇති ඇතැම් අණු, ද්‍රව කලාපයෙන් මිදී වාෂ්ප බවට පත් වීමට නැඹුරුවක් ඇත. යම් උෂ්ණත්වයක දී, දුබල අන්තර්-අණුක බල ඇති ද්‍රව්‍යවල වැඩි අණු ප්‍රමාණයකට, ද්‍රව කලාපයෙන් ඉවත්ව යා හැකි වේ. ද්‍රව මිශ්‍රණ සඳහා ද මෙය සත්‍ය වන අතර, එය 2.4 රූපයේ දක්වා ඇත.



2.43 රූපය A හා B යන සංශුද්ධ ද්‍රව 1:1 මවුල අනුපාතයෙන් මිශ්‍ර කර ඇති පරිපූර්ණ ද්‍රව මිශ්‍රණයක්

සම්පූර්ණයෙන් මිශ්‍ර වන බව උපකල්පනය කර ඇති මේ ද්‍රව දෙක මගින් සෑදෙන මිශ්‍රණය පරිපූර්ණ වේ යැයි කියනු ලැබේ (සමහර නියම කිහිපයක් පිළිපදී). 2.43 (c) රූපයේ විස්තර කළ පරිදි ද්‍රව දෙකට අයත් වෙනස් අණු මිශ්‍ර වීමෙන් සෑදුණු ද්‍රවයෙන් අණුවක් මිදී යෑමේ හැකියාව නොවෙනස්ව පවතින බව ය.

2.43 (c) රූපයේ, ද්‍රව දෙක 1:1 අනුපාතයෙන් මිශ්‍ර කළ විට එක් එක් වර්ගයේ අණු ද්‍රවයෙන් මිදී පලා යෑමේ අනුපාතය නොවෙනස් බව ඔබට පෙනෙනු ඇත. වෙනත් අයුරකින් කිව හොත්, එක් එක් සංරචකයෙන් අණුවක් ගැලවී පලා යෑමේ හැකියාව සමාන වේ.

මිශ්‍රණයෙන් A හෝ B අණුවක් වාෂ්ප වීමට ඇති හැකියාව, ඒවා සංශුද්ධ ද්‍රව ලෙස පවතින විට තිබූ හැකියාවට සමාන වේ නම්, A අණු දෙකක් අතර පැවති අන්තර්-අණුක බලවල ශක්තිය A හා B හි අණු අතර පවතින අන්තර්-අණුක බලවල ශක්තියට සමාන වන බව අපට අවබෝධ වේ (අන්තර්-අණුක බලවල ශක්තිය වෙනස් නම් ද්‍රව අණුවක් වායු කලාපයට පිවිසීමේ

නැඹුරුව වෙනස් වේ). මේ ලක්ෂණයට අනුව A හා B අණු අතර ඇති අන්තර්-අණුක බල, A-A අතර හා B-B අතර පවතින අන්තර්-අණුක බලවලට හරියට ම සමාන බව අපට අවබෝධ වනු ඇත.

මිශ්‍ර කිරීමේ දී සිදු වන එන්තැල්පි විපර්යාස

ද්‍රව දෙකක මිශ්‍රණයක් සෑදීමේ දී, පවතින අන්තර්-අණුක බල බිඳී යෑමත්, නව අන්තර්-අණුක බල ගොඩනැඟීමත් සිදු වේ. අන්තර්ක්‍රියා බිඳීම සඳහා ශක්තිය උරා ගන්නා අතර නව අන්තර්ක්‍රියා ගොඩනැඟීමේ දී ශක්තිය මුදා හරී. සියලු අන්තර්-අණුක බල ශක්තියෙන් සමාන වේ නම්, මෙහිදී ශක්තිය උරා ගැනීමක් හෝ මුදාහැරීමක් සිදු නොවනු ඇත. මින් හැඟී යන්නේ පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයක් සාදන ද්‍රව දෙකක් මිශ්‍ර වීමේ දී සිදු වන එන්තැල්පි විපර්යාසය ශුන්‍ය වන බවයි.

> දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී A හා B යන සම්පූර්ණයෙන් මිශ්‍ර වන ද්‍රව මිශ්‍ර කිරීමෙන් සෑදුණු ද්වයංගි ද්‍රව මිශ්‍රණයේ අන්තර්-අණුක බල (f_{A-A}, f_{B-B} සහ f_{A-B}) සමාන වන්නේ නම් ද ($f_{A-A} = f_{B-B} = f_{A-B}$) මිශ්‍ර කිරීමේ දී සිදු වන එන්තැල්පි විපර්යාසය ශුන්‍ය වේ නම් ද එවැනි ද්‍රාවණයක් පරිපූර්ණ ද්‍රාවණයක් වේ.

හෙක්සේන් හා හෙප්ටේන් මිශ්‍රණයක් සැලකූ විට ඒවා තරමින් සමාන වන බැවින් ඒවා අතර වැන්ඩර්වාල් බල ප්‍රමාණය ද සමාන වේ. එබැවින් මේ මිශ්‍රණය, පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයකට බොහෝ දුරට සමාන වේ.

රවුල් නියමය

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක ඇති **A** හා **B** ද්‍රව මිශ්‍ර කිරීමෙන් සෑදෙන පරිපූර්ණ ද්වයංගි ද්‍රාවණය (මිශ්‍රණය) සලකමු. මේ මිශ්‍රණය සංවෘත බඳුනක ඇති අතර ඊට ඉහළින් ඇත්තේ රික්තයකි. ප්‍රමාණවත් ශක්තියක් සහිත **A** හා **B** අණු, ද්‍රව පෘෂ්ඨයට ඉහළින් ඇති අවකාශය තුළට පලා යන අතර එමගින් පීඩනයක් ඇති වේ. පද්ධතිය ගතික සමතුලිතතාවට එළඹුණු විට, **A** හා **B**හි වාෂ්පීභවන සහ ඝනීභවන ශීඝ්‍රතා සමාන වේ. නියත උෂ්ණත්වයේ දී **වාෂ්ප කලාපයේ සංයුතිය** සහ **සමස්ත වාෂ්ප පීඩනය** සැලකීමෙන් මෙම ගතික සමතුලිතතාව සඳහා සාක්ෂි ලබා ගත හැකි ය. ඩෝල්ටන්ගේ නියමයට අනුව, **පද්ධතියේ සමස්ත වාෂ්ප පීඩනය සංරචකවල ආංශික පීඩනවල එකතුව** ට සමාන වේ. වායු කලාපයේ සංයුතිය, **A** හා **B** හි සාපේක්ෂ වාෂ්පශීලිතා (හෝ තාපාංක) මත සහ **A** හා **B** හි සාපේක්ෂ සාන්ද්‍රණ මත රඳා පවතී.

ඉහළ වාෂ්පශීලිතාවක් (අඩු තාපාංකයක්) සහ ද්‍රව කලාපයේ ඉහළ සාන්ද්‍රණයක් ඇති සංරචකය වැඩි ආංශික පීඩනයක් ඇති කිරීමට නැඹුරුවක් දක්වයි. මේ අනුව වාෂ්ප කලාපයේ යම් සංරචකයක සාන්ද්‍රණය, එහි ආංශික පීඩනයට සමානුපාතික වේ. ($[A(g)] \propto p_A$) එසේ ම මිශ්‍රණයේ යම් සංරචකයක සාන්ද්‍රණය, එහි මවුල භාගයට සමානුපාතික වේ. ($[A(l)] \propto x_A$).

ඉහත විස්තර කරන ලද **A** හා **B** සංරචක මිශ්‍ර කිරීමෙන් සෑදුණු පරිපූර්ණ ද්‍රාවණයේ වාෂ්ප-ද්‍රව සමතුලිතතාව සලකන්න. වාෂ්පීභවන සහ ඝනීභවන ශීඝ්‍රතා සමාන වන විට, අපට මෙසේ ලිවිය හැකි යː

$$A(l) \underset{r_c}{\overset{r_v}{\rightleftharpoons}} A(g) \quad \ldots\ldots(1) \qquad\qquad B(l) \underset{r_c'}{\overset{r_v'}{\rightleftharpoons}} B(g) \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

r_v හා r_c මඟින් A සංරචකයේ වාෂ්පීභවන හා ඝනීභවන ශීඝ්‍රතා පිළිවෙළින් දැක්වේ.
r_v'හාr_c' මඟින් B සංරචකයේ වාෂ්පීභවන හා ඝනීභවන ශීඝ්‍රතා පිළිවෙළින් දැක්වේ.

(1) සැලකීමෙන් මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$r_v = k\,[\mathrm{A(l)}] \;=\; k_1\, x_{\mathrm{A}}$$

X_A යනු ද්‍රාවණයේ A හි මවුල භාගයයි.

මෙසේ ම,

$$r_v' \;=\; k\,'[\mathrm{A(g)}] \;=\; k_2\, p_{\mathrm{A}}$$

P_A යනු වාෂ්ප කලාපයේ A හි ආංශික පීඩනය යි.

සමතුලිතතාවේ දී,

$$r_v = r_v'$$
$$k_2\, p_{\mathrm{A}} \;=\; k_1\, x_{\mathrm{A}}$$
$$\therefore\; p_{\mathrm{A}} \;=\; \frac{k_1}{k_2} x_{\mathrm{A}} \text{ හෝ } \therefore\; p_{\mathrm{A}} \;=\; k\, x_{\mathrm{A}}$$
$$x_{\mathrm{A}} = 1 \text{ විට } p_{\mathrm{A}} = p_{\mathrm{A}}^0 = A \text{ හි සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය}$$
$$\therefore\; k = p_{\mathrm{A}}^0$$
$$\therefore\quad p_{\mathrm{A}} = p_{\mathrm{A}}^0 x_{\mathrm{A}}$$
$$\text{සහ } p_{\mathrm{B}} \;=\; p_{\mathrm{B}}^0 x_{\mathrm{B}}$$

මෙලෙස;

පරිපූර්ණ ද්‍රාවණයක දෙන ලද සංරචකයක ආංශික පීඩනය, නියත උෂ්ණත්වයේ දී ඒ සංරචකයේ සංශුද්ධ වාෂ්ප පීඩනයේත්, ද්‍රව කලාපයේ මවුල භාගයේත් ගුණිතයට සමාන වේ. මේ සම්බන්ධතාව රවුල් නියමය ලෙස හැඳින්වේ.

මින් පැහැදිලි වන්නේ, $p_{\mathrm{A}} < p_{\mathrm{A}}^0$ සහ $p_{\mathrm{B}} < p_{\mathrm{B}}^0$

එම නිසා A හි වාෂ්ප පීඩනයේ අඩු වීම

$= \;\; p_{\mathrm{A}}^0 - p_{\mathrm{A}} = p_{\mathrm{A}}^0 - \;p_{\mathrm{A}}^0 x_{\mathrm{A}} = p_{\mathrm{A}}^0(1 - x_{\mathrm{A}})$

$= \;\; p_{\mathrm{A}}^0 x_{\mathrm{B}}$

$$\therefore\; \frac{p_{\mathrm{A}}^0 - p_{\mathrm{A}}}{p_{\mathrm{A}}^0} \;=\; x_{\mathrm{B}} \text{ සහ } \frac{p_{\mathrm{B}}^0 - p_{\mathrm{B}}}{p_{\mathrm{B}}^0} \;=\; x_{\mathrm{A}}$$

ඉහත දැක්වෙන්නේ රවුල් නියමයේ විකල්ප ආකාරයකි.

> දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී යම් සංරචකයක වාෂ්ප කලාපය තුළ සිදු වන සාපේක්ෂ වාෂ්ප පීඩන පතනය, අනෙක් ද්‍රව්‍යයේ ද්‍රව කලාපයේ මවුල භාගයට සමාන වේ.

රවුල් නියමය හා ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය සංයෝජනය කිරීමෙන් වායු කලාපයේ සංයුතිය සෙවීමට හැකි වේ. **p** යනු මුළු වාෂ්ප පීඩනය යැයි ද y_A හා y_B යනු වාෂ්ප කලාපයේ A හා B හි මවුල භාග යැයි ද ගනිමු. ඩෝල්ටන්ගේ නියමයෙන්,

$$p_A = py_A = (p_A + p_B)y_A$$

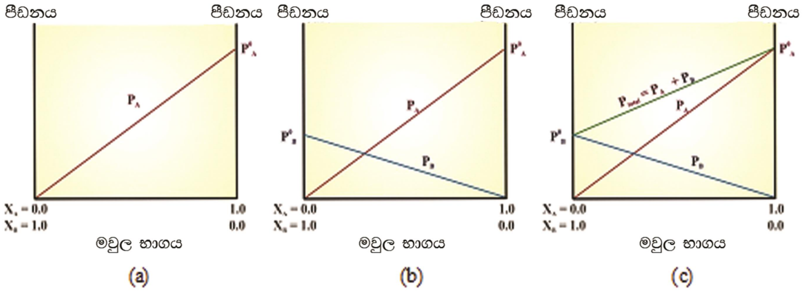
$$p_A^0 x_A = (p_A^0 x_A + p_B^0 x_B)y_A$$

$$\therefore Y_A = \frac{p_A^0 x_A}{(p_A^0 x_A + p_B^0 x_B)} \text{ සහ } y_B = \frac{p_B^0 x_B}{(p_A^0 x_A + p_B^0 x_B)}$$

රවුල් නියමය භාවිත කළ හැක්කේ පරිපූර්ණ මිශ්‍රණ සඳහා පමණි; නැති නම් රවුල් නියමය පිළිපදින පරිපූර්ණ මිශ්‍රණ සඳහා ය.

වාෂ්ප පීඩන - සංයුති රූපසටහන්

නියත උෂ්ණත්වයේ ඇති A හා B යන ද්‍රව දෙක මඟින් සෑදෙන පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයක, සමස්ත පීඩනය කෙරෙහි A හා B සංරචක වෙන වෙන ම බලපාන්නේ යැයි සිතමු. A සංරචකය පමණක් සලකා බලන විට $p_A = p_A^0 x_A$; යයි ලැබේ. p_A^0 නියතයක් බැවින්, x_A අනුව P_A හි විචලනය සරල රේඛීය විචලනයක් වේ. එය 2.44(a) රූපයේ දක්වා ඇත (x_A= 0 නම් p_A = 0 වන අතර, x_A වැඩි වන විට, එයට අනුපාතික ලෙස p_A ද වැඩි වේ. ඔබ x_A දෙගුණ කළ හොත්, P_A ද දෙගුණ වේ. මේ නිසා ප්‍රස්තාරය මූල ලක්ෂ්‍යයෙන් (0,0) ආරම්භ වේ). B සංරචකය ද මෙවැනි ම හැසිරීමක් දක්වයි. මෙහි $p_A^0 > p_B^0$, යයි උපකල්පනය කළ හොත්, එනම් A, B ට වඩා වාෂ්පශීලි යැයි සැලකුව හොත්, 2.44(b) රූපයෙන් B හි සංයුතිය (x_B) අනුව B හි වාෂ්ප පීඩනයේ විචලනය දැක්වේ. මිශ්‍රණයේ සමස්ත වාෂ්ප පීඩනය, සියලු සංයුතීන්වල දී , A හා B හි වාෂ්ප පීඩනවල එකතුවට සමාන වේ. නියත උෂ්ණත්වයේ දී A හා B ද්‍රව මිශ්‍ර කිරීමෙන් සෑදුණු පරිපූර්ණ ද්‍රව මිශ්‍රණයක් සඳහා සම්පූර්ණ ප්‍රස්තාරය 2.44 (c) රූපයේ දැක්වේ. A හා B හි සංයුතිය අනුව පද්ධතියේ සමස්ත වාෂ්ප පීඩනය, p_T (p_{AB}) මඟින් දැක්වේ.



2.44 රූපය නියත උෂ්ණත්වයේ දී රවුල් නියමය පිළිපදින පරිපූර්ණ ද්‍රව මිශ්‍රණයක (AB) වාෂ්ප පීඩන - සංයුති රූපසටහන **(a)** A සංරචකයේ වාෂ්ප පීඩන විචලනය (b) B සංරචකයේ වාෂ්ප පීඩනය (c) මිශ්‍රණයේ සමස්ත වාෂ්ප පීඩන විචලනය

උෂ්ණත්ව (තාපාංක) සංයුති රූපසටහන

අප විසින් පෙර සාකච්ඡා කර ඇති පරිදි නියත පීඩනයේ දී ද්‍රව්‍යයක අණු පහසුවෙන් ද්‍රව කලාපයෙන් මිදී පලා යයි නම් ඉන් හැඟෙන්නේ, අන්තර්-අණුක බල සංපේක්ෂව දුර්වල බවත්, නැටීම සහ වාෂ්ප වීම සඳහා ද්‍රවයට ලබා දිය යුත්තේ සුළු ශක්තියක් බවත් ය.

එබැවින් යම් විශේෂිත උෂ්ණත්වයක දී ඉහළ වාෂ්ප පීඩනයක් ඇති ද්‍රවයක තාපාංකය පහත් අගයක් ගනී.

වාෂ්ප පීඩනය සහ තාපාංකය (උෂ්ණත්වය) අතර සම්බන්ධතාව මෙසේ ද වටහා ගත හැකි ය.

ද්‍රව වාෂ්ප වන්නේ ඒවායේ වාෂ්ප පීඩනය බාහිර වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන වන විට ය. දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී, යම් ද්‍රවයක වාෂ්ප පීඩනය ඉහළ නම්, එහි වාෂ්ප පීඩනය බාහිර වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන මට්ටමකට ගෙන ඒම සඳහා උෂ්ණත්වය ස්වල්ප වශයෙන් වැඩි කිරීම ප්‍රමාණවත් වේ. අනෙක් අතට වාෂ්ප පීඩනය අඩු නම් බාහිර පීඩනයට ළඟා වීම සඳහා වැඩි ශක්තියක්/ තාපයක් ලබා ගත යුතු ය.

එබැවින් දී ඇති උෂ්ණත්වයක දී ඉහළ වාෂ්ප පීඩයක් ඇති ද්‍රවවලට පහත් තාපාංක ඇත.

එක ම උෂ්ණත්වයේ ඇති ද්‍රව දෙකක් මගින් පරිපූර්ණ ප්‍රාවණයක් සාදා ඇති විට,

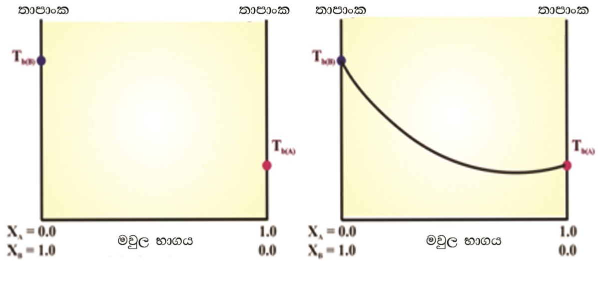
ඉහළ වාෂ්ප පීඩනයක් ඇති ද්‍රවයට අඩු තාපාංකයක් තිබේ.

උෂ්ණත්ව (තාපාංක) - සංයුති රූපසටහන් ගොඩනැගීම

අප විසින් පළමුව සිදු කළ යුත්තේ වාෂ්ප පීඩන සංයුති රූපසටහන, නියත (බාහිර) පීඩනයේ දී උෂ්ණත්ව (තාපාංක) සංයුති රූපසටහන බවට පරිවර්තනය කිරීමයි. මෙය වාෂ්ප පීඩන-සංයුති ප්‍රස්තාරයේ පරස්පරය යැයි සරලව සිතා මෙය පහසු කටයුත්තකැයි ඇතැමකුට සිතීමට ඉඩ ඇත. මෙසේ සිතීම තර්කානුකූල යැයි පෙනෙතත්, අපට සමහර කරුණු පහත ආකාරයට සලකා බැලීමට සිදු වේ.

පෙර සඳහන් කරන ලද මිශ්‍රණයේ $p_A^0 > p_B^0$ යැයි ද නියත පීඩනයේ දී $T_{b(A)} > T_{b(B)}$ යැයි ද සිතමු. මෙහි T_b මගින් දැක්වෙන්නේ තාපාංකයයි (T_A ට අඩු තාපාංකයෙක් ඇත).

A හා B අඩංගු මිශ්‍රණයේ තාපාංක විචලනය, ඒවායේ තාපාංක යා කෙරෙන සරල රේඛාවක් වනු ඇතැයි සමහර විට ඔබ විසින් අපේක්ෂා කිරීමට ඉඩ ඇත. එහෙත් එය වක්‍රයකි. 2.5.3 කොටසේ දී සාකච්ඡා කළ පරිදි ද්‍රවයක වාෂ්ප පීඩනය, උෂ්ණත්වය සමඟ ඝාතීය විචලනයක් (exponential variation) දක්වන බව ඔබට මතකයට නැගෙනු ඇත (2.34 රූපය බලන්න).

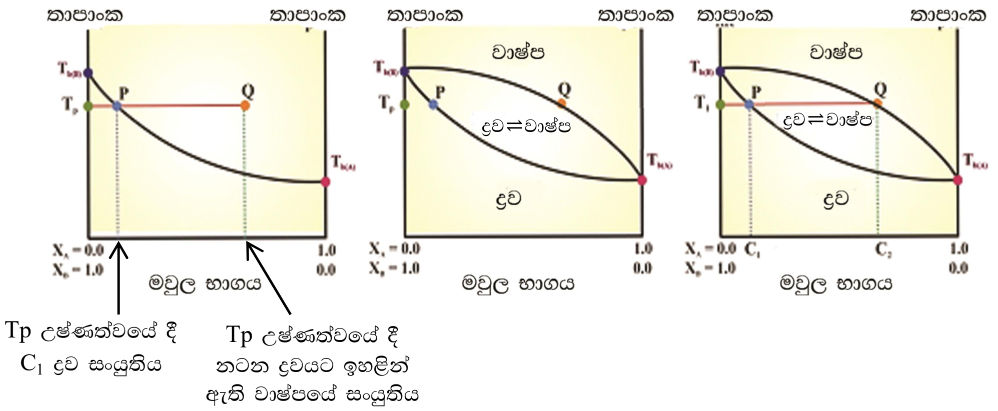


2.45 රූපය නියත පීඩනයේ දී පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයක් (AB) සඳහා තාපාංක (උෂ්ණත්වය) සංයුති රූපසටහන (a) A හා B සංරචකවල තාපාංක (b) මිශ්‍රණයේ තාපාංක විචලනය

පළමුව, 2.45(a) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි අදාළ අක්ෂ මත ද්‍රව දෙකෙහි තාපාංක $T_{b(A)} > T_{b(B)}$ ලකුණු කළ හැකි ය. ඉන් පසු ද්‍රව මිශ්‍රණයේ සංයුතිය අනුව, වාෂ්ප පීඩනයේ විචලනය වන අන්දම සිහි තබා ගෙන, 2.45(b) රූපයේ දැක්වෙන අන්දමට, ඉහත ලක්ෂ්‍ය දෙක යා කළ හැකි වේ.

දැන්, වාෂ්පයේ සංයුතිය අනුව වාෂ්ප පීඩනය වෙනස් වන ආකාරය දැන ගත යුතු ය. නියත පීඩනය යටතේ, ද්‍රව මිශ්‍රණය නැටීමට භාජනය කරන විට, වඩාත් වාෂ්පශීලී ද්‍රව්‍යය, අඩු වාශ්පශීලි බවක් ඇති ද්‍රව්‍යයට වඩා පහසුවෙන් වාෂ්ප කලාපය තුළ, ද්‍රව කලාපයට වඩා වැඩි අනුපාතයකින් A (වඩා වාෂ්පශීලි සංඝටකය) අඩංගු වන බවයි. මේ අවස්ථාවේ දී වාෂ්පයේ සංයුතිය නිර්ණය කළ හැකි වේ. 2.46(a) රූපයේ සලකුණු කර ඇති P ලක්ෂ්‍යය සලකන්න. P ලක්ෂ්‍යයේ ඇති ද්‍රව්‍යය T_P යන උෂ්ණත්වයේ දී අදාළ වාෂ්පයේ සංයුතිය, P හා T_P හරහා යන තිරයේ රේඛාවක් මඟින් ලබා ගත හැකි වේ. මෙම ලක්ෂ්‍යය Q ලෙස ලකුණු කර ඇත.

විවිධ සංයුතීන් සහිත ද්‍රව මිශ්‍රණ සලකා ඉහත අභ්‍යාසය නැවත නැවත සිදු කිරීමෙන් වාෂ්පයේ සංයුතිය අනුව තාපාංකයේ විචලනය දැක්වෙන දෙවන වක්‍රයක් 2.46(b) රූපයේ දැක්වෙන අන්දමට ඇඳ ගත හැකි ය. වක්‍ර රේඛා දෙක අතර වර්ගඵලය තුළ, ද්‍රවය හා වාෂ්පය සමතුලිතව පවතින බව අපට පෙනී යයි.



(a) (b) (c)

2.46 රූපය නියත පීඩනයේ දී AB යන පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයේ තාපාංක (උෂ්ණත්ව) සංයුති විචලනය (a) Tp උෂ්ණත්වයේ දී නැටීමට පාත්‍ර වන C_1 යන තෝරාගත් සංයුතියක් සහිත ද්‍රවයක් ඇති මිශ්‍රණයක තාපාංක විචලනය (b) වාෂ්ප කලාපයේ සංයුතිය අනුව තාපාංක විචලනය මෙහි වක්‍ර දෙක තුළ අඩංගු වන ප්‍රදේශයේ ද්‍රව⇌වාෂ්ප සමතුලිතතාව පවතී. (c) Q ලක්ෂ්‍යයේ දැක්වෙන වාෂ්පය ඝනීභවනයෙන් ලැබෙන ද්‍රවයේ සංයුතිය C_2 ලෙස සෙවීම.

2.46(b) රූපයේ විස්තර කර ඇති පරිදි ද්‍රව මිශ්‍රණයක් නටන අවස්ථාවේ දී එහි උෂ්ණත්වයත් නටන ද්‍රවයට ඉහළින් ඇති වාෂ්පයේ සංයුතියත් අපට සොයා ගත හැකි වේ. නිදසුනක් ලෙස, 2.46 (c) රූපයේ දක්වා ඇති C_1 සංයුතිය ඇති ද්‍රව මිශ්‍රණය, T_1 උෂ්ණත්වයේ දී නටන අතර, නටන ද්‍රවය ඉහළින් ඇති වාෂ්පයේ සංයුතිය C_2 වේ. මේ ක්‍රමය වෙනත් සංයුතීන් සඳහා ද නැවත භාවිත කළ හැකි අතර ද්‍රව-සංයුති රේඛාව මඟින් තාපාංක සොයා ගත හැකි ය. ඉන් පසු ඒ සංයුතිය සහිත ද්‍රව්‍ය සමඟ සමතුලිතව ඇති වාෂ්පයේ සංයුතිය සොයා ගත හැකි වේ. මේ හැසිරීම, ආසවනය/ භාගික ආසවනය මඟින් ද්‍රව මිශ්‍රණ එකිනෙකින් වෙන් කර ගැනීම

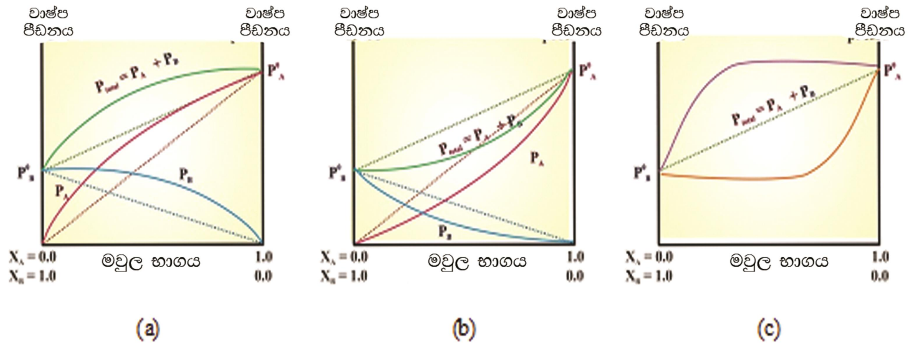
සඳහා ඉතා ප්‍රයෝජනවත් වේ. මේ ගැන පසුව එන පරිච්ඡේදයක දී විස්තර කෙරෙනු ඇත. මේ භාවිතය ගැන සාකච්ඡා කිරීමට පළමුව රවුල් නියමයෙන් අපගමනය වන ද්‍රව මිශ්‍රණවල ලාක්ෂණික ගුණ සලකා බැලීම වටී.

පරිපූර්ණ නොවන ද්‍රව මිශ්‍රණ

රවුල් නියමය පිළි නොපදින මිශ්‍රණ, පරිපූර්ණ නොවන මිශ්‍රණ ලෙස හැඳින්වේ. මෙවැනි මිශ්‍රණ ඇති වන්නේ එකිනෙකට සමාන නොවන අන්තර්-අණුක බල ඇත. A හා B යන සංරචක මිශ්‍ර කිරීමෙනි. මෙවැනි පද්ධතිවල හැසිරීම, පරිපූර්ණ මිශ්‍රණවලට වඩා වෙනස් වේ. පරිපූර්ණ නොවන මිශ්‍රණයක අඩංගු A හා B සංරචකවල අන්තර්-අණුක බල එකිනෙකට වෙනස් නිසා $f_{A-A} \neq f_{B-B} \neq f_{A-B}$, ඒවා මිශ්‍ර කිරීමේ දී එන්තැල්පි වෙනසක් සිදු වේ. එනිසා මිශ්‍රණයෙන් අණුවක් වාෂ්ප වීමට ඇති හැකියාව, සංශුද්ධ ද්‍රවවලින් අණුවක් වාෂ්ප වීමට ඇති හැකියාවට වඩා වෙනස් වේ.

පරිපූර්ණ නොවන මිශ්‍රණ සඳහා වාෂ්ප පීඩන-සංයුති රූපසටහන

පරිපූර්ණ ද්‍රව මිශ්‍රණ රවුල් නියමය පිළිපදින බවත්, නියත උෂ්ණත්වයක දී ද්‍රව කලාපයේ සංයුතිය අනුව වාෂ්ප පීඩනය, සරල රේඛීය විචලනයක් දක්වන බවත් දැනටමත් අප දන්නා අතර එය 2.44(a) රූපයේ දක්වා ඇත. මෙහි A වඩාත් වාෂ්පශීලී ද්‍රව්‍ය $(P_A^0 > P_B^0)$ වේ.



2.47 රූපය පරිපූර්ණ නොවන මිශ්‍රණයක් (AB) සඳහා වාෂ්ප පීඩන සංයුති ප්‍රස්තාරය. (a) රවුල් නියමයෙන් ධනව අපගමනය වීම (b) රවුල් නියමයෙන් ඍණව අපගමනය වීම (c) රවුල් නියමයෙන් විශාල ධන අපගමනයක් හා විශාල ඍණ අපගමනයක් දක්වන මිශ්‍රණ

රවුල් නියමයෙන් ධනව අපගමනය වීම

නියත උෂ්ණත්වයේ දී A හා B ද්‍රව මිශ්‍ර කිරීමෙන් සෑදුණු ද්‍රාවණයේ A හා B අතර අන්තර්-අණුක බල වල ශක්තිය, සංශුද්ධ ද්‍රවවල පැවැති අන්තර්-අණුක බලවල ශක්තියට වඩා අඩු යයි සිතමු. එනම් $f_{A-B} < f_{A-A}$ සහ f_{B-B} වේ. ඒ නිසා පරිපූර්ණ ද්‍රාවණයට සාපේක්ෂව, මේ මිශ්‍රණයෙන් අණුවක් වාෂ්ප වීමට වැඩි හැකියාවක් ඇත. ඒ නිසා $P_A > P_B^0 x_B$ මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස $P_{AB} > (P_B^0 x_A + P_B^0 x_B)$

එම නිසා, $p_A > p_A^0 x_A$ හා $p_B > p_B^0 x_B$

මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස;

$$p_{AB} > (p_A^0 x_A + p_B^0 x_B)$$

මින් දැක්වෙන්නේ, මිශ්‍රණයේ සමස්ත වාෂ්ප පීඩනය පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයේ වාෂ්ප පීඩනයට වඩා වැඩි බවයි.

$$p_{AB} > p_{(AB)\,පරිපූර්ණ}$$

මෙවැනි වර්ගයේ ද්‍රාවණ/ මිශ්‍රණ රවුල් නියමයෙන් ධන අපගමනයකින් දක්වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ. රවුල් නියමයෙන් ධනව අපගමනය වන මිශ්‍රණවල වාෂ්ප පීඩනය, පරිපූර්ණ මිශ්‍රණය මඟින් දක්වන වාෂ්ප පීඩනයට වඩා සෑම විට ම ඉහළ වේ. මෙසේ 2.47(a) රූපයේ පරිදි වාෂ්ප පීඩන-සංයුති වක්‍රය, පරිපූර්ණ රේඛාවට ඉහළ දිශාවට වක්‍ර වේ. මෙවැනි මිශ්‍රණවල වාෂ්ප පීඩනය, පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයේ වාෂ්ප පීඩනයට වඩා වැඩි වීම මඟින් පෙන්නුම් කරන්නේ සංශුද්ධ ද්‍රවවලට වඩා පහසුවෙන් මෙවැනි මිශ්‍රණයක ඇති අණු ද්‍රව කලාපයෙන් වඩාත් පහසුවෙන් ගැලවී යන බවයි. A හා B අණු අතර ඇති අන්තර්-අණුක බල, සංශුද්ධ ද්‍රවවල අන්තර්-අණුක බලවලට වඩා දුර්වල වීම නිසා, A හා B ද්‍රව මිශ්‍ර කිරීමේ දී අන්තර්-අණුක බල ගොඩනැඟීම මඟින් මුදාහරින ශක්තිය, මුල් ද්‍රවවල ඇති A-A හා B-B අතර අන්තර්-අණුක බල බිඳ දැමීම සඳහා උරා ගන්නා ශක්තියට වඩා අඩු වේ. ඒ නිසා මෙවැනි ද්‍රව මිශ්‍ර කිරීමේ දී තාපය උරාගැනීමක් සිදු වේ. එබැවින් මිශ්‍ර කිරීමේ දී සිදු වන එන්තැල්පි විපර්යාස ධන වේ (තාප අවශෝෂක). $P_A^0 > P_B^0$ වන බැවින් මේ වක්‍රය ඔස්සේ ඕනෑ ම තැනක වැඩි ම වාෂ්ප පීඩනය වන්නේ සංශුද්ධ A හි වාෂ්ප පීඩනයයි. සුළු අපගමනයක් දක්වන මෙවැනි පද්ධති, ආසවනය පිළිබඳ සලකා බලන තුරු පරිපූර්ණ මිශ්‍රණ ලෙස හැසිරේ. එහෙත් සමහර ද්‍රව මිශ්‍රණ, රවුල් නියමයෙන් බෙහෙවින් අපගමනය වේ. එවැනි අවස්ථාවල වක්‍රය, 2.47 (c) රූපයේ පරිදි වඩාත් විපරිත ලෙස අපගමනය වේ. මේ වර්ගයේ මිශ්‍රණ සඳහා නිදසුනක් ලෙස එතනෝල් හා ජලය මිශ්‍රණය සැලකිය හැකි අතර එහි දී උපරිම වාෂ්ප පීඩනයක් සහිතව වක්‍රය වඩාත් වැඩි අපගමනයක් දක්වයි. උපරිම වාෂ්ප පීඩනයක් දක්වන අවස්ථාවේ දී, මිශ්‍රණයේ ස්කන්ධය අනුව 95.6%ක් එතනෝල් අඩංගු වේ.

රවුල් නියමයෙන් සෘණව අපගමනය වීම

නියත උෂ්ණත්වයේ දී A හා B සංරචක මිශ්‍ර කිරීමෙන් සෑදෙන ඇතැම් මිශ්‍රණවලින් අණුවක් වාෂ්ප කිරීම, පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයෙන් අණුවක් වාෂ්ප කිරීමට වඩා දුෂ්කර වේ. එහි $f_{A-B} > f_{AA}$ හා $f_{B\text{-}B}$ වේ. මෙසේ වන්නේ සංශුද්ධ ද්‍රවවලින් අණුවක් ඉවත්ව යෑමට වඩා මිශ්‍රණයෙන් අණුවක් ඉවත්ව යෑම අපහසු වන බැවිනි. මුල් ද්‍රවවලට වඩා ශක්තිමත් අන්තර්-අණුක බල, මිශ්‍රණයේ පැවතිය යුතු ය.

එම නිසා, $p_A < p_A^0 x_A$ හා $p_B < p_B^0 x_B$: මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස;

$$p_{AB} < (p_A^0 x_A + p_B^0 x_B)$$

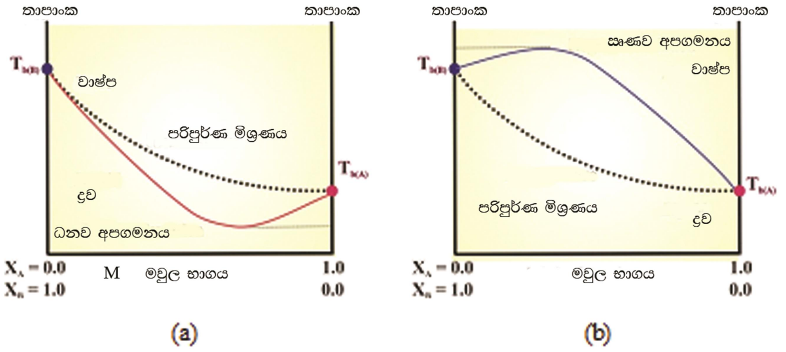
මින් හැඟී යන්නේ, මිශ්‍රණයේ මුළු වාෂ්ප පීඩනය, පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයට වඩා අඩුවන බව යි;

$$p_{AB} < p_{(AB)\,පරිපූර්ණ}$$

මේ වර්ගයේ මිශ්‍රණ/ ද්‍රාවණ රවුල් නියමයෙන් සෘණව අපගමනය වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ. රවුල් නියමයෙන් සෘණව අපගමනය වන මිශ්‍රණවල වාෂ්ප පීඩනය, සෑම විට ම පරිපූර්ණ මිශ්‍රණයකට අනුව බලාපොරොත්තු වන වාෂ්ප පිඩනයට වඩා අඩු වේ. මෙසේ 2.47(b) රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි, වාෂ්ප පීඩනය-සංයුති වක්‍රය, පරිපූර්ණ රේඛාවට වඩා පහළ දිශාවට වක්‍ර වේ. $p_A^0 > p_B^0$ වන බැවින් මෙම වක්‍රය ඔස්සේ ඕනෑම තැනක වැඩිම වාෂ්ප පීඩනය වන්නේ ද මිශ්‍රණයක් සෑදීම පිණිස ද්‍රව මිශ්‍ර කිරීමේ දී සැදෙන නව බන්ධන, මුල් ද්‍රවවලට ඇති වඩා දුර්වල බන්ධනවලට වඩා ශක්තිමත් බැවින් මෙහි දී තාපය මුදා හරී. නිදසුනක් ලෙස ජලය හා නයිට්‍රික් අම්ලය මිශ්‍ර කිරීමේ දී අයනික ප්‍රභේද සෑදෙන බැවින් (NO_3^- හා H_3O^+ වැඩි ශක්ති ප්‍රමාණයක් පිට වේ (2.47 (c) රූපය).

පරිපූර්ණ නොවන මිශ්‍රණ සඳහා තාපාංක සංයුති රූපසටහන

රවුල් මිශ්‍රණයෙන් ධනව අපගමනය මිශ්‍රණවලට ඉහළ වාෂ්ප පීඩනයක් ඇති බැවින් ඒවාට අඩු තාපාංකයක් ඇත. අන්තර්-අණුක බල සම්පූර්ණයෙන් ම බිඳ දැමීම සඳහා මිශ්‍රණය වැඩි පුර රත් කිරීම අවශ්‍ය නොවන නොවන අතර, අණු පහසුවෙන් ද්‍රව කලාපයෙන් මිදී පලා යයි. ඒ නිසා 2.48 (a) රූපයෙන් දැක්වෙන පරිදි, A හා B ද්‍රව දෙකෙහි ම තපාංකයට වඩා අඩු තාංපාංකයක් සහිත අවම අගයක්, තාපාංක සංයුති වක්‍රය මඟින් පෙන්නුම් කෙරේ. නිදසුනක් වශයෙන්, එතනෝල් සහ ජලය සහිත මිශ්‍රණයක, මේ අවම අගය ඇති වන්නේ, ස්කන්ධය අනුව 95.6%ක් එතනෝල් අඩංගු මිශ්‍රණයක් සඳහා ය. මේ මිශ්‍රණයේ තාපාංකය 78.2 ^{0}C වන අතර සංශුද්ධ එතනෝල්හි තාපාංකය 78.0 ^{0}C ක් ද සංශුද්ධ ජලයේ තාපාංකය 100 ^{0}C ක් ද බැගින් වේ.



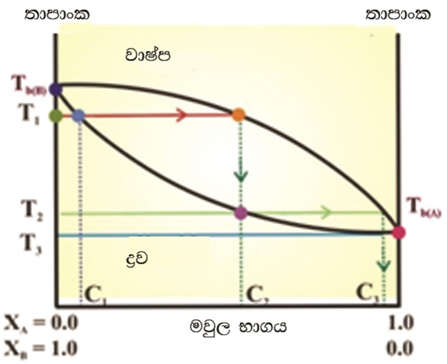
2.48 රූපය නියත උෂ්ණත්වයේ දී පරිපූර්ණ නොවන මිශ්‍රණය සඳහා තාපාංක සංයුති රූපසටහන. (a) රවුල් නියමයෙන් ධනව අපගමනය වීම හා (b) රවුල් නියමයෙන් අපගමනය වීම

රවුල් නියමයෙන් සෘණව අපගමනය වන මිශ්‍රණ සඳහා, අණු ද්‍රව කලාපයෙන් මිදී වාෂ්ප කලාපයට පිවිසීම, සංශුද්ධ ද්‍රවවලට සාපේක්ෂව අපහසු වේ. ද්‍රව මිශ්‍රණයේ ඇති ශක්තිමත් අන්තර්-අණුක බල බිඳ දැමීම සඳහා අමතර ශක්තියක් ලබා දිය යුතු බැවින්, මෙවැනි මිශ්‍රණවලට සංශුද්ධ ද්‍රව දෙකට ම වඩා ඉහළ තාපාංකයක් ඇත. එබැවින් 2.48 (b) රූපයේ පරිදි සංයුතිය අනුව තාපාංකයේ විචලනය දක්වෙන වක්‍රය, සංශුද්ධ ද්‍රවවල තාපාංකවලට සාපේක්ෂව ඉහළ තාපාංකයක් හරහා ගමන් කරයි. උදාහරණ වශයෙන් නයිට්‍රික් අම්ලය හා ජලය අඩංගු මිශ්‍රණයක උපරිම තාපාංකය 120.5 ^{0}C වන අතර ඒ අවස්ථාවේ දී ස්කන්ධය අනුව නයිට්‍රික් අම්ලය 68%ක් මිශ්‍රණයේ අඩංගු වේ. මේ අගය, සංශුද්ධ නයිට්‍රික් අම්ලයේ තාපාංකය වන 86 ^{0}C හා සංශුද්ධ ජලයේ තාපාංකය වන 100 ^{0}C යන අගයන් සමඟ සැසඳීමට හැකි වේ. තාපාංකවල මෙවැනි විශාල වෙනසක් ඇති වීමට හේතුව පෙර සඳහන් කළ පරිදි ද්‍රවණය නව අයන-ද්විධ්‍රැව ආකර්ෂණ බල ඇති වීම බව පහසුවෙන් වටහා ගත හැකි වේ.

භාගික ආසවනය

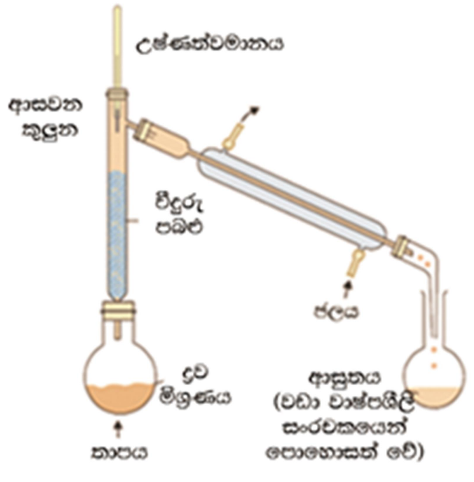
2.49 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ද්‍රව කලාපයේ C_1 සංයුතිය ඇති මිශ්‍රණයට අදාළ වාෂ්පය එකතු කර ඝනීභවනය කළ හොත් C_2 සංයුතිය ඇති නව ද්‍රව මිශ්‍රණයක් ලබේ. මේ නව ද්‍රවය නැවත නැටවුව හොත්, එය T_2 යන නව උෂ්ණත්වයේ දී තාපාංකයට එළඹෙන අතර, නටන ද්‍රවයට ඉහළින් ඇති වාෂ්පයේ සංයුතිය C_3 වේ. එය 2.49 රූපයේ දක්වා ඇත. C_3 සංයුතිය ඇති වාෂ්පය, සංශුද්ධ Aවලට ආසන්න වී ඇති බව ඔබට පෙනෙනු ඇත. ඒ නිසා, වාෂ්පය ඝනීභවනය කිරීම, එමඟින් ලැබෙන ආස්‍රැතය නැවත නැටවීම යන ක්‍රියාවලිය නැවත නැවත සිදු කළ හොත් නිතැතින් ම වාෂ්පය සංශුද්ධ A බවට පත් වේ. මේ ක්‍රියාවලිය ද්‍රව මිශ්‍රණයකින්

සංශුද්ධ ද්‍රව වෙන් කර ගැනීමට භාවිත වන **භාගික ආසවනය** යන තාක්ෂණික ක්‍රියාවලියේ පදනම වේ.



2.49 රූපය භාගික ආසවන සංකල්පය

2.49 රූපයෙන් විස්තර වන පරිදි වාෂ්පය ඝනීභවනය කිරීම, එය නැවත නැටවීම යන ක්‍රියාවලිය නොකඩවා සිදු කළ හොත්, C_3 සංයුතිය ඇති ද්‍රවය නැටවීමෙන් ලැබෙන වාෂ්පය, වඩා වාෂ්පශීලි සංඝටකය වන Aවලින් තවදුරටත් පොහොසත් වේ. එබැවින් ද්‍රව කලාපයේ සංයුතිය ද බොහෝ දුරට සංශුද්ධ B බවට පත් වේ. මේ අනුව, *ද්‍රවය නැටවීම-ඝනීභවනය-නැවත නැටවීම යන ක්‍රියාකාරිත්වය අනුයාත ලෙස සිදු කළ හොත් ද්‍රව මිශ්‍රණයේ වඩා වාෂ්පශීලි සංරචකය වෙන් කර ගත හැකි බව* අපට දැක ගත හැකි ය. කෙසේ වුවත්, මේ ක්‍රියාවලිය කාලය අපතේ යන එකක් බැවින්, කාර්මික භාවිත සඳහා මෙයට වඩා ඉහළ කාර්යක්ෂමතාවකින් සිදු කිරීම අවශ්‍ය වේ. තව ද එමගින් ඉහළ තාපාංකය සහිත ද්‍රවය වෙන් කර ගන්නේ කෙසේ දැයි පැහැදිලි නැත. මේ ඝනීභවනය හා නැවත නැටවීම යන ක්‍රියාවලිය ස්වයංක්‍රීයව සිදු කර, මේ බාධකය ඉවත් කිරීම සඳහා ආසවන කලුනු භාවිත වේ. ආසවන කුලුනක් යොදා ගනිමින් භාගික ආසවනය සිදු කිරීමට භාවිත කරන සම්පූර්ණ ඇටවුමක රූප සටහනක් 2.50 රූපයේ දැක්වේ.



2.50 රූපය ආසවන කුලුනක් යොදා ගනිමින් භාගික ආසවනය සිදු කිරීමට භාවිත කරන සම්පූර්ණ ඇටවුමක රූපසටහන

වාෂ්පය ඝනීභවනය වීමට පහසු වීම සඳහා ආසවන කුලුන වීදුරු පබළු හෝ කැබලිවලින් පුරවා ඇත. මේවා මඟින් ඉහළ නගින උණුසුම් වාෂ්පය සමග ස්පර්ශ වීම සඳහා, ඝනීභවනය වී පහළට වැටෙන ද්‍රවයට ඉහළ පෘෂ්ඨීය ක්ෂේත්‍රඵලයක් ලබා දෙන අතර නැටීම, ඝනීභවනය යන චක්‍රීකරණ ක්‍රියාවලිය කාර්යක්ෂමව සිදු කරයි. උෂ්ණත්වමානයේ බල්බය හරියට ම ආසවන බඳුනේ කුලුනේ පිටාර විවරය අසල තබා ඇති අතර ආසවන කුලුන ජල-සිසිලන කන්ඩෙන්සරයකට සම්බන්ධ කර ඇත.

C_1 සංයුතිය ඇති මිශ්‍රණයේ නැටීම සලකා බලමු.

වාෂ්පය විශ්ලේෂණය කිරීමෙන්,
නටන ද්‍රවයට ඉහළින් ඇති වාෂ්පය අඩු තාපාංකයක් ඇති වඩාත් වාෂ්පශීලී ද්‍රවයෙන් පොහොසත් බවත්, ඒ වාෂ්පය C_2 සංයුතියෙන් යුක්ත බවත් අපි දනිමු (2.49 රූපය). දැන් සැදුණු වාෂ්පය ආසවන කුලුන දිගේ ඉහළ නගින අතර, එය ඝනීභවනය වීමට තරම් සෑහෙන අඩු උෂ්ණත්වයක් ඇති උසකට ඉහළ නැගුණු විට, නිතැතින් ම වීදුරු පබළු/ කැබලි මත දී ද්‍රව බවට පත් වේ. ඉන් ලැබෙන ආස්‍රැතයේ ද සංයුතිය C_2 ම වේ. ඝනීභවනය වූ වාෂ්පය කුලුන ඔස්සේ පහළට වැටෙන විට, ඉහළට ගමන් කරන උණුසුම් වාෂ්පය සමග ගැටේ. දැන් උණුසුම් වාෂ්පය සමග මිශ්‍ර වන පහළට වැටෙන ද්‍රවය, නැවතත් වාෂ්ප වීමට එය හේතු වේ.

C_3සංයුතිය ඇති වාෂ්පය සලකන්න. ඉහත විස්තර කර ඇති පරිදි, මේ නව වාෂ්පය ඝනීභවනය වීමට තරම් අඩු උෂ්ණත්වයක් ලැබෙන තෙක් ආසවන කුලුන දිගේ ඉහළ නගී. ඉක්බිති, මුළු ක්‍රියාවලියම නිතැතින්ම නැවත නැවත සිදු වේ. වාෂ්පය ඝනීභවනය වන සෑම වාරයක් පාසා ම වීදුරු පබළු අතරින් ඒ ද්‍රවය පහළට වැටෙන බව අපට පෙනී යයි. එම ද්‍රවය ඉහළ නැගෙන උණුසුම් වාෂ්පය සමග ගැටීමෙන් නැවතත් වාෂ්ප වී, වඩාත් වාෂ්පශීලී සංරචකය වන Aවලින් පොහොසත් වාෂ්පයක් වට පත් වේ. ද්‍රව දෙකෙහි තාපාංක ඉතා ආසන්න නම් අපට වඩාත් දිගින් වැඩි ආසවන කුලුනු අවශ්‍ය වේ.

ද්‍රවය විශ්ලේෂණය කිරීම
වාෂ්පය, වඩාත් වාෂ්පශීලී ද්‍රවය වන Aවලින් පොහොසත් වන බැවින්, ප්ලාස්කුව තුළ ඉතිරි ද්‍රාවණය අනෙක් සංරචකය වන Bවලින් පොහොසත් වේ. මේ පුනරාවර්තන ක්‍රියාවලියේ දී එනම්, නැටවීම, ඝනීභවනය හා පහළට වැටෙන ඝනීභවනය වන ද්‍රවය නිරන්තර උණුසුම් වාෂ්පය මඟින් නැවත නැටීම යන ක්‍රියාවලියේ සෑම පියවරක් පාසා ම ද්‍රව කලාපය අඩු වාෂ්පශීලිතාවක් ඇති සංරචකයෙන් පොහොසත් වීම සිදු වේ.

මේ නිසා කාලය ගත වීමේ දී A සංරචකය කුලුනේ ඉහළ විවරයෙන් එළියට පැමිණ කන්ඩෙන්සරයට ඇතුළු වන විට ප්ලාස්කුවේ ඇති ද්‍රවය වඩ වඩාත් Bවලින් පොහොසත් වේ. උෂ්ණත්වය ප්‍රවේශමෙන් පාලනය කිරීමෙන් අඩු තාපාංකයක් ඇති A සංරචකය ආස්‍රැතය බවට පත් වන අතර, මුල් ආසවන ප්ලාස්කුව තුළ B ද්‍රව්‍ය ඉතිරි වේ.

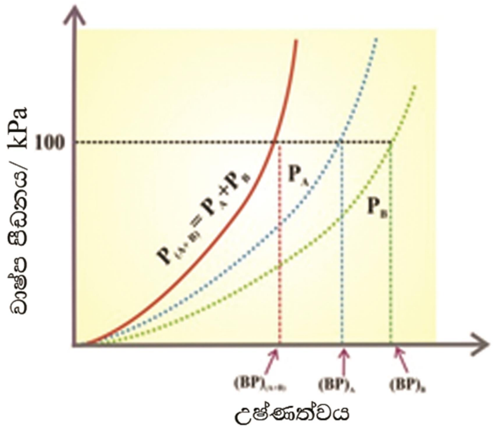
2.6.2 අමිශ්‍ර ද්‍රව-ද්‍රව පද්ධති
දී ඇති උෂ්ණත්වයේ දී හා පීඩනයක දී එකිනෙක මිශ්‍ර වී, තනි කලාපයක් බවට පත් නොවන ද්‍රව අමිශ්‍ර ද්‍රව වේ. මේ සඳහා නිදසුනක් ලෙස ජලය සහ තෙල් මිශ්‍රණයක් ගත හැකි අතර තෙල්, ජලය මත පා වේ. එබැවින් අමිශ්‍ර ද්‍රව දෙකක් එකට එකතු කළ විට, වැඩි ඝනත්වයක් ඇති ද්‍රවය පහළ ස්තරය ලෙස ද අනෙක් ද්‍රවය එය මත පාවන ලෙස ද, ස්තර දෙකකට වෙන් වන බව අපට වටහා ගත හැකි වේ. මෙවැනි අවස්ථාවල දී සංවෘත බඳුනක් තුළ ද්‍රව දෙක

නිශ්චලව පවතින්නේ නම් සහ ද්‍රව දෙකෙහි අණු අතර අන්තර්-අණුක බල නැති නම් පද්ධතියේ වාෂ්ප පීඩනය වන්නේ, උඩ පාවන ද්‍රවයේ වාෂ්ප පීඩනය ම වේ. හේතුව, පහළ ඇති ද්‍රවයේ අණුවලට මතුපිටට ඒමට හැකියාවක් නැති වීමයි.

මේ මිශ්‍රණය කැලතීමෙන් හෝ නිශ්චල අවස්ථාව කැලඹීමට ලක් කිරීමෙන්, ද්‍රව දෙක කුඩා බිඳිති බවට බිඳී ඇතැයි සිතමු. එවිට එහි සමතුලිතතාවට ළඟා වීමට ප්‍රමාද වූවත්, ඉහළ ස්තරයේ තිබූ ද්‍රවය මඟින් පහළ ස්තරයේ ඇති ද්‍රවය වාෂ්ප වීම කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති නොවේ. එවිට ඕනෑ ම අවස්ථාවක දී ද්‍රවය මතුපිට ද්‍රව දෙකෙහි ම බිඳිති ඇති අතර, මිශ්‍රණයේ සමස්ත වාෂ්ප පීඩනය කෙරෙහි, ද්‍රව දෙක ම දායක වන බව ඉන් දැක්වේ.

ද්‍රව දෙක ම, ඒවායේ වායු කලාපයේ ඇති ස්වකීය වායු අණු සමඟ සමතුලිතව ඇති බව ද සමස්ත පීඩනය කෙරෙහි ද්‍රව දෙකෙහි ම වාෂ්ප දායක වන බව ද සිතිය හැකි වේ. එනිසා පද්ධතියේ සමස්ත පීඩනය, සංරචකවල ආංශික පීඩනවල එකතුවට සමාන විය යුතු ය. සංරචක ද්‍රව දෙක A හා B ලෙස සැලකූ විට,

$$p_T = p^\circ_A + p^\circ_B$$



2.51 රූපය සම්පූර්ණයෙන් අමිශ්‍ර ද්‍රව-ද්‍රව පද්ධතියක වාෂ්ප පීඩන විචලනය

2.51 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ද්‍රව දෙක අමිශ්‍ර නම් උෂ්ණත්වය අනුව ඒවායේ වාෂ්ප පීඩනයෙහි විචලනය එකිනෙකින් ස්වායත්ත වේ. ආංශික පීඩන දෙකෙහි එකතුව දැක්වෙන වක්‍රය, 100 kpa රේඛාව ඡේදනය කරන්නේ, සංශුද්ධ A හා B හි තාපාංකවලට වඩා අඩු තාපාංකයක දී ය. එබැවින් මේ අමිශ්‍ර ද්‍රවවල තාපාංකය, සංශුද්ධ ද්‍රව දෙකෙහි ම තාපාංකයට වඩා අඩු අගයක් ගැනීම ඉතා වැදගත් බව සිහි තබා ගත යුතු ය.

මේ මූලධර්මය, උෂ්ණත්වය කෙරෙහි සංවේදී වන සංයෝග සංශුද්ධ කර ගැනීම සඳහා ප්‍රයෝජනවත් වේ. විශේෂයෙන්, ඒවායේ තාපාංක අසල දී වියෝජනය වන සංයෝග වෙන් කර ගැනීමට වැදගත් වේ.

ඉහත සංරචක දෙකෙහි තාපාංකවලට වඩා අඩු උෂ්ණත්වයක දී මිශ්‍රණය නටන බැවින් ඉහළ තාපාංක ඇති ද්‍රව හුමාල ආසවනය මඟින් වෙන් කර ගැනීම පහසු වේ.

උදාහරණයක් වශයෙන් පෙනිල් ඇමයින්, එහි සාමාන්‍ය තාපාංකය වන 184 °Cහි දී ශීඝ්‍රයෙන් ඔක්සිකරණය වේ.

කෙසේ වුව ද පෙනිල් ඇමයින් සහ ජලය මිශ්‍රණයක් 100 °C ට අඩු උෂ්ණත්වයේ දී නටයි. 2.51 රූපය අවබෝධ කර ගැනීමෙන් පසු මේ මිශ්‍රණය ගැන මෙසේ සලකා බැලිය හැකි ය.

98 °C දී ද්‍රව දෙකෙහි සන්තෘප්ත වාෂ්ප පීඩන පහත පරිදි වේ.

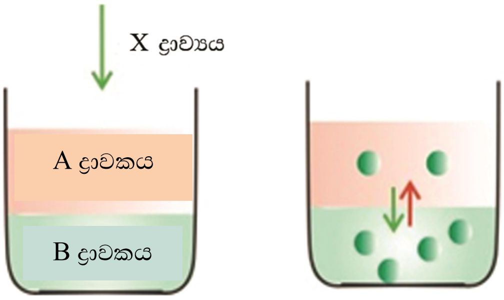
පෙනිල් ඇමයින්	7.07 kPa
ජලය	94.3 kPa

මිශ්‍රණයේ මුළු වාෂ්ප පීඩනය 101.37 kPa වන අතර, එය සාමාන්‍ය බාහිර පීඩනයට වඩා ස්වල්පයක් වැඩි වේ. එබැවින් මිශ්‍රණය 98 °Cට වඩා මඳක් අඩු උෂ්ණත්වයක දී, එනම් ජලයේ තාපාංකය වන 100 °C වඩා අඩු උෂ්ණත්වයක දී නටයි. තව ද එය පෙනිල් ඇමයින්හි තාපාංකය වන 184 °Cට වඩා බෙහෙවින් අඩු ය.

එබැවින් හුමාල ආසවනය මඟින් මේ සංයෝගය පහසුවෙන් මිශ්‍රණයෙන් වෙන් කර ගත හැකි ය. මේ ක්‍රියා පටිපාටියේ දී රත් වූ මිශ්‍රණය තුළින් නොකඩවා හුමාලය යැවිය යුතු වන අතර වාෂ්පය ජල සිසිලන කන්ඩෙන්සරයක් තුළින් යවා ඝනීභවනය කර ගත යුතු ය. ඉන් පසු සංශුද්ධ සංරචකයේ ඝනීභවනය වූ වාෂ්ප බඳුනකට එකතු කර ගත යුතු ය. හුමාල ආසවන තාක්ෂණය යොදා ගත හැක්කේ ජලයේ අමිශ්‍ර හෝ අද්‍රාව්‍ය, ඉහළ අණුක ස්කන්ධයක් සහිත, 100 °C අවට දී ඉහළ වාෂ්ප පීඩනයක් ඇති, සලකන තත්ත්ව යටතේ අවාෂ්පශීලි අපද්‍රව්‍ය පමණක් අඩංගු ද්‍රව්‍යයක් වෙන් කර ගැනීමට/ සංශුද්ධ කර ගැනීමට බව මතක තබා ගත යුතු ය.

2.7 විභාග/ ව්‍යාප්ති සංගුණකය

A හා B නම් අමිශ්‍ර ද්‍රාවක දෙකක් බීකරයක දමා ඇති විට ඒවා මිශ්‍ර නොවන අතර, ස්තර දෙකකට වෙන් වේ. නියත උෂ්ණත්වයේ දී, එක ම අණුක ආකාරයේ පවතින හා ප්‍රතික්‍රියා නොකරන, ද්‍රාවක දෙකෙහි ම දියවන X නම් ද්‍රාව්‍යය එකතු කළ විට හා පද්ධතිය හොඳින් සෙලවූ විට, දියවන X නම් ද්‍රාව්‍යය එක් එක් ද්‍රාවකය තුළ ද්‍රාව්‍යතාවට අනුව ද්‍රාවක දෙකෙහි ම දිය වේ. ද්‍රාවක දෙක අතර ද්‍රාව්‍යයේ ව්‍යාප්තිය හෝ වෙන් වීම ලෙස මෙය තවදුරටත් විස්තර කළ හැකි ය. පද්ධතිය සමතුලිත වීමට ඉඩහළ විට, ද්‍රාවක ස්තර දෙක වෙන් වන අතර X ද්‍රාව්‍යයේ අණු ද්‍රාවක දෙක අතර මායිම තුළින් එහා මෙහා ගමන් කරයි. අවසානයේ දී ගතික සමතුලිතතාවට පත් වන අතර, එක් එක් ස්තරයේ X හි සාන්ද්‍රණය නියතව පවතී.



2.52 රූපය A හා B ද්‍රාවක දෙක අතර X යන ද්‍රාව්‍යයේ ව්‍යාප්තිය

ඒ උෂ්ණත්වයේ දී ම X නම් ද්‍රාව්‍යය පද්ධතියට වැඩිපුර එක් කළ විට නියත උෂ්ණත්වයේ දී ස්තර අතර ද්‍රාව්‍යයේ සාන්ද්‍රණ අනුපාතය එක ම වන ලෙස ද්‍රාව්‍යය ව්‍යාප්ත වේ. එබැවින් නියත උෂ්ණත්වයේ දී, පද්ධතිය සඳහා සමතුලිතතා නියතය පහත ආකාරයට ලිවිය හැකි ය.

$$\frac{\text{A තුළ X හි සාන්ද්‍රණය}}{\text{B තුළ X හි සාන්ද්‍රණය}} = \text{නියතයකි}$$

එනම්,
නියත උෂ්ණත්වයේ දී X නම් ද්‍රාව්‍යය, A හා B නම් අමිශ්‍ර ද්‍රාවක දෙකක් තුළ ව්‍යාප්ත වීමේ දී ද්‍රාවක දෙක තුළ ම X සමාන අණුක තත්ත්වයකින් පවතින විට,

$$\frac{[\mathrm{X_A}]}{[\mathrm{X_B}]} = K_\mathrm{D}$$

K_D නියතය ව්‍යාප්ති සංගුණකය හෝ විභාග සංගුණකය හෝ ව්‍යාප්ති අනුපාතය වේ.

නියත උෂ්ණත්වයේ දී, අමිශ්‍ර ද්‍රාවක දෙකක් සමඟ යම් ද්‍රාව්‍යයක් සෙලවූ විට, සමතුලිත අවස්ථාවේ දී, ද්‍රාවක දෙක ම ද්‍රාව්‍යයෙන් සන්තෘප්තව පවතී. තව ද ද්‍රව්‍යතාව, සාන්ද්‍රණය ද නිරූපණය කරන බැවින්, ව්‍යාප්ත නියමය මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$\frac{[\mathrm{X_A}]}{[\mathrm{X_B}]} = \frac{S(\mathrm{X})_\mathrm{A}}{S(\mathrm{X})_\mathrm{B}} = K_\mathrm{D}$$

$S(X)_A$ හා $S(X)_A$ යනු ද්‍රාවක දෙක තුළ ද්‍රාව්‍යයේ ද්‍රාව්‍යතාවයි. එබැවින්, ව්‍යාප්ති සංගුණකය K_D දන්නා විට, හා එක් ද්‍රාවකයක් තුළ ද්‍රාව්‍යයේ ද්‍රාව්‍යතාව දන්නා විට, දෙවන ද්‍රාවකය තුළ ද්‍රාව්‍යයේ ද්‍රාව්‍යතාව ගණනය කළ හැකි ය.

2.46 නිදසුන

X සණය 25 ^{0}C පවතින බෙන්සීන් හා ජලය මිශ්‍රණයට එක් කරන ලදි. හොඳින් සෙලවූ විට හා සමතුලිත අවස්ථාවට පත් වූ විට, බෙන්සීන් ස්තරයේ 20.00 cm^{3}ක X 0.20 g ඇති බවත්, ජලය ස්තරයේ 100.00 cm^3 ක X 0.40 g ඇති බවත් සොයා ගන්නා ලදි. ද්‍රාවක දෙකෙහි ම X එහි සාමාන්‍ය අණුක ස්කන්ධයෙන් පවතී. K_D ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

බෙන්සීන් තුළ X හි සාන්ද්‍රණය, $C_b = \dfrac{0.20\ \text{g}}{20.00\ \text{cm}^3} = 1.0 \times 10^{-2}\ \text{g cm}^{-3}$

ජලය තුළ X හි සාන්ද්‍රණය, $C_w = \dfrac{0.40\ \text{g}}{100.00\ \text{cm}^3} = 4.0 \times 10^{-3}\text{g cm}^{-3}$

$$\therefore\ K_D = \frac{C_b}{C_w} = \frac{1.0 \times 10^{-2}\ \text{g cm}^{-3}}{4.0 \times 10^{-3}\text{g cm}^{-3}} = 2.5$$

සටහන: සෑම විට ම සාන්ද්‍රණය mol dm^{-3}වලින් සෙවීම අවශ්‍ය නො වේ. K_D යනු මාන රහිත රාශියක් වන බැවින්, ඒකක එකිනෙකින් අහෝසි වේ. සාන්ද්‍රණ දෙකෙහි ම එක ම ඒකක පැවතිය යුතු බව මතක තබා ගැනීම වැදගත් වේ.

2.47 නිදසුන

25^{0}C දී 0.05 g dm^{-3} අඩංගු ජලීය අයඩින් ද්‍රාවණයක්, 4.00 g dm^{-3} අඩංගු කාබන් ටෙට්‍රාක්ලෝරයිඩ් ජලීය ද්‍රාවණයක් හා සමතුලිත ව පවතී. දී ජලය තුළ අයඩින්වල ද්‍රාව්‍යතාව 0.40 g dm^{-3} වේ. කාබන් ටෙට්‍රාක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණය තුළ අයඩින්වල ද්‍රාව්‍යතාව සොයන්න.

පිළිතුර

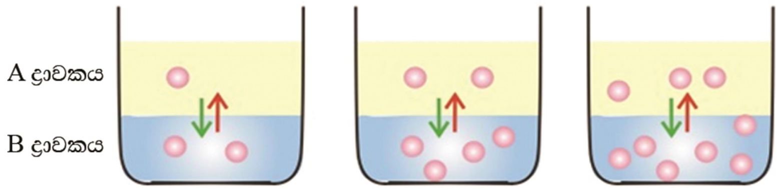
$$K_D = \frac{C_{CCl_4}}{C_{H_2O}} = \frac{4.00\ \text{g dm}^{-3}}{0.05\ \text{g dm}^{-3}} = 80$$

$$\therefore\ \frac{(Solubility)_{CCl_4}}{(Solubility)_{H_2O}} = \frac{(Solubility)_{CC\ 4}}{0.40\ \text{g dm}^{-3}} = 80$$

$$\therefore\ (Solubility)_{CCl_4} = 32.00\ \text{g dm}^{-3}$$

නියත උෂ්ණත්වයේ දී K_D නියතයක් බව තේරුම් ගැනීම

ගතික සමතුලිතතාවේ පවතින X නම් ද්‍රාව්‍යය ව්‍යාප්ත වී ඇති පද්ධතියක් සැලකීමේ දී, A ද්‍රාවකයේ සිට B ද්‍රාවකයට X අණු ගමන් කිරීමේ වේගය (r_1) A තුළ එහි සාන්ද්‍රණයට (C_1) අනුලෝමව සමානුපාතික වේ. B ද්‍රාවකයේ සිට A ද්‍රාවකයට X අණු ගමන් කිරීමේ වේගය (r_2) B තුළ එහි සාන්ද්‍රණයට (C_2) අනුලෝමව සමානුපාතික වේ. නියත උෂ්ණත්වයේ දී, සමතුලිතව පවතින විට, එක් ද්‍රාවකයක සිට අනෙක් ද්‍රාවකයට ද්‍රාව්‍යය ගමන් කිරීමේ වේගය සමාන වේ.



2.53 රූපය K_D නියතව තබා ගැනීමට, නියත උෂ්ණත්වයේ දී, X ද්‍රාව්‍යයේ ව්‍යාප්තිය වැඩි කර ගැනීම

එබැවින්,

$r_1 \alpha C_1$ හා $r_2 \alpha C_2$

$\therefore r_1 = k_1C_1$ හා $r_2 = k_2C_2$

k_1 හා k_2 වේග නියත වේ.

සමතුලිත අවස්ථාවේ දී

$r_1 = r_2$ එබැවින්, $k_1C_1 = k_2C_2$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{k_2}{k_1} = K_D$$

සාමාන්‍යයෙන් මේ ව්‍යාප්ත නියමය යෙදීමට පහත තත්ත්ව අවශ්‍ය වේ.

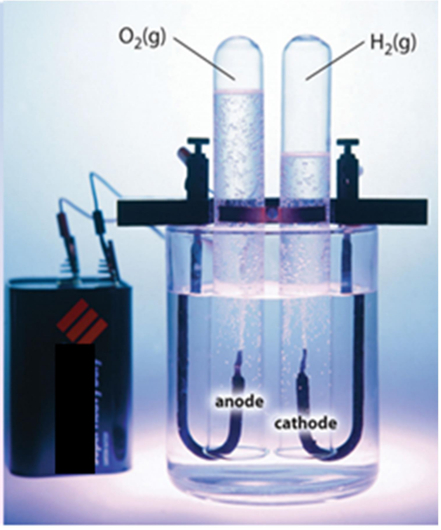
(i) නියත උෂ්ණත්වය: පරීක්ෂණය සිදු කරන කාලය තුළ දී උෂ්ණත්වය නියතව පැවතිය යුතු ය.

(ii) එක ම අණුක ස්වභාවය: ද්‍රාවකදෙක තුළ ද්‍රාව්‍යයේ අණුක ස්වභාවය එක ම විය යුතු ය.

(iii) සමතුලිත සාන්ද්‍රණ: සමතුලිත අවස්ථාවට එළඹුණු පසු, ද්‍රාව්‍යයේ සාන්ද්‍රණය මැන ගැනීම හෝ නිමානය කිරීම කළ යුතු ය.

(iv) තනුක ද්‍රාවණ: ද්‍රාවක දෙකෙහි ම ද්‍රාව්‍යයේ සාන්ද්‍රණ අඩු විය යුතු ය. සාන්ද්‍රණ වැඩි වන විට මේ නියම යෙදිය නොහැකි ය.

(v) ද්‍රාවක අමිශ්‍ර විය යුතු ය.



3. විද්‍යුත් රසායනය

අන්තර්ගතය

3.1 සන්නායකතාව
3.1.1 ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

3.2 සමතුලිතතාවේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.1 ලෝහ-ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.2 ලෝහ අද්‍රාව්‍ය ලවණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.3 වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.4 රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

3.3 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ
3.3.1 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක් නිර්මාණය කිරීම
3.3.2 ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය කෙරෙහි බලපාන සාධක
3.3.3 විවිධ විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ වර්ග

3.4 විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.1 ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.2 තඹ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.3 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.4 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.5 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා විලීන සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.6 විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක ආකාරය
3.4.7 ගැල්වානි කෝෂ හා විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ සංසන්දනය

හැඳින්වීම

විද්‍යුත් රසායනය යනු විද්‍යුතය නිපදවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා ආශ්‍රිතව, රසායනික ශක්තිය හා විද්‍යුත් ශක්තිය අන්‍යොන්‍ය ලෙස හුවමාරු වීම පිළිබඳ අධ්‍යයනයකි. ස්වයංසිද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවකින් නිදහස්වන ශක්තිය විද්‍යුතය හා/ හෝ විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වී ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කර ලීමට භාවිත කෙරේ. මේ විශේෂිත පද්ධතිවලදී ඉලෙක්ට්‍රෝන හුවමාරුව සිදු වන්නේ ප්‍රධාන වශයෙන් ම ඔක්සිකරණ/ ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා (රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියා) ලෙස නම් කරන ප්‍රතික්‍රියා යුගලයක් මඟිනි. රසායනික ප්‍රභේදයකින් ඉලෙක්ට්‍රෝන එකක් හෝ කීපයක් මුදා හැරීම ඔක්සිකරණයක් වන අතර, ඉලෙක්ට්‍රෝන එකක් හෝ කීපයක් ලබා ගැනීම ඔක්සිහරණයකි. රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියාවක දී ඔක්සිකරණය හා ඔක්සිහරණය වන යුගලයක් සම්බන්ධ කළ විට ඔක්සිකෘත ප්‍රභේදයේ (ඔක්සිහාරකයා) සිට ඔක්සිහරිත ප්‍රභේදය (ඔක්සිකාරකයා) වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට ගමන් කළ හැකි ය. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහය, ගැල්වානි කෝෂවල දී ප්‍රතික්‍රියාවක් මඟින් ස්වයංසිද්ධව ජනනයකළ හැකි අතර, එය විද්‍යුතය බවට පරිවර්තනය වේ. එසේ ම විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂවල දී බාහිර විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් මඟින් විද්‍යුත් ධාරාවක් යැවීමෙන් ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කර ලීමට තැත් කළ හැකි ය. විද්‍යුත් රසායනයේ දී රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියාවල මූලික කරුණු, ගැල්වානි කෝෂ, විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ සහ විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ යෙදීම් මෙම ඒකකයේ දී විස්තර කරනු ලැබේ.

3.1 සන්නායකතාව (Conductivity)

එදිනෙදා ජීවිතයේ දී අපට කඩදාසි, ලී, වීදුරු, ප්ලාස්ටික්, රබර්, ලෝහ හා සංයුක්ත ද්‍රව්‍ය (විවිධ වර්ගයේ ද්‍රව්‍ය අඩංගු මිශ්‍රණයක්) වැනි විවිධ දෑ අප භාවිතයට ගනී. මේ ද්‍රව්‍යවලට විවිධ ගුණ ඇති අතර, ඒ හේතුවෙන් විවිධ භාවිත ඇත. යම් ද්‍රව්‍යයක් තුළින් විද්‍යුතය ගමන් කිරීමට ඇති හැකියාව, එවැනි වැදගත් ගුණයකි. ද්‍රාවණයක විද්‍යුත් සන්නායකතාව ගැන සලකා බැලීමට ප්‍රථම අප විසින් පද කිහිපයක් අර්ථකථනය කළ යුතුව ඇත. විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය, R යන සංකේතයෙන් නිරූපණය වන අතර, එය මනිනු ලබන්නේ ඕම් (Ω) යන ඒකකයෙනි. අන්තර්ජාතික ඒකක ක්‍රමයට (SI ඒකක) අනුව ඕම් යන්න kg m^2 යන්නට සමාන වේ. විස්ටන් සේතුවක ආධාරයෙන් මෙය මැන ගත හැකි ය. ඕනෑ ම වස්තුවක විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය එහි දිගට (l) අනුලෝමව සමානුපාතික වන අතර, එහි වර්ගඵලයට (A) ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වේ.

එනම්,

$$R \propto l \text{ සහ } R \propto \frac{1}{A}$$

$$\text{එමනිසා, } R \propto \frac{l}{A}$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

සමානුපාතික නියතය වන $\boldsymbol{\rho}$ (රෝ) ප්‍රතිරෝධකතාව (**resistivity**) (විශිෂ්ට ප්‍රතිරෝධය) ලෙස හැඳින්වේ. එහි SI ඒකක Ω m වන අතර, Ω cm යන ඒකකය ද බහුලව භාවිත වේ. භෞතිකව මීටර් එකක් දිග, වර්ගමීටර් එකක (1 m^2) හරස්කඩ වර්ගඵලයක් ඇති ද්‍රව්‍යයක ප්‍රතිරෝධය, ප්‍රතිරෝධකතාව ලෙස ගත හැකි ය. මේ අනුව 1 Ω m = 100 Ω cm වේ.

ප්‍රතිරෝධයේ (R) පරස්පරය, සන්නයනතාව **conductance (G)** වේ.

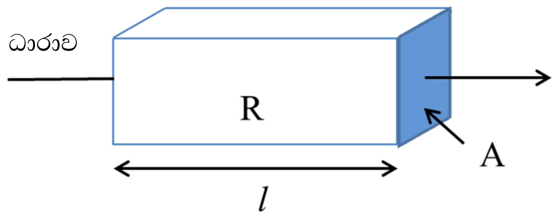
$$\text{සන්නයනතාව}(\boldsymbol{G}) = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{R}} \text{ යන සම්බන්ධතාව අපට ලැබේ.}$$

සන්නයනතාවේ SI ඒකකය සීමන්ස් වන අතර එය ‘S’ යන සංකේතයෙන් දැක්වේ. එය ohm^{-1} (mho ලෙස ද භාවිත වේ) හෝ Ω^{-1} යන්නට සමාන වේ.

වැඩිදුරටත් මෙසේ ද ලිවිය හැකි ය.

$$\text{සන්නයනතාව } (\boldsymbol{G}) = \frac{1}{R} = \frac{A}{\rho l} = \kappa\frac{A}{l}$$

ප්‍රතිරෝධකතාවේ පරස්පරය, $\frac{1}{\rho} = \kappa$, යන්න **සන්නායකතාව (conductivity)** (විශිෂ්ට සන්නයනතාව) ලෙස හැඳින්වේ. එය κ යන සංකේතයෙන් (ග්‍රීක්, kappa) දැක්වේ. සන්නයනතාවේ SI ඒකකය $S\ m^{-1}$ වේ. එහෙත් $S\ cm^{-1}$ යන ඒකකය ද බහුලව භාවිත වේ. මීටර් එකක (1m) දිගක් ඇති වර්ග මීටර් එකක (1 m^2) හරස්කඩ ක්ෂේත්‍රඵලයක් ඇති ද්‍රව්‍යයක සන්නයනතාව, එහි සන්නායකතාව වේ. එසේ ම $1\ S\ cm^{-1} = 100\ S\ m^{-1}$ බව සලකන්න.



13.1 රූපය ප්‍රතිරෝධය හා ප්‍රතිරෝධකතාව

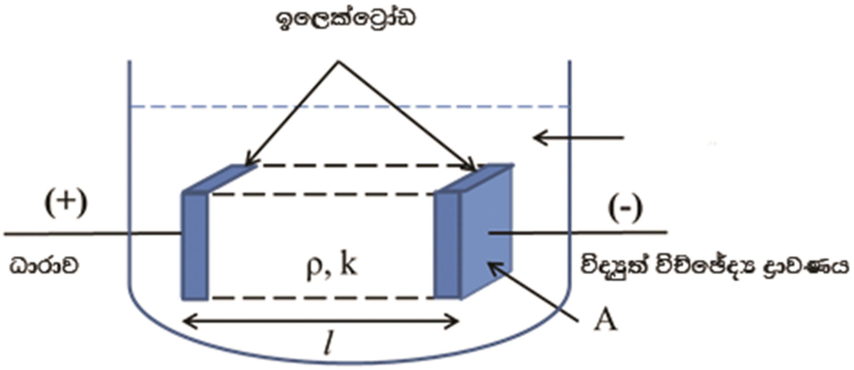
සන්නායකතාව හා ප්‍රතිරෝධකතාව ඒ ද්‍රව්‍යයට (ලෝහයට හෝ දන්නා සාන්ද්‍රණයක් ඇති අයනික ද්‍රාවණයකට) ආවේණික වූ නියතයන් වේ. කෙසේ වුව ද සන්නායකතාව හෝ ප්‍රතිරෝධකතාව උෂ්ණත්වය අනුව වෙනස් වන නිසා ඒවා මනින උෂ්ණත්වය සඳහන් කිරීම වැදගත් වේ. සාමාන්‍යයෙන් ද්‍රාවණයක උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක එකකින් වෙනස් වන විට සන්නායකතාව 2%ක ප්‍රමාණයකින් වෙනස් වන බව නිරීක්ෂණය කර ඇත.

ලෝහ වැනි ද්‍රව්‍යවල අඩංගු ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහය හේතුවෙන් ඒ තුළින් විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය. එවැනි ද්‍රව්‍ය **විද්‍යුත් සන්නායක** ලෙස හැඳින්වේ. එමෙන් ම ද්‍රාවණයක හෝ විලීන ද්‍රවයක අඩංගු අයන ප්‍රවාහය හේතුවෙන් ද විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය. මේවා **අයනික සන්නායක** ලෙස හැඳින්වේ. එබැවින් ද්‍රව්‍යයක් තුළින් විද්‍යුතය ගමන් කිරීමට නම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ගමන් කළ හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන (සිදුරු හෝ ධන ආරෝපණ) හෝ අයන පැවතිය යුතුය.

ද්‍රාවණ, **ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය, දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය සහ විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍යය (පරිවාරක)** ලෙස වර්ග කළ හැකි ය. ද්‍රාවණයක දී පූර්ණව අයනීකරණය වන ප්‍රබල අම්ල/ ප්‍රබල භස්ම සහ අයනික සංයෝග **ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය** ලෙස සැලකේ. මෙවැනි ද්‍රාවණවල ඇති අයන සාන්ද්‍රණය, භාවිත කළ ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ සාන්ද්‍රණයට සමානුපාතික වේ. NaCl, KNO_3, HCl, NaOH වැනි ද්‍රව්‍යවල ජලීය ද්‍රාවණ ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය සඳහා නිදසුන් වේ. ජලීය ද්‍රාවණයේ දී භාගිකව අයනීකරණය වන ද්‍රව්‍ය **දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය** ලෙස හැඳින්වේ. CH_3COOH, NH_3, H_2O වැනි දුබල බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ල හා භස්ම දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය සඳහා නිදසුන් වේ. අනෙක් වර්ගය වන්නේ ජලීය මාධ්‍යයක දී අයන සෑදිය නොහැකි ද්‍රව්‍යයි. ඒවා **විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍ය** හෝ **පරිවාරක** ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර, ඒවා විද්‍යුතය සන්නයනය

නොකරයි. බෙන්සීන් (C_6H_6) හා භූමිතෙල් වැනි අධ්‍රැවීය කාබනික සංයෝග එවැනි විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍ය සඳහා නිදසුන් වේ.

3.2 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි දිග (l) වන හා හරස්කඩ වර්ගඵලය A වන ඝනකාභයක හැඩය ඇති, උපකල්පිත ද්‍රාවණ කොටසක තබා ඇති විරුද්ධ ආරෝපිත ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් භාවිතයෙන් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව හා ප්‍රතිරෝධකතාව මැන ගත හැකි ය.



3.2 රූපය විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව හා ප්‍රතිරෝධකතාව

3.1.1 ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක කිහිපයක් ඇත. ඒවා නම් **ද්‍රාව්‍යයේ ස්වභාවය, ද්‍රාව්‍යයේ සාන්ද්‍රණය** සහ **උෂ්ණත්වය** වේ. මේ සියලු සාධක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන්නේ ආරෝපණ වාහකවල සචලතාව, ඒ සාධක මත රඳා පවතින බැවිනි.

සැදෙන අයන හෝ ආරෝපණ වාහක ප්‍රමාණය, ද්‍රව්‍යයේ ස්වභාවය මගින් තීරණය වන බැවින් එය ඉතා වැදගත් සාධකයකි. ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය, ජලීය ද්‍රාවණයේ දී (උදාහරණ: NaCl, KCl) පූර්ණව අයන බවට විඝටනය වන බැවින් ඒවාට විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය. කෙසේ වුව ද මේ ප්‍රබලවිද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යවල ඝන අවස්ථාවේ දී සචල අයන නොපවතින බැවින් ඒවා ඝන අවස්ථාවේ දී විද්‍යුතය සන්නයනය නො කරයි. එහෙත් මේවා විලීන අවස්ථාවට (උදාහරණ: NaCl(l)) පත් කළ හොත් අයනවලට සචලතාවක් ලැබෙන බැවින් විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි වේ. අනෙක් අතට, දුබල අම්ල හා දුබල භස්ම ජලයේ දී භාගිකව අයනීකරණය වුවත් එහි දී අයනික ප්‍රභේද සැදෙන බැවින් එවැනි ද්‍රාවණවලට ද විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය.

3.1 නිදසුන
පහත සඳහන් කුමන ද්‍රව්‍ය ජලයේ දිය කළ විට විද්‍යුත් සන්නායකතාවක් ඇති වේ ද?
(a) මේස ලුණු (b) ග්ලූකෝස් (c) විනාකිරි

පිළිතුර

(a) මේස ලුණුවල රසායනික සූත්‍රය NaCl වේ.එය සම්පූර්ණයෙන් ජලයේ දිය වී Na^+ සහ Cl^- අයන සෑදේ. මේස ලුණු ජලයේ දී අයන සාදන ද්‍රව්‍යයක් බැවින් එයට විද්‍යුතය සන්නයනය කිරීමට හැකි වේ.

(b) ග්ලූකෝස් යනු අණුක සූත්‍රය $C_6H_{12}O_6$ වන කාබනික සංයෝගයකි. ග්ලූකෝස් ජලයේ දිය කළ විට අයනික ප්‍රභේද නො සෑදේ. එමනිසා ග්ලූකෝස් විද්‍යුතය සන්නයනය නො කරයි.

(c) විනාකිරිවල වැඩිපුර ම පවතින්නේ ඇසිටික් අම්ලය, CH_3COOH වේ. ඇසිටික් අම්ලය දුබල අම්ලයක් බැවින් ජලයේ මඳ වශයෙන් දිය වී H_3O^+ හා CH_3COO^- අයන සාදයි. විනාකිරි ද්‍රාවණයක අයන පවතින බැවින් එයට විද්‍යුතය සන්නයනය කිරීමේ හැකියාව ඇත.

ද්‍රාවණයක සන්නායකතාවට බලපාන අනෙක් වැදගත් සාධකය වන්නේ සාන්ද්‍රණයයි. තනුක ජලීය ද්‍රාවණයක සාන්ද්‍රණය අඩු කරන විට ඒ සමඟ සන්නායකතාව ද අඩු වේ. මීට හේතු වන්නේ තනුක කිරීමේ දී ද්‍රාවණයේ අයන අතර ඇති අන්තර්ක්‍රියා ප්‍රමාණය අඩු වීමයි. සන්නායකතාව කෙරෙහි සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම 3.1 වගුවෙන් දක්වා ඇත.

3.1 වගුව 298 K හි දී විවිධ ජල නියැදිවල හා ද්‍රාවණවල සන්නායකතා

නියැදිය	සන්නායකතාව / $\mu S\ cm^{-1}$
ආසුත ජලය	1 – 2
0.01 mol dm^{-3} KCl ද්‍රාවණය	1,480
0.10 mol dm^{-3} KCl ද්‍රාවණය	12,400
1.0 mol dm^{-3} KCl ද්‍රාවණය	110,000
ළිං ජලය	100 – 200
නල ජලය	50 – 150
මුහුදු ජලය	40,000

µS: micro seimans

ද්‍රාවණයක උෂ්ණත්වය, මනිනු ලබන සන්නායකතා අගයන් කෙරෙහි සැලකිය යුතු බලපෑමක් ඇති කරයි. ද්‍රාවණයක උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට අයනවල වේගය වැඩි වන බැවින් දෙන ලද සාන්ද්‍රණයක් ඇති ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව වැඩි කිරීමට එය හේතු වේ. ඒ බලපෑම පහත 3.2 වගුවෙන් පැහැදිලිව දැක ගත හැකි වේ.

3.2 වගුව විවිධ උෂ්ණත්වවල දී KClහි ජලීය ද්‍රාවණවල සන්නායකතා

සාන්ද්‍රණය / mol dm^{-3}	සන්නායකතාව / $\mu S\ cm^{-1}$		
	$0\ ^oC$	$13\ ^oC$	$25\ ^oC$
1.00 KCl ද්‍රාවණය	6.5×10^4	9.8×10^4	1.1×10^5
0.10 KCl ද්‍රාවණය	7.2×10^3	1.1×10^4	1.3×10^4
0.01 KCl ද්‍රාවණය	7.8×10^2	1.2×10^3	1.4×10^3

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී හා දෙන ලද විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක දී යම් අයනයක් මඟින් ගෙන යන ධාරාව, අයනවල සාන්ද්‍රණය හා ඒවායේ වේගය මත රඳා පවතී. අයනයක වේගය, එහි ආරෝපණය, ප්‍රමාණය හා සපයන ලද විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ විභව අනුක්‍රමණය මත රඳා පවතී. 3.3 වගුව අනුව, H^+ හා OH^- අයනවල ප්‍රමාණය සාපේක්ෂව කුඩා බැවින් ඒවාට ඉහළ ම වේග ඇති බව පෙනේ. ඒ අනුව මේ අයන ජලීය ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි විශාල වශයෙන් දායක වේ.

3.3 වගුව විභව අනුක්‍රමණය 1 V cm^{-1} සහ 298 K යටතේ ජලීය ද්‍රාවණවල දී අයනවල වේග

අයනය	වේගය/ mm min^{-1}	අයනය	වේගය/ mm min^{-1}
H^+	2.05	NO_3^-	0.40
OH^-	1.12	Cl^-	0.42
Na^+	0.29	SO_4^{2-}	0.88
K^+	0.42	Ca^{2+}	0.67

ජල නියැදියක ඇති අයන අන්තර්ගතය විශ්ලේෂණය කිරීමේ දී ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව ඉතා වැදගත් වේ. ප්‍රායෝගිකව ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව මනින්නේ සන්නායකතා මීටරය මඟිනි. මේ මිනුම්, ලවණතාව ප්‍රමාණන කිරීමට, ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත ගණනය කිරීමට සහ වෙනත් විවිධ භාවිත සඳහා යොදා ගත හැකි ය.

3.2 සමතුලිතාවේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

3.2.1 ලෝහ – ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

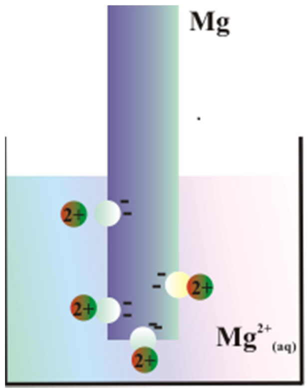
ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සමතුලිතතාව සවිස්තරව හැදෑරීමට ප්‍රථමයෙන්, ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් නිර්මාණය කිරීමේ මූලික සංකල්පය වන ද්‍රාවණ තුළ දී ලෝහවල ප්‍රතික්‍රියාකාරිත්වයේ හැසිරීම අවබෝධ කර ගත යුතු ය.

ලෝහ, ප්‍රතික්‍රියා කිරීමේ දී ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් කර ධන අයන බවට පත් වන බව අපි දනිමු. ලෝහ, ඒවායේ අයන ද්‍රාවණ සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ඒවායේ අනුරූප අයන බවට පත් වේ. නිදසුන් ලෙස Mg(s), Zn(s) හා Cu(s) යන ලෝහ මඟින් අනුරූප කැටායන වන Mg^{2+}(aq), Zn^{2+}(aq) හා Cu^{2+}(aq) සෑදේ. මෙහි දී ධන හා සෘණ ආරෝපණ පහත ප්‍රතික්‍රියාවේ දැක්වෙන ආකාරයට සෑදේ.

$$Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e$$

එය මෙසේ සිදු වේ: Mg ලෝහය, Mg^{2+} අයන අඩංගු ද්‍රාවණයක ගිල්වූ විට මැග්නීසියම් පරමාණු, ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් කර Mg^{2+} අයන බවට පත් වීමට නැඹුරුවක් ඇත.

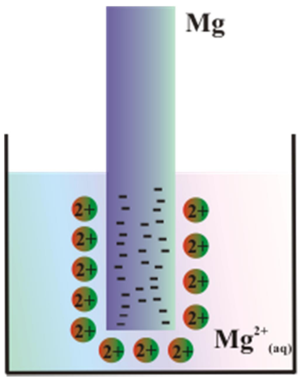
මෙහි දී ඉවත් වන ඉලෙක්ට්‍රෝන පහත 3.3 රූපයේ පරිදි ලෝහය මත ඉතිරි වේ.



3.3 රූපය $Mg^{2+}(aq)$ අයන ද්‍රාවණයක දී Mg ලෝහයේ හැසිරීම

Mg දණ්ඩක්, මෙලෙස Mg^{2+} අයන ද්‍රාවණයක ගිල්වූ විට ඉහත ආකාරයට මැග්නීසියම් මත ඉලෙක්ට්‍රෝන ස්තරයක් වහා නිර්මාණය වේ. එය ද්‍රාවණයේ ඇති ධන ආරෝපිත Mg^{2+} අයන ස්තරයකින් වට වේ. ලෝහය මත ඇති ඍණ ආරෝපණ මගින් ධන අයන ආකර්ෂණය වන නිසා මේ ස්තර දෙක එකිනෙකට ආසන්නව පිහිටයි. විරුද්ධ ආරෝපිත ප්‍රභේද අතර ආකර්ෂණ බල ප්‍රමාණවත් තරම් ඉහළ ගිය විට ඇතැම් ධන අයන ගිලිහී ගිය ඉලෙක්ට්‍රෝන නැවත ලබා ගනී. සෑදෙන ලෝහ පරමාණු නැවත ලෝහ දණ්ඩට සවි වේ. ලෝහ අයන පෘෂ්ඨයෙන් ඉවත් වන ශීඝ්‍රතාව සහ ඒවා නැවත පෘෂ්ඨයට එකතු වන ශීඝ්‍රතාව සමාන වන විට ගතික සමතුලිතතාවක් ඇති වනු ඇත. මේ අවස්ථාවේ දී මැග්නීසියම් දණ්ඩ මත නියත ඍණ ආරෝපණයක් ඇති අතර එය වටා නියත Mg^{2+} අයන සංඛ්‍යාවක් පවතී. මේ ගතික සමතුලිතතාව 3.4 රූපයේ දැක්වේ. එහි මැග්නීසියම් දණ්ඩ මත ඇති ඍණ ආරෝපණ ප්‍රමාණයත් එය වටා ඇති ධන ආරෝපණ ප්‍රමාණයත් තුලිත වී ඇත. මෙවැනි තත්ත්වයක් අත් කර ගත් පද්ධතියක් 'ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක්' ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

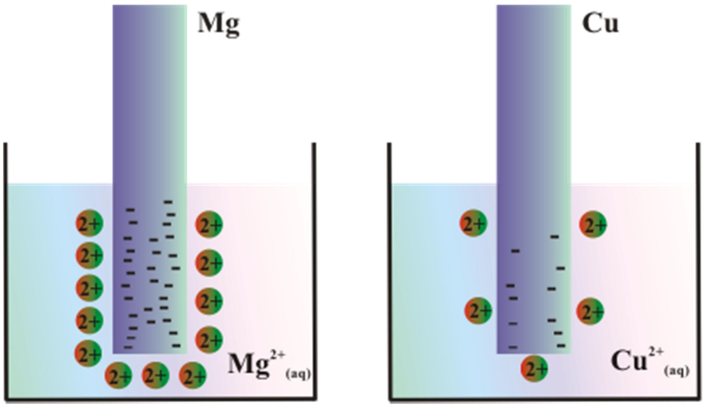
ලෝහයක් එහි අයන සමග ගතික සමතුලිතතාවට එළඹී ඇති පද්ධතියක් **ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක්** ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකි ය.



3.4 රූපය ජලීය Mg^{2+} අයන ද්‍රාවණයක් සමග Mg ලෝහය සමතුලිතව ඇති විට එහි හැසිරීම

ඉහත විස්තරය අනුව ඇති වන සමතුලිතය දිශා දෙකකට පවතින බව සිත තබා ගන්න. එක් දිශාවක් නම් Mg ලෝහය, Mg^{2+}(aq) අයන බවට පත් වීමයි. අනෙක් දිශාව Mg^{2+}(aq) අයන, Mg ලෝහය බවට පත් වීම වේ. වෙනත් ආකාරයකට කිව හොත්, එක් දිශාවකට Mg ඔක්සිකරණය වන අතර, අනෙක් දිශාවට Mg^{2+}(aq) ඔක්සිහරණය වේ. මින් දැක්වෙන්නේ සමස්ත පද්ධතිය ඔක්සිකරණ – ඔක්සිහරණ යුග්මයක් බවයි.

මේ අනුව, ලෝහය සහ ද්‍රාවණය/ ජලය අතර අතුරු මුහුණතේ දී මේ ආරෝපණ වෙන් වීම හට ගන්නා බව සිතිය හැකි ය. ලෝහයේ සක්‍රියතාව අනුව ආරෝපණ වෙන් වීමට දක්වන නැඹුරුතාව තීරණය වේ. නිදසුනක් ලෙස අප Cu ලෝහය භාවිත කළ හොත් එහි දී ඇති වන ආරෝපණ වෙන් වීම Mg භාවිත කළ විට ඇති වන ආරෝපණ වෙන් වීමට සාපේක්ෂව අඩු වේ. විද්‍යුත් රසායනයේ දී ලෝහවල සක්‍රියතාව මේ සඳහා බලපාන ආකාරය සාකච්ඡා කෙරේ (සවිස්තර සාකච්ඡාවක් පසුව දක්වා ඇත).



3.5 රූපය Mg හා Cu ලෝහ, ජලීය අයන ද්‍රාවණවල දී දක්වන ගතික සමතුලිතතාව. Mgවලට වඩා Cu වල සක්‍රියතාව අඩු නිසා Cu මඟින් අඩු Cu^{2+} අයන ප්‍රමාණයක් සෑදේ.

පොදුවේ ගත් කළ නිදහස් වන යම් අයනයක්, නැවත ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගෙන ලෝහය මත තැන්පත් වීමට වැඩි නැඹුරුවක් දක්වයි නම්, සමතුලිතතාව ලබා ගත් විට ලෝහය මත ඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණය ද ද්‍රාවණයේ ඇති ලෝහ අයන ප්‍රමාණය ද සාපේක්ෂව අඩු වේ. මේ බව 3.5 රූපයේ සංසන්දනය කර ඇත.

ඉහත පද්ධතිවල ගතික සමතුලිතතාව, පහත දී ඇති සමීකරණ දෙක මඟින් ලිවිය හැකි ය. එමඟින් පද්ධති දෙකෙහි සමතුලිතතා ලක්ෂ දෙක සංසන්දනය කළ හැකි වේ.

$$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Mg(s) \;\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Cu(s) \;\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

3.5 රූපයට අනුව, (1)හි සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය (2)හි සමතුලිත ලක්ෂ්‍යයට වඩා වම් පසට නැඹුරු වේ.

මෙහි දී සමතුලිත ප්‍රතික්‍රියා ලියන ආකාරය සැලකිල්ලට ගත යුතු ය. සම්මුතියක් වශයෙන් ඉහත සෑම සමතුලිතයක් ම ලියනු ලබන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වම් අත පැත්තට ඇති පරිදි, එනම් ඉදිරි ක්‍රියාව ඔක්සිහරණයක් වන පරිදි ය.

ඉහත උදාහරණයේ දී පද්ධති දෙකෙහි සමතුලිත ලක්ෂ්‍ය එකිනෙකින් වෙනස් වේ. මේ නිසා සමතුලිතතාවට ළඟා වීමට ඇති හැකියාව, සංඛ්‍යාත්මක අගයකින් ප්‍රකාශ කරන අතර, මේ අගය **'ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය'** යන පදයට ඍජු සම්බන්ධයක් ඇත. සරලව කිව හොත් ඒ සමතුලිත ලක්ෂ්‍යවල වෙනස සංඛ්‍යාත්මක අගයකට සම්බන්ධ කිරීමට දරන උත්සාහයක් ලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය සැලකිය හැකි ය. මූලධර්ම ආශ්‍රිතව මෙය ලබා ගැනීම පහසු ය. මැග්නීසියම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සැලකූ විට ද්‍රාවණයේ ධන ස්වභාවය හා ලෝහයේ ඍණ ස්වභාවය අතර විශාල වෙනසක් තිබේ. කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ මේ වෙනස කුඩා ය. මේ කරුණ ලෝහ - ද්‍රාවණ අතුරු මුහුණතේ ඇති වන ආරෝපණ වෙන් වීම නිසා විශේෂිත ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් මත ඇති වන විභවය අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා යොදා ගත හැකි ය.

මේ **විභව වෙනස** වෝල්ටීයතාව ලෙස වාර්තා කළ හැකි ය. ධන ස්වභාවය හා ඍණ ස්වභාවය වැඩි වන විට වෝල්ටීයතාව ද වැඩි වේ. අවාසනාවකට, ඉහත පද්ධතියක් කෙළින් ම වෝල්ට්මීටරයකට සම්බන්ධ කිරීමෙන් වෝල්ටීයතාව මැන ගත නොහැකි ය.

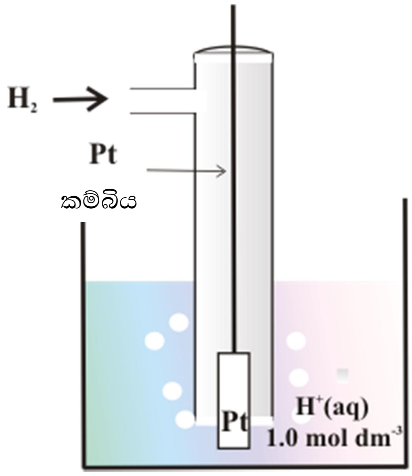
වෝල්ට් මීටරය ලෝහ දණ්ඩට සම්බන්ධ කිරීම පහසු වුවත් ගැටලුව වන්නේ එය ද්‍රාවණයට සම්බන්ධ කළ යුත්තේ කෙසේ ද යන්න ය. කුමන ආකාරයේ ලෝහ කුරක් ද්‍රාවණයේ ගිල්වූවත් ඉහත දැක්වූ ආකාරයේ සමතුලිතතාවක් එය වටා ඇති වේ. එබැවින් හොඳ ම මිනුම ලබා ගත හැක්කේ අවශ්‍ය ලෝහ කුර සහ භාවිත කරන අනෙක් දණ්ඩ අතර යම් ආකාරයක සම්බන්ධතාවක් ඇති කිරීම මඟිනි.

මින් පෙනෙන්නේ, ලෝහ දණ්ඩ හා ද්‍රාවණය අතර නිරපේක්ෂ විභව අන්තරය මැන ගැනීම අවශ්‍ය නොවන බවයි. එනම්ඃ සැසඳුම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය නමින් හඳුන්වන ප්‍රමිතිගත පද්ධතියක් සහ ඉහත පද්ධතිය අතර වෝල්ටීයතාව සංසන්දනය කිරීම පමණක් ප්‍රමාණවත් වේ. මෙහි දී භාවිත කරන ප්‍රමිතිගත පද්ධතිය වන්නේ සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයයි (SHE). එය 3.6 රූපයේ දක්වා ඇත.

සමතුලිත පද්ධතියක තත්ත්ව වෙනස් කිරීමෙන් එහි සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය වෙනස් කළ හැකි බව 12 වන ඒකකයේ (සමතුලිතතාව) දී හදාරා ඇත්තෙමු. එමනිසා සාධාරණ සැසඳීමක් සිදු කිරීම පිණිස පද්ධතියේ තත්ත්ව ප්‍රමිතිගත කළ යුතු බව පෙනී යයි.

සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සඳහා පහත තත්ත්ව භාවිත වේ.

- 101325 Pa ~100 kPa හෝ 1 atm පීඩනයේ ඇති හයිඩ්‍රජන් වායුව
- 298 K (25 °C) උෂ්ණත්වය
- 1.0 mol dm^{-3} හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය ඇති ද්‍රාවණය

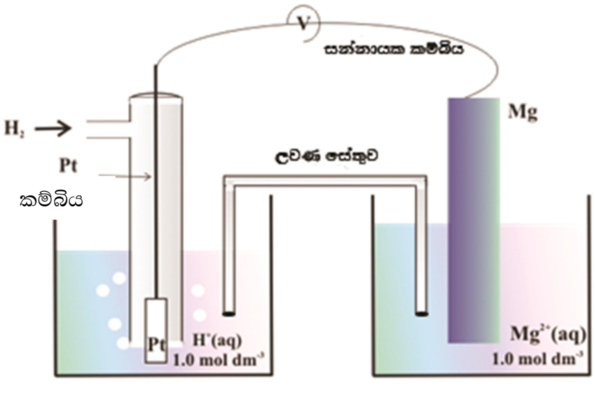


3.6 රූපය සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ දී හයිඩ්‍රජන් වායුව සවිවර ප්ලැටිනම් තහඩුව පිස ගෙන ගලා යන විට හයිඩ්‍රජන් වායුව සහ ද්‍රාවණයේ ඇති හයිඩ්‍රජන් අයන අතර සමතුලිතතාවක් ඇති වේ. මේ ක්‍රියාව ප්ලැටිනම් මගින් උත්ප්‍රේරණය වේ.

$$2H^+(aq) \ + \ 2e \rightleftharpoons H_2(g)$$

දැන් අපි දෙන ලද ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක විභවය මැන ගන්නේ කෙසේ දැයි සලකා බලමු. මේ සඳහා අප විසින් සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සහ මැන ගැනීමට අවශ්‍ය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පද්ධතිය සම්බන්ධ කළ යුතු ය. උදාහරණ වශයෙන් මැග්නීසියම් අයන ද්‍රාවණයක ගිල්වූ මැග්නීසියම් ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සලකමු. ඒ පද්ධතියේ විභවය මැන ගැනීම සඳහා ඒවා සන්නායක කම්බියකින් (Pt) සම්බන්ධ කළ යුතු අතර, ද්‍රාවණ දෙක 3.7 රූපයේ ආකාරයට ලවණ සේතුවක් මගින් සම්බන්ධ කළ යුතු වේ.



3.7 රූපය සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය භාවිත කර ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය මැනීම

ලවණ සේතුව මගින් ද්‍රව සන්ධියක් නිර්මාණය වන අතර, එමගින් විද්‍යුත් පරිපථය සම්පූර්ණ වේ. එය පොටෑසියම් නයිට්‍රේට් වැනි විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක ද්‍රාවණයක් පිරවූ වීදුරු නලයක් වේ.

එහි දෙකෙළවර පුලුන් හෝ ඒගාර් පෙළි මගින් ඇබ ගසා ඇති අතර, එමගින් බීකර දෙකෙහි ඇති ද්‍රාවණ සමඟ ලවණ සේතුවේ අඩංගු දෑ මිශ්‍ර වීම වළකී. එක් එක් පැත්තේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් "අර්ධ කෝෂයක්" ලෙස ද හැඳින්වේ.

මෙහි දී ලවණ සේතුවට යොදාගන්නා විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය බීකරයේ ඇති ද්‍රව්‍ය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරන්නක් විය යුතු බව සිහි තබා ගත යුතු ය.

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකෙහි පවතින සමතුලිතතා පහත දැක්වේ.

$$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Mg(s)$$

$$2H^{+}(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g)$$

හයිඩ්‍රජන්වලට වඩා මැග්නීසියම් ලෝහයට අයන බවට පත් වීමේ හැකියාවක් ඇත. මේ නිසා Mg^{2+}/Mg සමතුලිතය, H^{+}/H_2 සමතුලිතයට වඩා දකුණු දිශාවට බර වේ. මින් හැඟෙන්නේ ප්ලැටිනම් තහඩුවට වඩා මැග්නීසියම් මත ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස්වන බවයි. එම නිසාඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක මත ආරෝපණ ප්‍රමාණයේ වෙනසක් ඇති වන අතර, එය යොදා ගනිමින් වෝල්ට්මීටරයක ආධාරයෙන් විභව අන්තරය මැන ගත හැකි වේ.

ඉහත ආකාරයට මැන ගත් විභවය, $Mg^{2+}(aq)/Mg(s)$ යන පද්ධතියේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය ලෙස හැඳින්වේ.

ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සම්මත තත්ත්ව යටතේ ඇති හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සමඟ සම්බන්ධ කළ විට ඇති වන විභව අන්තරය, ඒ ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය (E^0) ලෙස හැඳින්වේ. මින් හැඟී යන්නේ, සෑම E^0 අගයක් මඟින් ම, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සමතුලිතතාවට සාපේක්ෂව, සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය කෙතරම් දුරට වමට හෝ දකුණට නැඹුරු වී ඇති දැයි යන්න පෙන්වන බවයි. සමතුලිත අවස්ථා අතර ඇති වෙනස මඟින් ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මත සහ හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ ප්ලැටිනම් මත ඇති වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයේ වෙනස තීරණය වේ. මෙහි දී ප්ලැටිනම් පෘෂ්ඨය මත ඇති වන ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව නොසලකා හැරිය හැකි තරම් කුඩා යැයි සම්මත කර ගෙන ඇත. එම නිසා සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවය, (E^0 අගය) කාමර උෂ්ණත්වයේ දී 0.00 Vවේ යැයි සලකනු ලැබේ. ඇති වන විභව අන්තරය මනිනු ලබන්නේ වෝල්ටීයතාව වශයෙනි. එහි ඒකක වෝල්ට් (V) වේ.

මැග්නීසියම්හි සෘණ ස්වභාවය වැඩි බව අප දන්නා බැවින් මැග්නීසියම්හි මැන ගත් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය වන 2.37 V යන්න සෘණ අගයක් සේ සැලකේ. මෙහි දී මැග්නීසියම් සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වන අතර, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වේ. එම නිසා $Mg^{2+}(aq)/Mg(s)$ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය, $E^0 = -2.37$ Vවේ.

මෙසේ ම $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවයද මැන ගත හැකි ය. $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හයිඩ්‍රජන් තරම් පහසුවෙන් අයන බවට පත් නො වේ.

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Cu(s)$$

$$2H^{+}(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g)$$

මේ නිසා හයිඩ්‍රජන්ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ පවතින සමතුලිතතාව වඩාත් වම්පසට නැඹුරුව පවතී. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස කොපර් තහඩුව මත පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණය හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ ප්ලැටිනම් තහඩුව මත ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයට වඩා අඩු වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර විද්‍යුත් ආරෝපණ වෙනස කුඩා වන බැවින් ඒ අතර වෝල්ටීයතාව ද කුඩා අගයකි (+0.34 V පමණි).

අනෙක් ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ මෙවර කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වඩාත් ධන (අඩු සෘණ) විභවයක් දැරීමයි. වෝල්ට්මීටරය, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ලෙසත් කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ලෙසත් පෙන්නුම් කරනු ඇත. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය + 0.34 V ලෙස සටහන් වේ.

(ධාරාව ගලන විට වෝල්ටීයතාව ද අඩු වේ. වඩාත් නිවැරදි සංසන්දනයක් කිරීම සඳහා කවර තත්ත්වයක දී වුව ද ඇති විය හැකි උපරිම වෝල්ටීයතාව මැන ගැනීම වැදගත් වේ. මේ අගය **විද්‍යුත් ගාමක බලය** (e.m.f) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඉදිරි කොටසක දී මේ පිළිබඳ ව වැඩිදුර සාකච්ඡා කරනු ඇත.

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සඳහා සම්මුතික අංකනය
හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මෙසේ නිරූපණය කරනු ලැබේ.

මේ සිරස් රේඛාව මඟින් ද්‍රාවණය සහ වායුමය H_2 අතර සීමාව දක්වනු ලැබේ.

$$\mathrm{Pt(s)\,|\,H_2(g)\,|\,H^+(aq)}$$

මේ සිරස් රේඛාව මඟින් Pt සහ වායුමය H_2 අතර අතුරු මුහුණත දක්වනු ලැබේ.

ඉහත විස්තර කළ පරිදි ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය යනු සම්මත තත්ත්වයේ ඇති හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සමඟ එය ඈඳා ඇති විට ලැබෙන විභව අන්තරය වේ.

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය සඳහා ලැබෙන මිනුම්වලට අනුව හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සමතුලිතතාවට සාපේක්ෂව ලෝහ/ ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක සමතුලිතතාව පවතින ස්ථානය තීරණය කළ හැකි වේ.

දර්ශීය සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව කිහිපයක් පහත වගුවේ දැක්වේ.

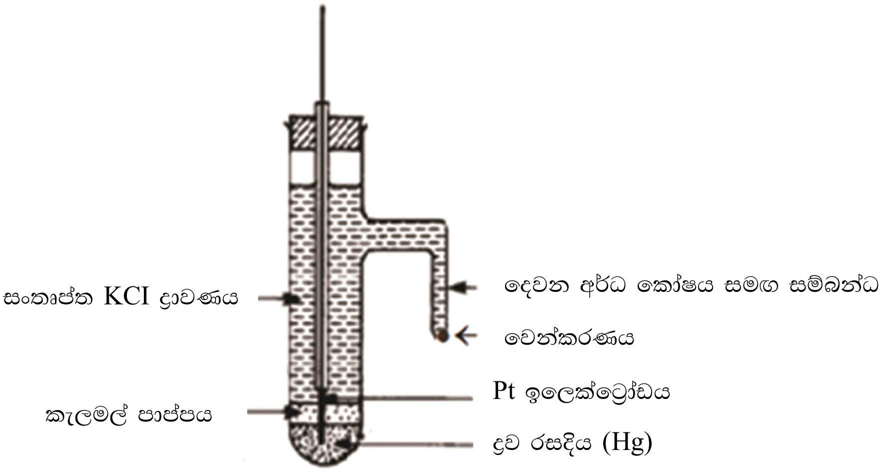
ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය	E°/ V
Mg^{2+}(aq)/ Mg(s)	-2.37
Zn^{2+}(aq)/ Zn(s)	-0.76
Cu^{2+}(aq)/ Cu(s)	+0.34
Ag^{+}(aq)/ Ag(s)	+0.80

මෙහි සඳහන් වන E^{o} අගයන් සැසඳීමෙන් වඩාත් ම වම් පසට නැඹුරු වන සමතුලිතතා ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩවලට වඩාත් සෘණ E^{o} අගයන් ඇති බව දැක ගත හැකි ය. මීට හේතුව, ඒ ලෝහ පහසුවෙන් අයන බවට පත් වී මුදාහරින ඉලෙක්ට්‍රෝන, ලෝහය මත ඉතිරි වීමයි. පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා නොහරින ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල සමතුලිතතාව වඩාත් දකුණු පසට නැඹුරු වී ඇත. ඒවායේ E^{o} අගයන් වඩාත් ධන වන බව පෙනේ.

ඉහත දැක්වූ ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩවලට අමතරව තවත් වර්ගවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ද ඇත. ඒවා පහත දක්වා ඇත.

3.2.2 ලෝහ-අද්‍රාව්‍ය ලවණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සඳහා වන අර්ථ දැක්වීමට අනුව එක ම මූලද්‍රව්‍යයේ ඔක්සිකෘත සහ ඔක්සිහරිත ප්‍රභේද තිබීම ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සෑදීමට අත්‍යවශ්‍ය වේ. මේ අනුව ලෝහයක්, ඒ ලෝහයේ ම ඝන අවස්ථාවේ ඇති ලවණයක් සමඟ ස්පර්ශව පවතින විට එය ලෝහ අද්‍රාව්‍ය ලවණ යන වර්ගයේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් වේ. කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා සිල්වර්-සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මේ සඳහා නිදසුන් වේ. 3.8 රූපයෙන් කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ අංග සවිස්තරව දක්වා ඇත. Pt කම්බිය යොදා ඇත්තේ බාහිර පරිපථය සමඟ විද්‍යුත් සම්බන්ධයක් ඇති කිරීම පිණිස ය. සංතෘප්ත KCl ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් සන්නයනය සඳහා යොදා ඇත.



$$Hg_2Cl_2(s) + 2e \rightarrow 2Hg(l) + 2Cl^-(aq)$$

3.8 රූපය කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

සිල්වර්- සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ලෝහ අද්‍රාව්‍ය ලවණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සඳහා තවත් නිදසුනකි. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ අත්‍යවශ්‍ය අංගයක් වන්නේ AgCl ආලේපිත සිල්වර් කම්බියකි. එය KCl යන විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය සමඟ ස්පර්ශව පවතී. ඉලෙක්ට්‍රෝඩය බාහිර ද්‍රාවණයක් සමඟ සම්බන්ධ කෙරෙන අන්තය මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ වැදගත් ම කොටස වේ. එය පිඟන් මැටි (Ceramic) ක්වාට්ස්, වයිකර් (Vycor), වීදුරු කෙඳි (glass fibre) වැනි දැයකින් නිම වී ඇත. 3.9 රූපය මඟින් සිල්වර්-සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය පෙන්නුම් කරයි.

$$AgCl(s) + e \longrightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$$

3.9 රූපය සිල්වර්/ සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

සාමාන්‍යයෙන් කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සහ සිල්වර්-සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **සැසඳුම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය** (reference electrode) ලෙස හැඳින්වේ. මේවායේ විභවය පරීක්ෂණය අතරතුර දී බොහෝ දුරට ම නියතයක්ව පවතී.

3.2.3 වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සඳහා නිදසුනක් වේ. මෙහි දී භාවිත වන සම්මත තත්ත්වය වන්නේ 1.0 mol dm^{-3} H^+ අයන සාන්ද්‍රණයත්, 1 atm පීඩනයේ ඇති H_2 වායුව සහ 298 Kක උෂ්ණත්වයකි. මෙවැනි හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් **සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක්** ලෙස හැඳින්වෙන අතර පෙර සඳහන් කළ පරිදි මෙහි විභවය 0.00 V ලෙස අර්ථ දක්වා ඇත.

$$2H^+(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g)$$

ක්ලෝරීන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

ක්ලෝරීන් ඔක්සිකාරකයක් ලෙස වඩාත් ප්‍රකට ය. විවිධ ද්‍රව්‍යවල ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ හැකියාව අනුව ඒවා ශ්‍රේණිගත කර ඇති විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියේ පිහිටීමට අනුව ක්ලෝරීන් වැනි වායුවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා පිරික්සිය හැකි වේ. නැවතත්, පෙර සිදු කළ පරිදි හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට සාපේක්ෂව එහි සමතුලිත අවස්ථාවෙහි පිහිටීම මැන ගත හැකි වේ.

$$Cl_2(g) + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$$

සුපුරුදු පරිදි මෙහි දී ද ප්‍රතික්‍රියාවේ වම් පසට ඉලෙක්ට්‍රෝන එකතු කර ඇති බව අවධාරණය කරන්න. Cl_2 වායුව සමීකරණයේ දකුණු පස නොව වම් පසට එකතු කිරීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමේ දී ඔක්සිහරණයක් වන බව දක්වයි. මේ ක්ලෝරීන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය නිර්මාණය කළ ආකාරයට ම, 1.0 mol dm^{-3} සාන්ද්‍රණය ඇති ක්ලෝරයිඩ් අයන

ද්‍රාවණයක ගිල්වූ ප්ලැටිනම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් වටා ක්ලෝරීන් වායුව බුබුළනය කිරීමෙන් සාදා ගත හැකි ය.

3.2.4 රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

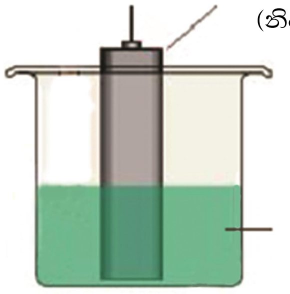
මේ වර්ගයේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ, රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියාවල දී නිතර හමු වේ. රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල ඔක්සිකරණය වන හා ඔක්සිහරණය වන ප්‍රභේද දෙක ම ද්‍රාවණය තුළ තිබිය යුතු ය. බාහිර පරිපථය සමග විද්‍යුත් සම්බන්ධයක් ඇති කිරීමට Pt කම්බියක් භාවිත කෙරේ. මෙවැනි රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් 3.10 රූපයේ දී ඇත.

Fe^{2+}/ Fe^{3+} රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පද්ධතිය

Fe(II) අයන පහසුවෙන් Fe(III) අයන බවට ඔක්සිකරණය කළ හැකි අතර, Fe(III) අයන, Fe(II) අයන බවට ඔක්සිහරණය කිරීම ද තරමක් පහසු ය. මේ සමතුලිතතාව මෙසේ දැක්විය හැකි ය.

$$Fe^{3+}(aq) + e \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$$

මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ රෙඩොක්ස් විභවය මැන ගැනීම පිණිස සාන්ද්‍රණය 1.0 mol dm^{-3} බැගින් වන Fe(II) අයන හා Fe(III) අයන යන දෙක ම අඩංගු ද්‍රාවණයක ප්ලැටිනම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් ගිල්වා, එය සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට සම්බන්ධ කළ යුතු වේ.



$$Fe^{3+}(aq) + e \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$$

3.10 රූපය Fe^{3+}/ Fe^{2+} රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පද්ධතිය

- *ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සම්මුතික අංකනයෙන් දැක්වීමේදී කලාප දෙකක් වෙන් වන මායිම සිරස් ඉරකින් "|" නිරූපණය කෙරේ.*

උදාහරණ - වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ: $Pt(s)|O_2(g)|OH^-(aq)$

- *සෑම රසායනික ප්‍රභේදයක් අසල ම භෞතික අවස්ථා සඳහන් කළ යුතු අතර, හැකි සෑම අවස්ථාවක දී ම තත්ත්වය ඇතුළත් කළ යුතු ය.*

උදාහරණ - රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ: $Pt(s)|Fe^{2+}(aq, 1\ mol/dm^3), Fe^{3+}(aq, 1\ mol/dm^3)$

විවිධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සඳහා සම්මුතික අංකනය, උදාහරණ සහිතව පහත වගුවේ සාරාංශ කර ඇත.

වගුව 3.4 විවිධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල සාරාංශ

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ වර්ගය	සම්මුතික අංකනය	රෙඩොක්ස් යුගලය	ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව
ලෝහ - ලෝහ අයන	$\mathbf{M(s)\vert M^{n+}(aq)}$	$\mathbf{M^{n+}(aq)/\ M(s)}$	$\mathbf{M^{n+}(aq) + ne \rightarrow M(s)}$
	$Zn(s)\vert Zn^{2+}(aq)$	$Zn^{2+}(aq)/\ Zn(s)$	$Zn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Zn(s)$
ලෝහ – අද්‍රාව්‍ය ලවණ	$\mathbf{M(s)\vert MX_n(s)\vert X^-(aq)}$	$\mathbf{MX_n(s)/\ M(s)}$	$\mathbf{MX_n(s) + ne \rightarrow M(s) + nX^-\ (aq)}$
	$Ag(s)\vert AgCl(s)\vert Cl^-(aq)$	$Ag^+(aq)/Ag(s)$	$AgCl(s) + e \rightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$
	$Pt(s)\vert Hg(l)\vert Hg_2Cl_2(s)\vert Cl^-(aq)$	$Hg_2Cl_2(s)/\ Hg(l)$	$Hg_2Cl_2(s) + 2e \rightarrow 2Hg(l) + 2Cl^-(aq)$
වායු	$\mathbf{Pt(s)\vert X_2(g)\vert X^+(aq)}$	$\mathbf{X^+(aq)/\ X_2(g)}$	$\mathbf{X^+(aq) + e \rightarrow ½X_2(g)}$
	$\mathbf{Pt(s)\ \vert X_2(g)\ \vert X^-(aq)}$	$\mathbf{X_2(g)/\ X^-(aq)}$	$\mathbf{½X_2(g) + e \rightarrow X^-(aq)}$
	$Pt(s)\vert H_2(g)\vert H^+(aq)$	$H^+(aq)/\ H_2(g)$	$H^+(aq) + e \rightarrow ½H_2(g)$
	$Pt(s)\vert O_2(g)\vert OH^-(aq)$	$O_2(g)/OH^-(aq)$	$2O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \rightarrow 4OH^-(aq)$
රෙඩොක්ස්	$\mathbf{Pt(s)\vert M^+(aq),M^{2+}(aq)}$	$\mathbf{M^{2+}(aq)/M^+(aq)}$	$\mathbf{M^{2+}(aq) + e \rightarrow M^+(aq)}$
	$Pt(s)\vert Sn^{2+}(aq),Sn^{4+}(aq)$	$Sn^{4+}(aq)/Sn^{2+}(aq)$	$Sn^{4+}(aq) + 2e \rightarrow Sn^{2+}(aq)$

සටහන: ධාරාවක් ගලා යන විට දී (එනම්: සමතුලිත නොවන විට) ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා තනි ඊතලයක් යොදා දැක්විය යුතු වේ. එහෙත් හුදෙකලා ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක ප්‍රතික්‍රියා ලිවීමේ දී ප්‍රත්‍යාවර්ත ඊතල භාවිත කළ යුතු ය. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා ලිවීමේ දි සෑම විට ම රසායනික ප්‍රභේදවල භෞතික අවස්ථා දැක්වීම අනිවාර්ය වේ.

ඉහත උදාහරණවල දක්වා ඇති අන්දමට අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව, ඔක්සිහරණ විභව ලෙස දක්වා ඇත (ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියාවේ විභවය).

මේ නිසා, විවිධ රෙඩොක්ස් සමතුලිතයන් ඒවායේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවවල (රෙඩොක්ස් විභව) අනුපිළිවෙළට පෙළ ගැස්වූ විට අපට විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණිය ගොඩනැගිය හැකි වේ. වඩාත් සෘණ විභව (E^0 අගය) ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩ, විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියේ ඉහළින් පිහිටා ඇති අතර, වඩාත් ධන විභව (E^0 අගය) ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පහළින් පිහිටා ඇත. මෙහි සාරාංශයක් 3.5 වගුවේ දැක්වේ.

වගුව 3.5 298 K දී තෝරා ගත් ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය

ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව	**සම්මත ඔක්සිහරණ විභව (E^{Θ} / V)**
$Li^{+}(aq) + e \rightarrow Li(s)$	-3.05
$K^{+}(aq) + e \rightarrow K(s)$	-2.93
$Ca^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Ca(s)$	-2.87
$Na^{+}(aq) + e \rightarrow Na(s)$	-2.71
$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Mg(s)$	-2.36
$Al^{3+}(aq) + 3e \rightarrow Al(s)$	-1.66
$Mn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Mn(s)$	-1.18
$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^{-}(aq)$	-0.83
$Zn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Zn(s)$	-0.76
$Fe^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Fe(s)$	-0.44
$Ni^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Ni(s)$	-0.23
$Sn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Sn(s)$	-0.14
$Pb^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Pb(s)$	-0.13
$H^{+}(aq) + e \rightarrow 1/2H_2(g)$	**0.0**
$Sn^{4+}(aq) + 2e \rightarrow Sn^{2+}(aq)$	+0.15
$AgCl(s) + e \rightarrow Ag(s) + Cl^{-}(aq)$	+0.22
$Hg_2Cl_2(s) + 2e \rightarrow 2Hg(l) + 2Cl^{-}(aq)$	+0.27
$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$	+0.34
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \rightarrow 4OH^{-}(aq)$	+0.40
$I_2(s) + 2e \rightarrow 2I^{-}(aq)$	+0.54
$Fe^{3+}(aq) + e \rightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$Ag^{+}(aq) + e \rightarrow Ag(s)$	+0.80
$Br_2(l) + 2e \rightarrow 2Br^{-}(aq)$	+1.09
$O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e \rightarrow 2H_2O(l)$	+1.23
$Cl_2(g) + 2e \rightarrow 2Cl^{-}(aq)$	+1.36
$Au^{3+}(aq) + 3e \rightarrow Au(s)$	+1.40
$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq)$	+2.05
$F_2(g) + 2e \rightarrow 2F^{-}(aq)$	+2.87

ඔක්සිහාරක හා ඔක්සිකාරක

ඔක්සිහාරකයක් යනු වෙනත් රසායනික ප්‍රභේදයක් ඔක්සිහරණයට පාත්‍ර කරවන ද්‍රව්‍යයක් බව අපි දනිමු. එයින් පෙනෙන්නේ ඔක්සිහාරකයා, වෙනත් රසායනික ප්‍රභේදයකට ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා දෙන බවයි. ප්‍රතිලෝම වශයෙන් ඔක්සිකාරකයා, වෙනත් ප්‍රභේදයකින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගෙන, එය ඔක්සිකරණයට භාජනය කරවයි.

ඉහත විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියට අනුව මැග්නීසියම්, එහි අයන සාදමින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා හැරීම පහසුවෙන් සිදු කරයි. ඒ නිසා මැග්නීසියම් හොඳ ඔක්සිහාරකයෙකි. අනෙක් අතට කොපර්, පහසුවෙන් අයන බවට පත් නොවන බැවින් එහි අයන පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගෙන ලෝහමය කොපර් බවට පත් වේ. එබැවින් Cu(II) අයන හොඳ ඔක්සිකාරයක් වේ.

මින් අදහස් වන්නේ විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියේ ඉහළ ඇති (ඍණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව ඇති) ලෝහ පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන පිට කරන බවත්, හොඳ ඔක්සිහාරක වන බවත් ය. ශ්‍රේණියේ ඉහළට යත් ම ඔක්සිහාරක ගුණ තවත් වැඩි වේ.

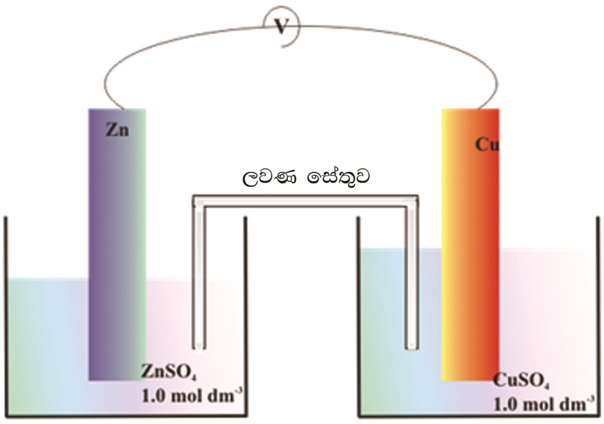
ශ්‍රේණියේ පහළ ඇති ලෝහවල අයන, පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගනී. ඒ නිසා මේවා හොඳ ඔක්සිකාරක වේ. ශ්‍රේණියේ පහළට යනවිට ලෝහ අයනවල ඔක්සිකාරක ගුණ තවදුරටත් වැඩි වේ.

වෙනත් ආකාරයකින් දක්වතොත්, වඩාත් ඍණ E^0 අගයක් ඇති නම් සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය වම් පසට බරව ඇති අතර, ලෝහය ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා හැරීමට වැඩි නැඹුරුවක් දක්වයි. මේ අනුව වඩාත් ඍණ E^0 අගයක් ඇති විශේෂිත ප්‍රභේද වඩාත් හොඳ ඔක්සිහාරක වේ. ශ්‍රේණියේ පහළ ඇති ප්‍රභේදමීට විරුද්ධ ආකාරයෙන් ක්‍රියා කරමින්, හොඳ ඔක්සිකාරක ලෙස ක්‍රියා කරයි. එබැවින් ඍණ ඔක්සිහරණ විභවඇති Na, Mg, Zn ආදී ලෝහ, මූලද්‍රව්‍ය ආකාරයෙන් පැවතීමට වඩා අයනික ආකාරයෙන් පැවතීමට වැඩි කැමැත්තක් ඇති අතර ඒවා ඉහළ ප්‍රතික්‍රියාකාරිත්වයෙන් ද යුක්තය. සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවයට වඩා පහළින් ලැයිස්තුගත කර ඇති ප්‍රභේද සඳහා මෙහි විරුද්ධ අර්ථය සත්‍ය වේ. ලෝහ දෙකක් ස්පර්ශව ඇති විට, වඩා ඍණ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවයක් ඇති ලෝහය, අයනික ආකාරයට පත් වීමට කැමැති වන අතර, එය අනෙක් ලෝහයේ අයන ඔක්සිහරණය කිරීමට සමත් වේ.

3.3 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ

3.3.1 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක් නිර්මාණය කිරීම

මේ දක්වා සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, විවිධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සමග සම්බන්ධ කර සම්මත ඔක්සිහරණ විභව මැන ගන්නා ආකරය සලකා බලා ඇත්තෙමු. සින්ක් අර්ධ කෝෂය සහ කොපර් අර්ධ කෝෂය වෝල්ට් මීටරයක් හරහා සම්බන්ධ කර 3.11 රූපයේ පරිදි ලවණ සේතුවක් මඟින් ද්‍රාවණ සම්බන්ධ කළ හොත් සිදු වන්නේ කුමක් දැයි සොයා බැලීම කුතුහලය දනවන සුලු වේ.



3.11 රූපය Zn හා Cu අර්ධ කෝෂ සම්බන්ධ කිරීමෙන් සාදා ගත් විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක්

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක්, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් සමග ස්පර්ශව ඇති ඉහත ආකාරයේ ඇටවුමක් විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක් ලෙස අර්ථ දැක්වේ. විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක, පොදු විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් හෝ වෙනස් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙකක් තිබිය හැකි ය. පසුව සඳහන් කළ ආකාරයේ කෝෂයක, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවකින් සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. එකිනෙකට වෙනස් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙකක් අතර ඇති වන විභව වෙනස "ද්‍රව සන්ධි විභවය" ලෙස හැඳින්වේ. කෙසේ වුවත් මේ විභවය විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවක් මඟින් සම්බන්ධ කිරීමෙන් අවම කර ගත හැකි වේ. ලවණ සේතුවක් අනිවාර්යයෙන් ම ඒගාර් යෙදීමෙන් ජෙලි බවට පත් කරන ලද, KCl හෝ KNO_3 වැනි විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් අඩංගු "U" හැඩයේ නලයකි. එහි දෙකෙළවර එක් එක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ ද්‍රාවණය තුළ ගිල්වනු ලැබේ. මේ ආකාරයේ ද්‍රව සන්ධියක් පාරගම්‍ය පටලයකින්/ ප්‍රාචීරයකින්/ සවිවර වෙන්කරණයකින් ද සෑදිය හැකි ය. මේවා තුළින් ද අයනවලට ගමන් කළ හැකි වන බැවිනි.

ඉහත අර්ධ කෝෂවල පවතින සමතුලිතතාව පහත දැක්වේ.

$$Zn^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Zn(s) \qquad E^0 = -0.76\ V$$

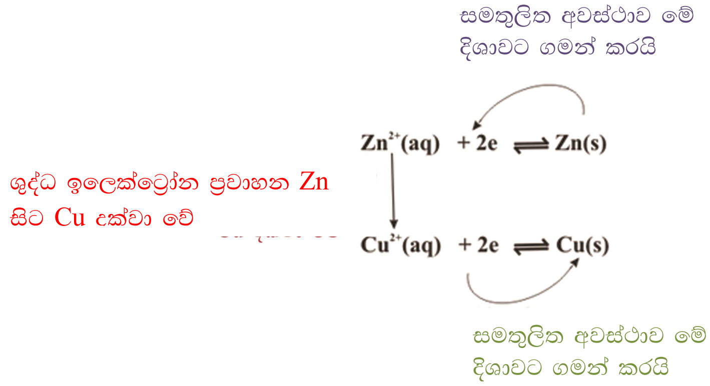
$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Cu(s) \qquad E^0 = +0.34\ V$$

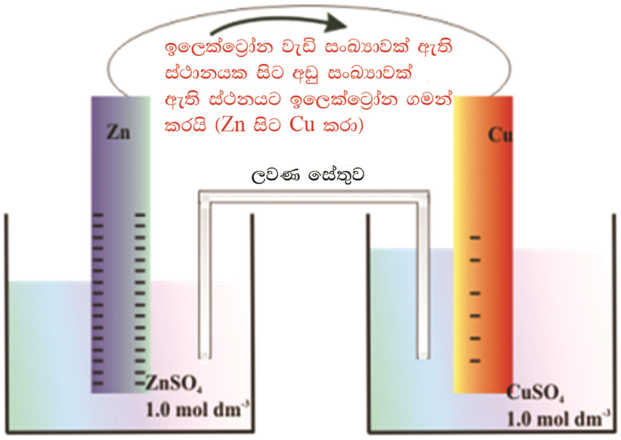
Zn සඳහා සෘණ E^0 අගයක් තිබීමෙන් පෙනෙන්නේ එයට හයිඩ්‍රජන්වලට සාපේක්ෂව ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීම පහසු බවයි. කොපර්වල ධන E^0 අගය පෙන්වන්නේ එයට හයිඩ්‍රජන්වලට සාපේක්ෂව ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීම අපහසු බවයි.

මෙය, ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකෙහි සමතුලිතතා කෙළින් ම සංසන්දනය කිරීමට ඉඩ සලසයි. Zn හි සමතුලිතතාව, Cu හි සමතුලිතතාවට වඩා වම් පසට නැඹුරුව පවතී. එබැවින් Zn ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සෘණ ලෙසත්, Cu ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ධන ලෙසත් (සාපේක්ෂව) වෝල්ට් මීටරය මඟින් දක්වනු ඇත. එයින් දක්වන්නේ ඒ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර විභව වෙනස වේ.

සාමාන්‍යයෙන්, ඉහළ ප්‍රතිරෝධයක් ඇති වෝල්ට් මීටරයක් භාවිත කිරීමෙන් පරිපථය හරහා ධාරාවක් ගැලීම වළක්වා ගනු ලැබේ. වෝල්ට් මීටරය නොමැතිව විද්‍යුත් පරිපථය සම්බන්ධ කළහොත්, වැඩිපුර ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස් වී ඇති අග්‍රයේ (Zn මත) සිට ඉලෙක්ට්‍රෝන අඩුවෙන් රැස් වී ඇති අග්‍රය (Cu මත) වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝන ධාරාවක් ගමන් ගනී. මෙසේ ගලා යන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහය, විද්‍යුත් ධාරාවක් ලෙස සැලකේ. මේ අවස්ථාවේ දී සමතුලිතතා බිඳ වැටෙන අතර, විද්‍යුත් ධාරාව ගලා යෑම නිසා ඇති වන වෙනස්කම් අවබෝධ කර ගැනීමට ලේ චැටලියර් මූලධර්මය යොදා ගනී. මෙහි දී එකිනෙකට විරුද්ධ ආචරණ දෙකක් ඇති වීම දැකිය හැකි වේ.

එක් පාර්ශ්වයක, Znහි සමතුලිතතාවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහරින අතර, ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව අහිමි වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගැනීම හැකි වන පරිදි සමතුලිත අවස්ථාව වෙනස් වේ. අනෙක් පාර්ශ්වයේ කොපර් ලෝහය වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝන එකතු වේ. ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව එසේ එකතු වන අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් වන ආකාරයට Cuවල සමතුලිතතාව සකස් වේ. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස පහත සටහනේ දැක්වෙන පරිදි වෙනස්කම් සිදු වේ. මෙය 3.12 රූපයේ දක්වා ඇත.





3.12 රූපය Zn හා Cu අර්ධ කෝෂ දෙක වෝල්ට් මීටරය නොමැතිව සම්බන්ධ කරන ලද ගැල්වානි කෝෂයක්

ඉහත පද්ධතියේ Zn සිට Cu දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලා යෑම නොකඩවා සිදු වුව හොත් ඒ අනුව සමතුලිත අවස්ථාව ද වෙනස් වේ. එබැවින් සමතුලිත ප්‍රතික්‍රියා දෙක ද, එක් දිශාවකට යොමු වූ ප්‍රතික්‍රියා දෙකක් බවට නිතැතින් ම පත් වේ. සින්ක් දිගින් දිගට ම අයන බවට පත් වන අතර, කොපර් අයන ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගනිමින් කොපර් බවට පත් වේ. ප්‍රතික්‍රියා දෙක පහත ආකාරයට දැක්විය හැකි ය.

$$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$$

එබැවින් ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ, Zn, සින්ක් අයන වශයෙන් ද්‍රාවණයට පිවිසීමත්, එහි දී පිට වන ඉලෙක්ට්‍රෝන කොපර් (II) අයනවලට ලබා දී ඒවා කොපර් ලෝහය බවට පත් වීමත් බව සමස්තයක් ලෙස දැක්විය හැකි ය. අප විසින් අර්ධ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියා ලෙස හඳුන්වනු ලබන ඉහත ප්‍රතික්‍රියා දෙක එකතු කිරීමෙන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලබා ගත හැකි වේ.

විද්‍යුත් ධාරාව ඇති වන්නේ ස්වයංසිද්ධ රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීම නිසා බව ඉහත කෝෂය සැලකීමේ දී පෙනී යයි. එබැවින් විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ, වර්ග දෙකකට වෙන් කළ හැකි වේ. ස්වයංසිද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීම කරණ කොට ගෙන විද්‍යුතය ජනනය වන කෝෂ ගැල්වානි කෝෂ හෙවත් වෝල්ටීය කෝෂ ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ නොවන විට කෝෂය ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා බාහිර විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් අවශ්‍ය වේ. මෙවැනි කෝෂ විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ ලෙස හැඳින්වේ.

ගැල්වානි කෝෂවල ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා, කෝෂයේ ක්‍රියාත්මක බව සඳහා වග කිව යුතු වේ. කෝෂය ක්‍රියාත්මක වන විට ඔක්සිකරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා හරින අතර, ඒ ඉලෙක්ට්‍රෝන අනෙක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වෙත ගමන් කර, ඒ කොටසේ ඇති රසායනික ප්‍රභේද ඔක්සිහරණයට පාත්‍ර කරවයි. ඔක්සිකරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **ඇනෝඩය** ලෙස ද ඔක්සිහරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **කැතෝඩය** ලෙස ද අර්ථ දැක්වේ. ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා එකතු කිරීමෙන් සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ලබා ගත හැකි වේ. එබැවින් ඩැනියෙල් කෝෂය ලෙස හඳුන්වනු ලබන සින්ක් හා කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩවලින් සමන්විත කෝෂය සඳහා සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා එකතු කිරීමෙන් ලබා ගත හැකි ය.

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව): $Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$

(දකුණු අත පැත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, RHE)

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව) : $\underline{Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e}$

(වම් අත පැත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, LHE)

කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව: $\mathbf{Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)}$

බාහිර, ප්‍රතිවිරුද්ධ විභවයක් ගැල්වානි කෝෂය මත ඇති කළ හොත් සහ එය ක්‍රමයෙන් වැඩි කළ හොත්, බාහිර විභවය 1.1 V කරා ළඟා වන තෙක් කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන බව මතක තබා ගන්න. බාහිර විභවය 1.1 V වන විට කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම නවතින අතර, තව දුරටත් කෝෂයෙන් ධාරාවක් ලබා ගත නොහැකි වේ. බාහිර විභවය තව දුරටත් වැඩි කළ හොත් කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවිරුද්ධ දිහාවට සිදු වීම පටන් ගනී.

($Cu(s)$ + $Zn^{2+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq)$ + $Zn(s)$). එවිට එය විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එය ස්වයංසිද්ධ නොවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කර ලීමට යොදා ගන්නා ඇටවුමකි. මෙහි දී 1.1 V වෝල්ටීයතාව ඩැනියෙල් කෝෂය සඳහා ලබා ගන්නේ කෙසේ දැයි වටහා ගැනීම වැදගත් වේ. එය මෙසේ අවබෝධ කර ගත හැකි වේ.

ඩැනියෙල් කෝෂයේ කුටීර දෙක තුළ ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා සිදු වේ. කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ දී ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන අතර, සින්ක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ දී ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ. කෝෂයේ ඇති මේ කුටීර අර්ධ කෝෂ හෝ රෙඩොක්ස් යුගල ලෙස හැඳින්වෙන බව පෙර සඳහන් කර ඇත. කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඔක්සිහරණ අර්ධ කෝෂය ලෙස ද සින්ක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඔක්සිකරණ අර්ධ කෝෂය ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.

ගැල්වානි කෝෂයේ දී, ඔක්සිකරණය සිදු වන අර්ධ කෝෂය (ඇනෝඩය) සඳහා, ද්‍රාවණයට සාපේක්ෂව සෘණ විභවයක් ලැබේ. ඔක්සිහරණය සිදු වන අනෙක් අර්ධ කෝෂයට ද්‍රාවණයට සාපේක්ෂව ධන විභවයක් ලැබේ. එබැවින් ස්විච්චය ක්‍රියාත්මක කළ විගස ("*on*" පිහිටීම) ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අතර විභවඅන්තරයක් ඇති වන අතර, සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සිට ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය කරා බාහිර පරිපථය ඔස්සේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කරයි. ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලා යන දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාව විද්‍යුත් ධාරාවේ දිශාව වේ. ගැල්වානි කෝෂයක ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර විභව අන්තරය, "කෝෂ විභවය" ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එය මනිනු ලබන්නේ වෝල්ට් (V) යන ඒකකයෙනි. ඇනෝඩය හා කැතෝඩයෙහි ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව අතර වෙනස, එනම් ඔක්සිහරණ විභව අතර, වෙනස කෝෂ විභවය වේ. එය, කෝෂය හරහා ධාරාවක් නොගලන විට කෝෂයේ **විද්‍යුත් ගාමක බලය (emf)** ලෙසද හැඳින්වේ. වර්තමානයේ දී ගැල්වානි කෝෂයක් නිරූපණය කිරීමේ දී ඇනෝඩය වම් පසින් ද කැතෝඩය දකුණු පසින්ද වන පරිදි නිරූපණය කිරීම සම්මුතියක් ලෙස පිළිගැනේ. එකිනෙකට වෙනස් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙකක් තුළ වෙනස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් ගිල්වා තනා ඇති විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක දී නම් ද්‍රාවණ වෙන් කරන මායිමේ දී අමතර විභව අන්තරයක් ද හට ගනී. මේ විභව අන්තරය **"ද්‍රව සන්ධි විභවය"** ලෙස හැඳින්වේ. විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවක් මඟින් සම්බන්ධ කිරීමෙන් ද්‍රව සන්ධි විභවය අවම කර ගත හැකි ය.

ගැල්වානි කෝෂයක් නිරූපණය කිරීමේ දී ලෝහය සහ විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය සිරස් ඉරකින් වෙන් කරන අතර, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවක් මඟින් සම්බන්ධ කර ඇති නම් එය සිරස් ද්විත්ව ඉරි මඟින් නිරූපණය කරනු ලැබේ. **කෝෂ අංකනය** සටහන් කිරීමේ දී පහත කරුණු වැදගත් වේ.

- කෝෂයේ ඔක්සිකරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වම් පසින් ද කෝෂයේ ඔක්සිහරණය සිදු වන අග්‍රය දකුණු පසින් ද සටහන් කෙරේ.
- කලාප දෙකක් සිරස් ඉරකින් "|" වෙන් කෙරේ.
- ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර ද්‍රව සන්ධි විභවයක් ඇති අවස්ථාවේ දී සිරස් කඩ ඉරක් "⋮" මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක වෙන් කරනු ලැබේ.
- ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර ද්‍රව සන්ධි විභවයක් නැති විට, එනම් ලවණ සේතුවකින් අර්ධ කෝෂ දෙක සම්බන්ධ කර ඇති විට ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක වෙන් කරන්නේ සිරස් ඉරි දෙකකිනි "||".
- සියලු ප්‍රභේදවල භෞතික අවස්ථාව දැක්වීම අනිවාර්ය වන අතර, සාන්ද්‍රණය පීඩනය, උෂ්ණත්වය වැනි තත්ත්ව දන්නේ නම් ඒවා ද ඒ සමඟ දැක්විය යුතු ය.

ඉහත සම්මුතික කෝෂ අංකනය මඟින් ඩැනියෙල් කෝෂය නිරූපණය කරමු.

$$Zn(s)|Zn^{2+}(aq, 1.0\ mol\ dm^{-3}))||Cu^{2+}(aq, 1.0\ mol\ dm^{-3})|Cu(s)$$

තවත් නිදසුන්:

1. සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා මැග්නීසියම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මඟින් සෑදෙන කෝෂයඃ

$$Mg(s)|\ Mg^{2+}(aq, 1.0\ mol\ dm^{-3})\ ||\ H^{+}(aq, 1.0\ mol\ dm^{-3})\ |\ H_2(g)\ |Pt(s)$$

2. සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා ක්ලෝරීන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මඟින් සෑදෙන කෝෂයඃ

$$Pt(s)|H_2(g)\ |H^{+}(aq)\ ||Cl^{-}(aq)\ |Cl_2(g)\ |Pt(s)$$

3. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකට ම පොදු විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය ලෙස HCl යොදා ඇති විට, සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා $Ag/AgCl/Cl^{-}$ මඟින් සෑදෙන කෝෂය

$$Pt(s)|H_2(g)\ |H^{+}(aq),\ Cl^{-}(aq)\ |AgCl(s)\ |Ag(s)$$

මේ සම්මුතියේ දී කෝෂයේ විද්‍යුත් ගාමක බලය සෑම විට ම ධන වන අතර, එය දකුණු අර්ධ කෝෂයේ විභවයෙන් වම් අර්ධ කෝෂයේ විභවය අඩු කිරීමෙන් ලැබේ. එනම්,

$$E_{cell} = E_{දකුණු} - E_{වම}$$

හෝ

$$E_{cell} = E_{කැතෝඩය} - E_{ඇනෝඩය}$$

අප විසින් සලකා බැලූ කෝෂය සඳහා

$$E_{cell} = E_{Cu^{2+}(aq)/Cu(s)} - E_{Zn^{2+}(aq)/Zn(s)}$$

$$E_{cell} = 0.34\ V - (-0.76V)$$

$$E_{cell} = +1.10\ V$$

වැඩිදුර අවබෝධය සඳහා තවත් නිදසුනක් ගනිමු.

පහත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

අර්ධ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාඃ-

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය) $2Ag^{+}(aq) + 2e \rightarrow 2Ag(s)$

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය) $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e$

ඉහත ප්‍රතික්‍රියා දෙක එකතු කිරීමෙන් සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ලැබෙන අතර, සිල්වර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය කැතෝඩය ලෙස ද කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඇනෝඩය ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. කෝෂය මෙසේ නිරූපණය කළ හැකි ය.

$$Cu(s)|Cu^{2+}(aq)||Ag^{+}(aq)|Ag(s)$$

එමඟින්,

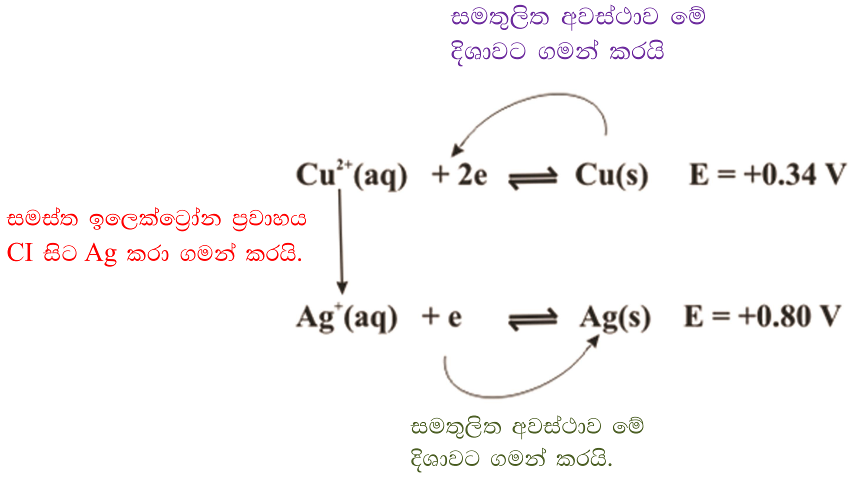
$$E_{cell} = E_{දකුණු} - E_{වම} = E_{Ag^{+}/Ag} - E_{Cu^{2+}/Cu}$$

අදාළ ඔක්සිහරණ විභව අගයන් ආදේශ කිරීමෙන් විද්‍යුත් ගාමක බලය ලබා ගත හැකි ය.

$$E_{cell} = +0.80\ V - (0.34\ V) = +0.46\ V$$

මෙහි ප්‍රතික්‍රියා මෙසේ ද සැලකිය හැකි ය.
අර්ධ කෝෂ දෙකේ ම E^{o} අගයන් ධන වේ. $E_{Ag^{+}/Ag} = +0.80\ V$ සහ $E_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$ වේ. මින් පෙනෙන්නේ Cu හෝ Ag යන දෙක ම හයිඩ්‍රජන්වලට සාපේක්ෂව අයන බවට පත් වීමට සහ ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීමට නැඹුරු නොවන බවයි.

කෙසේ වුව ද, කොපර්වල E^{o} අගයෙහි ධන ස්වභාවය අඩු නිසා කොපර්වල ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් කිරීමේ හැකියාව සාපේක්ෂව ඉහළ ය. ඒ නිසා කෝෂයේ වඩාත් ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස් වූ අග්‍රය කොපර් විය යුතු වේ. එබැවින් කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට සෘණ විභවයක් ලැබේ. කොපර් හා සිල්වර් දඬු කම්බියකින් සම්බන්ධ කළ හොත්, ඉලෙක්ට්‍රෝන ධාරාව කොපර්වල සිට සිල්වර් කරා ගලා යයි. එය පහත දක්වා ඇත.

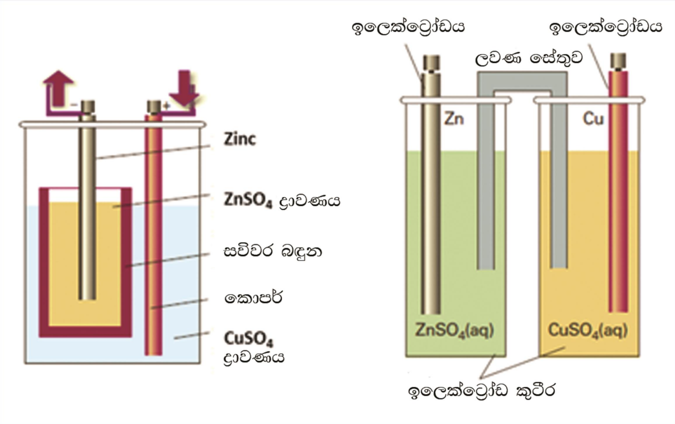


මේ නිසා දී ඇති කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ශක්‍යතාවක් ඇති බව තහවුරු වේ.

නිදසුන 3.2

පහත දක්වා ඇත්තේ ඩැනියෙල් කෝෂයේ ආකාර කිහිපයකි. ඒ සඳහා සම්මුතික කෝෂ අංකනය ලියන්න.

(a) (b)



පිළිතුර

(a) මේ රූපයේ විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය දෙක අතර ද්‍රව සන්ධියක් ඇත. ඒ නිසා කෝෂ අංකනය, $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)\vdots Cu^{2+}(aq)|Cu(s)$වේ.

(b) මේ රූපයේ, ද්‍රවසන්ධි විභවය අවම වන පරිදි ලවණ සේතුවක් යොදා ද්‍රාවණ දෙක සම්බන්ධ කර ඇත. ඒ නිසා කෝෂ අංකනය, $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)||Cu^{2+}(aq)|Cu(s)$ පරිදි වේ.

3.3.2 ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය කෙරෙහි බලපාන සාධක

- උෂ්ණත්වය
- විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ සාන්ද්‍රණය
- විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ ස්වභාවය
- වායුවේ පීඩනය
- විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය වර්ගය

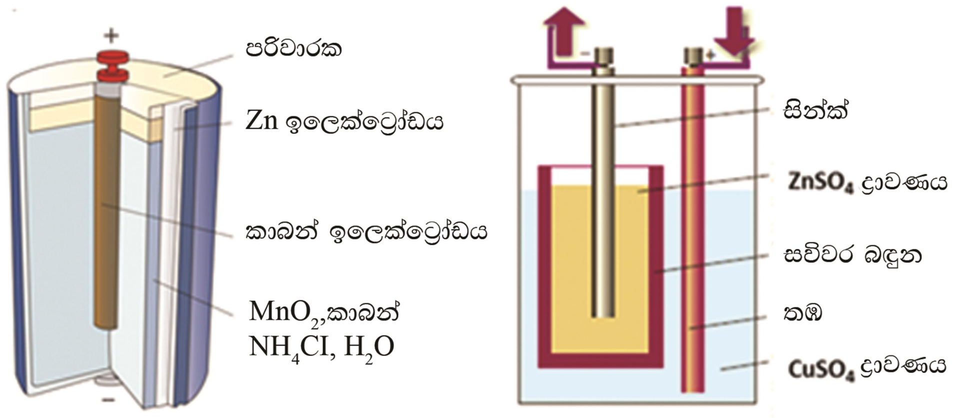
විද්‍යුත් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදුවීම සඳහා ලෝහ කැටායන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ පෘෂ්ඨය සමඟ උචිත දිශානතියකින් හා ශක්තියකින් ඝට්ටනය විය යුතු ය. ඒ නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව සෙවීමේ දී විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ උෂ්ණත්වය හා සාන්ද්‍රණය, වැදගත් වේ. කෝෂය ක්‍රියාත්මක වීමේ දී ආරෝපණ ගෙන යෑම සඳහා විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ ස්වභාවය ගැන ද සැලකීම වැදගත් වේ. මෙය 3.1.1 කොටස යටතේ සාකච්ඡා කර ඇත. වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩයන් භාවිත කරන විට, වායුවේ පීඩනය සඳහන් කිරීම වැදගත් වන අතර, එමගින් ඒකක පරිමාවක් තුළ ඇති වායු මවුල ගණන දැන ගත හැකි ය.

සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට (SHE) සාපේක්ෂව සිල්වර් සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවය 0.22V බව මැන ගෙන ඇත. කෙසේ වුවත් සාන්ද්‍රණය 0.1 mol dm^{-3}

වන KCl ද්‍රාවණයක් භාවිතා කළ හොත්, ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය 0.288 V දක්වා වෙනස් වේ. 1.00 mol dm^{-3} ද්‍රාවණය ඇති KCl ගත් විට මේ විභවය 0.235 V දක්වා වෙනස් වේ.

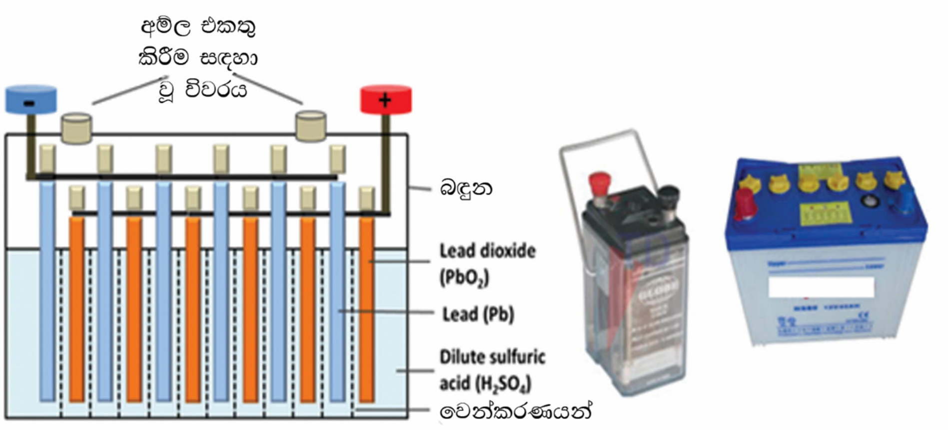
3.3.3 විවිධ විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ වර්ග

රසායනික ශක්තිය, විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කිරීම සඳහා විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ භාවිත වේ. ඒ නිසා එදිනෙදා ජීවිතයේ දී භාවිත වන බැටරි මඟින් ක්‍රියාත්මක වන විද්‍යුත් උපාංග සඳහා එවැනි විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ සුලභව භාවිත වේ. එවැනි කෝෂවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ, සන්නායක කම්බියකින් බාහිරව සම්බන්ධ කර ධාරාවක් ලබා ගන්නා විට රසායනික ප්‍රතික්‍රියා හට ගනී. විද්‍යුතය සැපයීමෙන් කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව පසුපස දිහාවට සිදු කළ නොහැකි විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ, ප්‍රාථමික කෝෂ ලෙස හැඳින්වේ (නැවත ආරෝපණය කළ නොහැකි). 3.11(a) රූපයෙහි දක්වා ඇති සාමාන්‍ය ලෙක්ලාන්ච් කෝෂය සහ 3.11(b) රූපයේ දක්වා ඇති ඩැනියෙල් කෝෂය ප්‍රාථමික කෝෂ සඳහා නිදසුන් වේ.



(a) (b)

3.11 රූපය (a) සාමාන්‍ය ලෙක්ලාන්ච් කෝෂය හා (b) ඩැනියෙල් කෝෂය



(a) (b) (c)

3.12 රූපය (a) ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරයේ දළ සටහන (b) ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය
(c) වාණිජමය ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය (කාර් බැටරිය)

ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය හෙවත් ඊයම් සංචායක කෝෂය එදිනෙදා ජීවිතයේ දී භාවිත කරන තවත් කෝෂයකි. එය බහුලව හඳුන්වන්නේ "කාර් බැටරිය" ලෙස ය. මෙවැනි කෝෂ, එහි ප්‍රතික්‍රියා පසුපස දිහාවට සිදු කර ලීමෙන් නැවත ආරෝපණය කළ හැකි වේ (rechargeable). මෙවැනි කෝෂ "**ද්විතීයක කෝෂ**" නම් වේ. 3.12 රූපයේ ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය පෙන්වා ඇත.

වගුව 3.6 විවිධ වර්ගවල විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ සඳහා සාරාංශය

විද්‍යුත් රසායනික කෝෂය	සාමාන්‍ය ලෙක්ලාන්ච් කෝෂය (ප්‍රාථමික කෝෂය)	ඩැනියෙල් කෝෂය (ප්‍රාථමික කෝෂය)	ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය (ද්විතීයක කෝෂය)
විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය	NH_4Cl / $ZnCl_2$	$ZnSO_4$ (aq)/ $CuSO_4$ (aq)	Dil. H_2SO_4
ධන අග්‍රය	C/ MnO_2	Cu	PbO_2
සෘණ අග්‍රය	Zn	Zn	Pb
ධන අග්‍රයේ ප්‍රතික්‍රියාව (කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව)	$2NH_4^+(aq) + 2MnO_2(s) + 2e \rightarrow Mn_2O_3(s) + H_2O(l) + 2NH_3(g)$	$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$	(විසර්ජනයේදී) $PbO_2(s) + 4H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2e \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$
සෘණ අග්‍රයේ ප්‍රතික්‍රියාව (ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව)	$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$	$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$	(විසර්ජනයේදී) $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(aq) + 2e$
කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව	$Zn(s) + 2NH_4^+(aq) + 2MnO_2(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Mn_2O_3(s) + H_2O(l) + 2NH_3(g)$	$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$	(විසර්ජනයේදී) $PbO_2(s) + 4H^+(aq) + Pb(s) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

3.4 විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

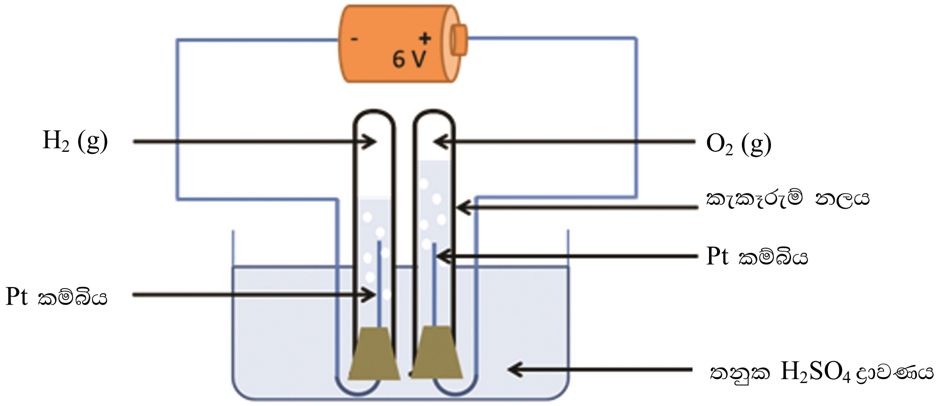
රසායනික ශක්තිය, විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වීම ගැල්වානි කෝෂ තුළ දී සිදු වේ. එහෙත් එදිනෙදා ජීවිතයට ප්‍රයෝජනවත් අංග නිපදවීම සඳහා ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කිරීමට සිදු වන අවස්ථා හමු වේ. උදාහරණ ලෙස: එතරම් වටිනාකමක් නැති ලෝහයක් මත සිල්වර් වැනි වටිනා ලෝහයක් විද්‍යුත් ආලේපනය කිරීමෙන් එයට සිත්කලු පෙනුමක් ද ආරක්ෂක ලෝහ ආවරණයක් ද ලබා දිය හැකි ය. එවැනි අවස්ථාවක දී බාහිරින් විද්‍යුත් ශක්තිය සැපයීමෙන් ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක්, ඉදිරි දිශාවට සිදු කළ හැකි වේ. මෙසේ බාහිරින් විද්‍යුත් ශක්තිය සැපයීමෙන් ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කරවීම **විද්‍යුත් විච්ඡේදනය** ලෙස සැලකිය හැකි ය. විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී, විලීන කළ ද්‍රව්‍යය තුළින් හෝ සුදුසු ද්‍රාවකයක දිය කළ ද්‍රව්‍යය අඩංගු ද්‍රාවණය තුළින් හෝ විද්‍යුතය ගමන් කරවීමට සිදු වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අසල සිදු වන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා මඟින් අපට අවශ්‍ය ද්‍රව්‍යය නිපදවා ගත හැකි ය.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී බාහිර විද්‍යුත් සැපයුමේ (බැටරිය)ධන අග්‍රය, **ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය** හෙවත් **ඇනෝඩය** වේ. එසේ ම සෘණ අග්‍රයට සම්බන්ධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය** හෙවත් **කැතෝඩය** වේ. විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී ද්‍රාවණයේ ඇති ධන අයන, සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට (කැතෝඩයට) ආකර්ෂණය වී ප්‍රතික්‍රියාවලට බඳුන් වේ. ඇනෝඩයේ දී මෙයට ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාව වන ද්‍රාවණයේ ඇති සෘණ අයන ආකර්ෂණය වීම සිදු වී ඒ අයනඔක්සිකරණයට භාජනය වේ.

3.4.1 ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

ජලය ඉතා ස්ථායි රසායනික ද්‍රව්‍යයකි. එබැවින් සාමාන්‍ය වායුගෝලීය තත්ත්ව යටතේ (1 atm, 25°C, ΔG^{θ} = 474.4 kJ mol^{-1}) ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය වී හයිඩ්‍රජන් හා ඔක්සිජන් සෑදීම ස්වයංසිද්ධව සිදු නොවේ. ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියා සිදු වීම පිණිස බාහිර විද්‍යුත් ශක්තියක් ලබා දීමට අවශ්‍ය වේ.

ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා භාවිත කළ හැකි ඇටවුමක් 3.14 රූපයේ දැක්වේ.



3.14 රූපය ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා භාවිත කළ හැකි පරීක්ෂණාත්මක ඇටවුම

සංශුද්ධ ජලයේ අඩංගු ප්‍රධාන අයනික ප්‍රභේදය වන්නේ 1×10^{-7} mol dm^{-3}ක සාන්ද්‍රණයක් ඇති $H^+(aq)$ අයන හා $OH^-(aq)$ අයනයි. ඒ නිසා ද්‍රාවණයේ $H^+(aq)$ අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීමට ජලයට තනුක H_2SO_4 (0.10 mol dm^{-3}) එකතු කරනු ලැබේ.

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)}$

මේ විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා H_2SO_4 අම්ලයේ සාන්ද්‍රණය මගින් බලපෑමක් ඇති නොවන බව සමස්ථ ප්‍රතික්‍රියාව සැලකූ විට පැහැදිලි වේ.

නිදසුන 3.3

3.5 වගුවේ ඇති සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව අගයන් භාවිත කර ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනයට අවශ්‍ය අවම වෝල්ටීයතාව ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව පහත දැක්වේ.

ඇනෝඩය(ඔක්සිකරණය) : $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ ($E^\ominus = 1.23$ V)

කැතෝඩය(ඔක්සිහරණය) : $4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)$ ($E^\ominus = 0.00$ V)

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)}$

$E^\ominus$cell = $E^\ominus$කැතෝඩය - $E^\ominus$ඇනෝඩය = 0 V – (1.23 V) = **-1.23 V**

$\Delta G^\ominus = -nFE^\ominus$ (මෙම සමීකරණය දක්වා ඇත්තේ මෙම පිළිතුර පැහැදිලි කිරීම සඳහා ය. මෙය අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව විෂය නිර්දේශයට අදාළ නොවේ.)

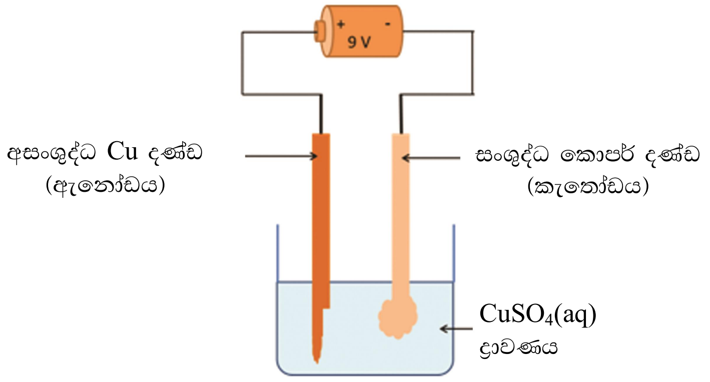
මෙහි $E^\ominus$cell ඍණ අගයක් බැවින්, $\Delta G^\ominus$හි අගය ධන වේ. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ නොවේ. ඉහත ප්‍රතික්‍රියා සිදු වීම සඳහා බාහිර විද්‍යුත් සැපයුම මගින් ලබා දිය යුතු අවම වෝල්ටීයතාව 1.23 Vවේ.

3.4.2 කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

වාණිජව කොපර් ලෝහය පිරිපහදු කරන්නේ කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා, කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීමෙනි. සාමාන්‍යයෙන් කොපර් නිස්සාරණය කරන්නේ ලෝපස, කාබන් සමග ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙනි. කෙසේ වුව ද මෙහි දී සෑදෙන කොපර් විවිධ අපද්‍රව්‍ය මගින් අපවිත්‍ර වී ඇත. එමනිසා සංශුද්ධ කොපර් ලබා ගැනීම පිණිස අපිරිසිදු Cu ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය (ඇනෝඩය) ලෙස භාවිත කරමින් $CuSO_4(aq)$ ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කරනු ලැබේ. මෙහි දී ඍණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වන්නේ සංශුද්ධ Cu තහඩුවකි. මේ පද්ධතිය විද්‍යුත් ප්‍රභවයට (උදා 9V බැටරියකට) සම්බන්ධ කළ විට අපිරිසිදු Cu දණ්ඩ (ඇනෝඩය) Cu^{2+} අයන බවට පත් වෙමින් ද්‍රාවණගත වන අතර, පිරිසිදු කොපර් දණ්ඩ (කැතෝඩය) මත වඩ වඩා Cu තැන්පත් වී, එහි ප්‍රමාණය විශාල වේ.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$



3.15 රූපය $CuSO_4$ ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම සඳහා පරීක්ෂණාත්මක ඇටවුම

3.4.3 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

Pt හෝ මිනිරන් වැනි නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා $CuSO_4$ ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කළ හොත් ඊට හාත්පසින් ම වෙනස් නිරීක්ෂණ ලැබේ. මෙහි දී ඇනෝඩය අසලින් O_2 වායුව නිදහස් වන අතර, කැතෝඩය මත Cu තැන්පත් වනු නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. මෙහි දී ද 3.15 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ පරීක්ෂණාත්මක ඇටවුමක් යොදා ගනී. එක ම වෙනස වන්නේ නිෂ්ක්‍රීය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ භාවිතා කිරීමයි.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය):	$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$
කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය):	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$
සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව :	$\mathbf{2Cu^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Cu(s) + O_2(g) + 4H^+(aq)}$

මේ පරීක්ෂණයේදී, ඍණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හෙවත් කැතෝඩය අසල පවතින අයන සැලකූ විට, Cu^{2+} අයන, Cu ලෝහය බවට ඔක්සිහරණය වීම (+0.34 V), H^+ අයන H_2 බවට ඔක්සිහරණය (0.00 V) වීමට වඩා පහසු වේ. 13.5 වගුවේ මීට අදාළ සම්මත ඔක්සිහරණ විභව දක්වා ඇත. මෙසේ ම ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හෙවත් ඇනෝඩය වෙත SO_4^{2-} අයන හා OH^- අයන ආකර්ෂණය වේ. මේ අයන අතරින් SO_4^{2-} අයන ඔක්සිකරණය වීමට (+2.05 V)වඩා වැඩි ශක්‍යතාවක් ජලය ඔක්සිකරණය වීමට (+1.23V) තිබේ. ඒ නිසා ඇනෝඩයේ දී ජලය ඔක්සිකරණය වී O_2 වායුව නිදහස් වේ.

3.4.4 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා NaCl(aq) ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම

NaCl(aq) ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම සලකා බලන විට පළමුව එක් එක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය අසල සිදු වන ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා විශ්ලේෂණය කිරීම වැදගත් වේ. තරගකාරි ප්‍රතික්‍රියාවල සම්මත ඔක්සිහරණ විභව සංසන්දනය මඟින් අවසාන ඵල පුරෝකථනය කළ හැකි ය. කැතෝඩය අසල දී පහත සඳහන් තරගකාරි ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා සිදු විය හැකි ය.

$2H^+(aq) + 2e \rightarrow H_2(g)$	$E^\ominus = 0.00\ V$	(1)
$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	$E^\ominus = -0.83\ V$	(2)
$Na^+(aq) + e \rightarrow Na(s)$	$E^\ominus = -2.71\ V$	(3)

මේ සම්මත ඔක්සිහරණ විභව සැලකූ විට (1) ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට වඩාත් ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව වේ. මේ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා සම්මත තත්ත්ව අවශ්‍ය වන අතර, ජලයේ $H^+(aq)$ සාන්ද්‍රණය ද ඉතා කුඩා වේ (10^{-7} mol dm^{-3}). එම නිසා සාමාන්‍ය විද්‍යාගාර තත්ත්වය යටතේ මෙය සිදු නොවේ. (3) වන ප්‍රතික්‍රියාවේ ඉහළ ඍණ විභවය නිසා $Na^+(aq)$ අයන ඔක්සිහරණය වීමට ද නොහැකි ය. ඒ නිසා NaCl(aq) ද්‍රාවණයේ විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සැලකීමේ දී කැතෝඩයේ දී සිදු වීමට වඩාත් ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ (2) ප්‍රතික්‍රියාවයි. එනම් ජලය ඔක්සිහරණය වී $H_2(g)$ හා $OH^-(aq)$ අයන සෑදීමේ ප්‍රතික්‍රියාවයි.

ඇනෝඩයේ දී වඩාත් ම සිදු වීමට ඉඩ ඇති ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියාව තීරණය කිරීම සඳහා, පළමුව සිදු විය හැකි සියලු ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියා ලැයිස්තුගත කළ යුතු ය.

$$2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e \qquad (4)$$

$$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \qquad (5)$$

සිදු වීමට වඩාත් ම ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව සෙවීමට පළමුව, ඒවායේ සම්මත ඔක්සිහරණ විභව සැලකිය යුතු වේ.

$$Cl_2(g) + 2e \rightarrow 2Cl^-(aq) \qquad E^\ominus = +1.36 \text{ V} \qquad (4')$$

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \rightarrow 2H_2O(l) \qquad E^\ominus = +1.23 \text{ V} \qquad (5')$$

මේ දත්තවලට අනුව (4') ඔක්සිහරණ අර්ධප්‍රතික්‍රියාව, (5') ප්‍රතික්‍රියාවට වඩා පහසුවෙන් සිදු විය යුතු ය. එනම් (5) හි දැක්වෙන ඔක්සිකරණය, (4) හි දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාවට වඩා පහසුවෙන් සිදු වේ. කෙසේ වුවත් පරීක්ෂණය සිදු කිරීමේ දී පිට වන්නේ O_2 නොව Cl_2 වායුවයි. මීට හේතුව ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා සැපයිය යුතු නියම විභවය, සමහර විට එහි සම්මත ඔක්සිහරණ විභවයට වඩා වැඩි වීමයි. මේ අමතර විභවය **"අධිවෝල්ටීයතාව"** (Over Potential) ලෙස හැඳින්වේ (අධිවෝල්ටීයතාව පිළිබඳ සවිස්තර හැදෑරීමක් උසස් පෙළ විෂය නිර්දේශයේ සීමා ඉක්මවන බැවින් ඒ පිළිබඳ සාකච්ඡා නො කෙරේ). වෙනත් වචනවලින් කිව හොත්, සම්මත ඔක්සිහරණය විභවය මඟින් අදාළ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා අවශ්‍ය වන අවම වෝල්ටීයතාව ලබා ගත හැකි ය. කෙසේ වුවත් අවශ්‍ය සත්‍ය වෝල්ටීයතාව, අධිවෝල්ටීයතාව හේතුවෙන් ඉහත අගයට වඩා වැඩි විය හැකි ය. (5) ප්‍රතික්‍රියාව (O_2 මුක්ත වීම) සඳහා අධිවෝල්ටීයතාව (4) ප්‍රතික්‍රියාවේ අධිවෝල්ටීයතාවට වඩා වැඩි බැවින් මෙහි දී Cl_2 වායුව සෑදීම නිරීක්ෂණය වේ. එබැවින් (4) ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා, (5) ප්‍රතික්‍රියාවට සාපේක්ෂව අඩු විභවයක් සැපයිය යුතු වේ.

අවසාන වශයෙන්, NaCl(aq) ජලීය ද්‍රාවණයක් නිෂ්ක්‍රීය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී සිදු වන කැතෝඩ හා ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියා මෙසේ දැක්විය හැකි ය.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)}$

සමස්ථ ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2Cl^-(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow Cl_2(g) + H_2(g) + 2OH^-(aq)}$

3.4.5 නිෂ්ක්‍රීය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා/ විලීන සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ඝන අවස්ථාවේ ඇති NaClවල සචල අයන නැති බැවින් විද්‍යුතය සන්නයනය නොකරයි. එහෙත් NaClහි ද්‍රවාංකයට වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වයකට (> 801 °C) රත් කළ විට ලැබෙන විලීන වූ NaCl(l)හි සචල Na^+ අයන හා සචල Cl^- අයන ඇත. ඒ නිසා විලීන

NaCl හි Na^+අයන, ඔක්සිහරණය වී Na ලෝහය සාදන අතර, ඔක්සිකරණය ඵලය ලෙස Cl_2 සෑදේ.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{Na^+(l) + e \rightarrow Na(l)}$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2Cl^-(l) + 2Na^+(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2Na(l)}$

ඉහත සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම පිණිස සැපයිය යුතු අවම වෝල්ටීයතාව, 4.07 Vකි. එහෙත් ප්‍රතික්‍රියාවේ ඉහළ අධිවෝල්ටීයතාව හේතුවෙන්, ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා මීට වඩා බොහෝ ඉහළ වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රායෝගිකව ලබා දිය යුතු වේ. වාණිජව, Na ලෝහය නිස්සාරණය කරන්නේ විලීන NaCl ද්‍රවය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය මඟිනි. කාර්මිකව භාවිත කරන කෝෂය **ඩවුන්ස් කෝෂය** ලෙස හැඳින්වේ.

3.4 නිදසුන

නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා Na_2SO_4 ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී ඇනෝඩය හා කැතෝඩය අසල පිට වන වායු මොනවා දැයි පුරෝකථනය කරන්න.

පිළිතුර

පියවර 1: ඇනෝඩයෙහි සිදු විය හැකි ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියා හඳුනා ගන්න. (ඉගියඃ ඇනෝඩයේ දී ඇනායන ඔක්සිකරණය වීමට පෙලඹේ). වගුව 13.5හි සඳහන් සම්මත ඔක්සිහරණ විභව ලියා දක්වන්න.

$2SO_4^{2-}(aq) \rightarrow S_2O_8^{2-}(aq) + 2e$ ($E^0 = +2.05$ V) ……(1)

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ ($E^0 = +1.23$ V) ……(2)

අධිවෝල්ටීයතාව නොසලකා හැරිය හොත්, අඩු ම සම්මත ඔක්සිහරණ විභවය ඇති ප්‍රතික්‍රියාව, වඩාත් සිදුවීමට ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව වේ.

ඒ නිසා ඇනෝඩයේදී O_2 වායුව පිට වේ.

පියවර 2: කැතෝඩය අසල සිදුවිය හැකි ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා හඳුනා ගන්න. (ඉගියඃ කැටායන, කැතෝඩයේ දී ඔක්සිහරණය වීමට පෙළඹේ). වගුව 13.5හි සඳහන් ඔක්සිහරණ විභව ලියා දක්වන්න.

$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ ($E^0 = -0.83$ V) …….(3)

$Na^+(aq) + e \rightarrow Na(s)$ ($E^0 = -2.71$ V) …….(4)

සම්මත ඔක්සිහරණ විභවය සඳහා වැඩි ඍණ අගයක් ලැබෙන්නේ ඔක්සිකරණය වීමට වඩාත් ම කැමැති ප්‍රභේදයට වේ. ජලය ඔක්සිහරණය වීමට සාපේක්ෂව Na^+ ඔක්සිහරණය වීම සඳහා සම්මත ඔක්සිහරණ විභවය වැඩි ඍණ අගයක් ගනී. ඒ නිසා Na^+ අයන, එලෙස ම Na^+ ලෙස පැවතීමට නැඹුරු වන අතර, H_2O ඔක්සිහරණය වී කැතෝඩය අසල H_2 නිපදවේ.

ඔක්සිහරණහා ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා දෙකෙහි දී ම සිදු වන්නේ H^+ හා OH^- අයන වෙනුවට ජලය ප්‍රතික්‍රියාවට භාජනය වීමයි. මෙසේ වන්නේ Na_2SO_4, pH අගය 7.0ට ආසන්න වන උදාසීන ද්‍රාවණයක් වන බැවිනි. ඒ නිසා ද්‍රාවණයේ H^+අගයහා OH^- අයන සාන්ද්‍රණය ඉතා අඩු වන අතර, H_2O ඔක්සිකරණයට පාත්‍ර වේ.

පියවර 3 :ඇනෝඩ සහ කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියා මඟින් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලබා ගන්න.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2\ H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{4\ H_2O(l) + 4e \rightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)}$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)}$

3.4.6 විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක ආකාරය

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක ආකාරය පළමුව අනාවරණය කරන ලද්දේ **මයිකල් ෆැරඩේ** විසිනි. ඉහත සාකච්ඡා කළ කරුණු, ෆැරඩේ නියම සඳහා පාදක වී ඇත.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා පැරඩේ නියම

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක විශ්ලේෂණ සඳහා පහත දැක්වෙන සුප්‍රකට ෆැරඩේ නියම දෙක භාවිත වේ.

(i) පළමු නියමය: විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී, විද්‍යුතය මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් අසල සිදු වන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රමාණය, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය (විලීන ද්‍රවය/ ද්‍රාවණය) තුළින් ගැලූ විද්‍යුත් ප්‍රමාණයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

(ii) දෙවන නියමය: විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ද්‍රාවණයක් තුළින් එක ම විද්‍යුත් ප්‍රමාණයක් යැවීමේ දී මුක්ත වන විවිධ ද්‍රව්‍යවල ප්‍රමාණයන්, ඒ ද්‍රව්‍යවල රසායනික සමාන ස්කන්ධවලට සමානුපාතික වේ.

$$\text{සමක ස්කන්ධය} = \frac{\text{ලෝහයේ පරමාණුක ස්කන්ධය}}{\text{කැටායන ඔක්සිහරණයට අවශ්‍ය ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව}}$$

ගලා ගිය විද්‍යුත් ආරෝපණ ප්‍රමාණය Q නම්

$$\boldsymbol{Q = It}$$

I - ඇම්පියර් හා t - තත්පරවලින් මනින විට Q හි ඒකකය කුලෝම් වේ. $\mathbf{1\ C = 1\ A \times 1\ s}$

ඔක්සිකරණයක් හෝ ඔක්සිහරණයක් සඳහා අවශ්‍ය වන ආරෝපණ ප්‍රමාණය (විද්‍යුත් ප්‍රමාණය), ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියෝමිතිය මත රඳා පවතී. නිදසුන් ලෙස, පහත ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$Ag^+(aq) + e \rightarrow Ag(s)$$

සිල්වර් අයන එක් මවුලයක් සඳහා ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල එකක් අවශ්‍ය වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපණය 1.6021×10^{-19} C වන බව අපි දනිමු.

ඒ නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුලයක ආරෝපණය,

$N_A\times 1.6021 \times 10^{-19}\ C = 6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1} \times 1.6021 \times 10^{-19}\ C = 96485\ C\ mol^{-1}$

මේ විද්‍යුත් ප්‍රමාණය, **පැරඩේ නියතය** ලෙස හඳුන්වන අතර, එය **F** යන සංකේතය මඟින් දැක්වේ. ආසන්න ගණනය කිරීම් සඳහා 1F ≃ 96500 C ලෙස ගත හැකි ය.

පහත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා සලකන්න:

$$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Mg(s)$$

$$Al^{3+}(aq) + 3e \rightarrow Al(s)$$

Mg^{2+}හා Al^{3+}හි මවුලයක් සඳහා පිළිවෙළින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල දෙකක් (2F) හා ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල තුනක් (3F) අවශ්‍ය වන බව පැහැදිලි වේ.

විද්‍යුත් රසායනික ගණනයන් සඳහා පැරඩේ නියතය භාවිතා කිරීම

විද්‍යුත් විච්ඡේදන පරීක්ෂණයක දී කැතෝඩයේ දී හා ඇනෝඩයේ දී සෑදෙන ඵලවල ඵලදාව ප්‍රමාණාත්මකව දැන ගැනීම වැදගත් වේ. ලැබෙන ඵලදාව දන්නා කාලාන්තරයක් තුළ දී කෝෂය තුළින් ගලා ගිය විද්‍යුත් ධාරාවට අනුරූප වේ. නිදසුන් ලෙස පහත ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා සලකන්න.

$$Na^{+}(l) + e \rightarrow Na(s)$$

$$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^{-}(aq)$$

Na(s) ලෝහයෙන්, 1 molක් සෑදීමේදී Na^{+}අයන මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝන 1 molක් ලබා ගත යුතු ය. එසේ ම H_2 වායුව 1 molක් සෑදීම සඳහා ඉලෙක්ට්‍රෝන 2 molක් අවශ්‍ය වේ.

ෆැරඩේ නියතය මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල ඒකක ආරෝපණය කුලෝම්වලින් ලබා ගත හැකි වන අතර, එය **96485 C mol^{-1}** වේ. ඒ නිසා කෝෂය තුළින් ගලා යන ආරෝපණ ප්‍රමාණය කුලෝම්වලින් සොයා ගත හැකි නම්, ඵල ප්‍රමාණය හෝ වැය වූ ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රමාණය ගණනය කළ හැකි වේ. සාමාන්‍යයෙන් විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂයක් තුළින් දී ඇති කාලයක් තුළ දී ගලා යන විද්‍යුත් ධාරාව දන්නා අගයකි. එවිට පහත සම්බන්ධතාව භාවිතයෙන් එම කාලාන්තරය තුළ දී ඇති ඇම්පියර් (A) ප්‍රමාණයක් යැවීමට සම්බන්ධ ආරෝපණ ප්‍රමාණය ගණනය කළ හැකි වේ. කාලය තත්පර වලින් (s) මැන ගත යුතු ය.

ධාරාව(A) ×කාලය(s) → ආරෝපණය (C) → ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල ගණන → ප්‍රතික්‍රියක හෝ ඵල ප්‍රමාණය (mol)

නිදසුන 3.5

නිෂ්ක්‍රීය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා, 25 °C හා 1 atm තත්ත්වය යටතේ, තනුක H_2SO_4 ද්‍රාවණයක් තුළින් 1.5 A ධාරාවක් පැය පහක් තුළ යැවීමෙන්, විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කරන ලදි. ඇනෝඩය හා කැතෝඩය අසලින් නිදහස් වන වායු පරිමා ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

පියවර 1: ඇනෝඩය අසල සිදු විය හැකි ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියා හඳුනා ගන්න.
(ඉඟිය: ඇනෝඩය අසල, ඇනායන ඔක්සිකරණය වේ). 3.5 වගුවට අනුව ඒ ප්‍රතික්‍රියාවල සම්මත ඔක්සිහරණ විභව දක්වන්න.

$2SO_4^{2-}(aq) \rightarrow S_2O_8^{2-}(aq) + 2e$ ($E^0 = +2.05$ V) …..(1)

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e^{-}$ ($E^0 = +1.23$ V) …..(2)

3.4 නිදසුනෙහි දී පෙන්වූ පරිදි ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ (2) ප්‍රතික්‍රියාවයි. ඒ නිසා ඇනෝඩයේ දී O_2 වායුව පිට වේ.

පියවර 2 :කැතෝඩය අසල සිදු විය හැකි ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා (ඉඟිය: කැතෝඩය අසල දී කැටායන ඔක්සිහරණය වේ) සහ 3.5 වගුවේ දක්වා ඇති සම්මත ඔක්සිහරණ විභව ලියන්න.

$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ $(E^0 = -0.83\ V)$ ….. (3)

$2H^+ (aq) + 2e \rightarrow H_2 (g)$ $(E^0 = 0.00\ V)$ ….. (4)

මෙය තනුක H_2SO_4ද්‍රාවණයක් වන බැවින් (4) ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා ප්‍රමාණවත් තරම් H^+ (aq) සාන්ද්‍රණයක් තිබේ. ඒ නිසා කැතෝඩයේ දී (4) ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන අතර, කැතෝඩය අසලින් H_2 වායුව පිට වේ.

පියවර 3: කැතෝඩ හා ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව සම්බන්ධ කිරීමෙන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලියන්න.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2\ H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{4H^+(aq) + 4e \rightarrow 2H_2(g)}$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)}$

පියවර 4: විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සිදු වූ කාලය තුළ දී ගලා ගිය ආරෝපණ ප්‍රමාණය ගණනය කරන්න.

ආරෝපණ = ධාරාව (A) × කාලය (s) $= 1.5\ A \times (5 \times 60 \times 60)\ s = \mathbf{27000\ C}$

ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල ගණන $= 27000\ C \times (1/96485\ C\ mol^{-1})$

$= \mathbf{0.28\ mol}$

පියවර 5: ඇනෝඩයේ දී නිදහස් වූ O_2 වායු පරිමාව ගණනය කරන්න.

ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව,

ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 mol → 1 mol $O_2(g)$

සෑදුණු $O_2(g)$ මවුල ගණ = 0.28 ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල × $\dfrac{O_2(g)\ \text{මවුල}\ 1}{\text{ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල}\ 4}$

= 0.07 mol

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය භාවිතයෙන් සෑදුණු $O_2(g)$ වායුවේ පරිමාව ගණනය කරන්න.

$V = nRT/P = (0.07\ mol \times 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 298\ K)/1 \times 10^5\ Pa$

$= 173.4 \times 10^{-5}\ m^3 = \mathbf{1.734\ dm^3}$

පියවර 6: කැතෝඩයේ දී නිදහස් වූ $H_2(g)$ වායුවේ පරිමාව ගණනය කරන්න.

ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව,

ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල 2 → $H_2(g)$ මවුල 1

සෑදුණු H_2 (g) ප්‍රමාණය = 0.28 ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල × $\dfrac{H_2(g)\ \text{මවුල}\ 1}{\text{ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල}\ 2}$

= 0.14 mol

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය භාවිතයෙන් සෑදුණු $H_2(g)$ පරිමාව ගණනය කරන්න.

$V = nRT/P = (0.14\ mol \times 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 298\ K)/1 \times 10^5\ Pa$

$= 346.8 \times 10^{-5}\ m^3$

$= \mathbf{3.47\ dm^3}$

3.4.7 ගැල්වානි කෝෂ හා විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ සංසන්දනය

මේ කෝෂ වර්ග දෙක අතර ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ ඒවායේ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්වයංසිද්ධභාවයයි. ගැල්වානි කෝෂවල, කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ වන අතර, එහි දී රසායනික ශක්තිය, විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වේ. එබැවින් ගැල්වානි කෝෂවල දී විද්‍යුතය නිෂ්පාදනය වේ. ගැල්වානි කෝෂවල දී ඇනෝඩය අසල ඔක්සිකරණයක් සිදු වී ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීමක් සිදු වන නිසා ඇනෝඩය ඍණව ආරෝපිත වේ. කැතෝඩය අසල ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වී ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගැනීමක් සිදු වන නිසා කැතෝඩය ධනව ආරෝපිත වේ.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී, විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂය තුළ සිදු වන්නේ මීට විරුද්ධ ක්‍රියාවලියකි. සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ නොවේ. ඒ නිසා ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගමනය සඳහා බාහිර ප්‍රභවයක් මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝන සැපයිය යුතු වේ. මෙහි දී ඇනෝඩය බැටරියේ ධන අග්‍රයට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. ඒ නිසා ඇනෝඩය ධනව ආරෝපිත වේ. ඇනෝඩයේ දී ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වන අතර, එහිදී සෑදෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන බැටරියේ ධන අග්‍රය වෙත ආකර්ෂණය වේ. මෙහි විලෝමය කැතෝඩයේ දී සිදු වන අතර, කැතෝඩය බැටරියේ ඍණ අග්‍රයට සම්බන්ධ කෙරේ. ඒ නිසා කැතෝඩය ඍණව ආරෝපිත වේ. ඒ නිසා එහි දී ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ.

ආශ්‍රිත ග්‍රන්ථ:

Atkins, P. and Paula, J. (2000) *Atkins' Physical Chemistry.* Oxford, New York: Oxford University Press.

Chang, R. (2010) *Chemistry 10th Edition.* New York: McGraw Hill.

Larry R. Faulkner and Allen J. Bard (2001) "*Electrochemical Methods : Fundamentals and Applications*", JOHN WILEY & SONS, INC.