අ.පො.ස. (උසස් පෙළ)

රසායන විද්‍යාව

13 ශ්‍රේණිය

සම්පත් පොත

14 ඒකකය - කර්මාන්ත රසායනය සහ පරිසර දූෂණය

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

රසායන විද්‍යාව

සම්පත් පොත

13 ශ්‍රේණිය

© ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ප්‍රථම මුද්‍රණය – 2020

දෙවන මුද්‍රණය

ISBN 978-955-654-887-7

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 විසින් වරින් වර අවස්ථානුකූල පියවර ගනු ලබයි. අදාළ විෂය සඳහා අතිරේක සම්පත් පොත් සකස් කිරීම එවන් පියවරකි.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමාලා සංවර්ධන කණ්ඩායම, ජාතික විශ්වවිද්‍යාලවල විද්වතුන් සහ පාසැල් පද්ධතියේ පළපුරුදු ගුරුවරුන් මඟින් අතිරේක සම්පත් පොත් සකස් කර ඇත. 2017 දී ක්‍රියාත්මක කරන ලද අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) නව විෂය නිර්දේශයට අනුව මේ අතිරේක සම්පත් පොත් ලියා ඇති නිසා සිසුන්ට අදාළ විෂය කරුණු පිළිබඳ අවබෝධය පුළුල් කළ හැකි අතර වඩාත් ඵලදායි ඉගෙනුම් ඉගැන්වීම් ක්‍රියාකාරකම් සැලසුම් කිරීමට ගුරුවරුන්ට මේ කෘති පරිශීලනය කළ හැකි ය.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයේ සාමාජිකයන්ට සහ බාහිර විෂය ක්ෂේත්‍රයේ විද්වත් විශේෂඥයන්ට ඔබ වෙත මේ තොරතුරු ගෙන ඒම සඳහා ඔවුන්ගේ ශාස්ත්‍රීය දායකත්වය සැපයීම 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. විෂයමාලාවේ 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 උපකාරි 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. අසෝක 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 මිය
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 එම්.ඒ.බී. ප්‍රශාන්ත - රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්වවිද්‍යාලය
ආචාර්ය එස්.ඩී.එම්. චින්තක - රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්වවිද්‍යාලය

බාහිර සංස්කරණ මණ්ඩලය
ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය එස්.පී. දූරණියගල - රසායන විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර 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 විද්‍යාලය, 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 විද්‍යාලය, කොළඹ 04

භාෂා සංස්කරණය

ජයත් පියදසුන් මයා

ප්‍රධාන උප කර්තෘ - සිළුමිණ,

ලේක් හවුස්, කොළඹ 10

පිටුවැස්ම

ආර්.ආර්.කේ. පතිරණ මිය

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විවිධ සහාය

ඩබ්.පී.පී. වීරවර්ධන මිය

මංගල වැලිපිටිය මයා

රංජිත් දයාවංශ මයා

පටුන

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය………………………………………………………………..…… iii

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය……………….………………………….……………..…....... iv

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

14 ඒකකය - කර්මාන්ත රසායනය සහ පරිසර දූෂණය ……………………….…..….........…01-91

1.1 කර්මාන්ත රසායනය 02
1.1.1 රසායනික කර්මාන්ත
1.1.2 රසායනික කර්මාන්ත ස්ථාපිත කිරීමේ දී සලකා බැලිය යුතු අවශ්‍යතා
1.1.3 රසායනික කර්මාන්ත සඳහා අමුද්‍රව්‍ය භාවිතය
1.2 Mg නිස්සාරණය - ඩව් (Dow) ක්‍රමය 05
1.3 කෝස්ටික් සෝඩා (NaOH) නිෂ්පාදනය 08
1.4 සබන් නිෂ්පාදනය 13
1.5 Na_2CO_3 නිෂ්පාදනය (සොල්වේ ක්‍රමය/ ඇමෝනියා සෝඩා ක්‍රමය) 17
1.6 ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය (හේබර් බොෂ් ක්‍රමය) 19
1.7 නයිට්‍රික් අම්ල නිෂ්පාදනය (ඔස්වල්ඩ් ක්‍රමය) 23
1.8 සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනය (ස්පර්ශ ක්‍රමය) 25
1.9 රූටයිල්වලින් ටයිටේනියම් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවීම 28
1.10 යකඩ නිස්සාරණය 30
1.11 බහුඅවයවක 35
1.11.1 රබර් හා ප්ලාස්ටික්
1.11.2 ස්වාභාවික රබර්
1.11.3 ස්වාභාවික රබර් වල්කනයිස් කිරීම
1.11.4 බහුඅවයවක ආශ්‍රිත නිෂ්පාදන සඳහා යොදන ආකලන ද්‍රව්‍ය
1.12 ශාක ප්‍රභව ආශ්‍රිත රසායනික නිෂ්පාදන 44
1.12.1 විනාකිරි නිෂ්පාදනය
1.12.2 එතනෝල් නිෂ්පාදනය
1.12.3 සගන්ධ තෙල්
1.12.4 ජෛව ඩීසල්
1.13 කර්මාන්ත නිකුතු විසින් සිදු කෙරෙන වාත දූෂණයේ රසායනය 54
1.13.1 අම්ල වැසි
1.13.2 ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම
1.13.3 ඕසෝන් වියන හායනය
1.13.4 ප්‍රකාශ රසායනික භූමිකාව
1.14 කර්මාන්ත නිකුතු විසින් සිදු කෙරෙන ජල දූෂණයේ රසායනය 76
1.14.1 ජල චක්‍රය සහ ජල දූෂණය
1.14.2 ජල තත්ව පරාමිති (Water quality parameters)
1.14.3 අපජල තත්ව පරාමිති

1. කර්මාන්ත රසායනය සහ පරිසර දූෂණය

අන්තර්ගතය

1.1 කර්මාන්ත රසායනය
1.1.1 රසායනික කර්මාන්ත
1.1.2 රසායනික කර්මාන්ත ස්ථාපිත කිරීමේ දී සලකා බැලිය යුතු අවශ්‍යතා
1.1.3 රසායනික කර්මාන්ත සඳහා අමුද්‍රව්‍ය භාවිතය
1.2 **Mg නිස්සාරණය - ඩව් (Dow) ක්‍රමය**
1.3 **කෝස්ටික් සෝඩා (NaOH) නිෂ්පාදනය**
1.4 **සබන් නිෂ්පාදනය**
1.5 **Na_2CO_3 නිෂ්පාදනය (සොල්වේ ක්‍රමය/ ඇමෝනියා සෝඩා ක්‍රමය)**
1.6 **ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය (හේබර් බොෂ් ක්‍රමය)**
1.7 **නයිට්‍රික් අම්ල නිෂ්පාදනය (ඔස්වල්ඩ් ක්‍රමය)**
1.8 **සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනය (ස්පර්ශ ක්‍රමය)**
1.9 **රූටයිල්වලින් ටයිටේනියම් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවීම**
1.10 **යකඩ නිස්සාරණය**
1.11 **බහුඅවයවක**
1.11.1 රබර් හා ප්ලාස්ටික්
1.11.2 ස්වාභාවික රබර්
1.11.3 ස්වාභාවික රබර් වල්කනයිස් කිරීම
1.11.4 බහුඅවයවක ආශ්‍රිත නිෂ්පාදන සඳහා යොදන ආකලන ද්‍රව්‍ය
1.12 **ශාක ප්‍රභව ආශ්‍රිත රසායනික නිෂ්පාදන**
1.12.1 විනාකිරි නිෂ්පාදනය
1.12.2 එතනෝල් නිෂ්පාදනය
1.12.3 සගන්ධ තෙල්
1.12.4 ජෛව ඩීසල්
1.13 **කර්මාන්ත නිකුතු විසින් සිදු කෙරෙන වාත දූෂණයේ රසායනය**
1.13.1 අම්ල වැසි
1.13.2 ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම
1.13.3 ඕසෝන් වියන හායනය
1.13.4 ප්‍රකාශ රසායනික භූමිකාව
1.14 **කර්මාන්ත නිකුතු විසින් සිදු කෙරෙන ජල දූෂණයේ රසායනය**
1.14.1 ජල චක්‍රය සහ ජල දූෂණය
1.14.2 ජල තත්ත්ව පරාමිති (Water quality parameters)
1.14.3 අපජල තත්ත්ව පරාමිති

1.1 කර්මාන්ත රසායනය

1.1.1 රසායනික කර්මාන්ත

නූතන ශිෂ්ටාචාරයේ පළමු කාර්මික විප්ලවය (1750-1850) හා දෙවන කාර්මික විප්ලවය (1870-1914 හෝ 1850-1940) ලෙසට හඳුනා ගනු ලබන කාල පරිච්ඡේදවල දී නිෂ්පාදන මාදිලි (mode of production) හා නිෂ්පාදන බලවේග (Force of production) ආශ්‍රිතව දැවැන්ත වෙනස්කම් සිදු විය. මිනිසුන්ගේ මූලික අවශ්‍යතා පදනම් කර ගනිමින් විවිධාංගීකරණය වූ වෙළෙඳපොළ සංකල්ප සමඟ නිෂ්පාදන හා සේවා ලාභ උපයමින් ලෝක පරිමාණ නිෂ්පාදන සිදු කිරීම වේගවත් විය. ඒ සඳහා විවිධ ආකාරයේ තාක්ෂණික මෙවලම් හා නිෂ්පාදන ක්‍රමවේද නිර්මාණය විය. මෙම කාර්මිකකරණය සමඟ බද්ධ වූ පරිභෝජනවාදී සංස්කෘතිය නිසා ම වූ පාරිසරික හා සමාජීය ප්‍රශ්න පිළිබඳව ලෝක පරිමාණයේ අවධානයක් මතු වී ඇත. එහෙයින් පාරිසරික ගැටලු හා ආපදා ඇති වීමේ අවදානම අඩු කිරීම, කාර්යක්ෂමතාව ප්‍රශස්ත කිරීම හා ඵලදායිතාව ඉහළ නැංවීම පිළිබඳ අවධානය වැඩි කිරීමට සිදු විය. මේ නිසා ම කාර්මික නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියෙහි සුවිශේෂීය ස්ථානයක් රසායනික කර්මාන්ත විසින් අත් කර ගැනීම සමඟ ම රසායනික ඉංජිනේරු විද්‍යාව ලෙස අධ්‍යයන ක්ෂේත්‍රයක් ස්ථාපිත විය. අද වන විට එය ප්‍රකට අධ්‍යයන ක්ෂේත්‍රයක් බවට පත් වී ඇත.

ලෝකයේ ඇති ප්‍රධාන රසායනික නිෂ්පාදන කීපයක් ලෙස යකඩ, ඇමෝනියා, සල්ෆියුරික් අම්ලය, නයිට්‍රික් අම්ලය හා කෝස්ටික් සෝඩා නිෂ්පාදනය හා පෙට්‍රෝලියම් කර්මාන්තය දැක්විය හැකි ය. විශේෂයෙන් ම පෙට්‍රෝලියම් කර්මාන්තයෙන් ලබා ගන්නා කාබනික සංයෝග මත පදනම් වූ රසායනික කර්මාන්ත සඳහා ඖෂධ, ඒකාවයවික, බහුඅවයවක, ලිහිසි තෙල් හා කාබනික වර්ණක නිෂ්පාදනය නිදසුන් වේ. එදිනෙදා ජීවිතයේ දී පරිහරණය කරන ප්ලාස්ටික් හා රබර් භාණ්ඩ, සුවඳකාරක, සබන්, සේදුම්කාරක, ඇලවුම්කාරක, කඩදාසි, වීදුරු, ලුණු, සීනි ආදි සියලු නිෂ්පාදන රසායනික කර්මාන්ත සඳහා වෙනත් නිදසුන් වේ. මුහුදු ජලය උපයෝගි කරගෙන ලුණු නිෂ්පාදනය කිරීම අප රට ආශ්‍රිත වූ එක් රසායනික කර්මාන්තයකි.

ලෝකයේ නිෂ්පාදනය කරන ප්‍රධාන රසායනික ද්‍රව්‍ය උපයෝගි කර ගනිමින් සබන් නිෂ්පාදනය, ස්වාභාවික රබර් ක්ෂීරය මඟින් විවිධ ද්‍රව්‍ය හා භාණ්ඩ නිෂ්පාදනය, සිමෙන්ති නිෂ්පාදනය, තීන්ත හා වීදුරු නිෂ්පාදනය අප රටෙහි දැනට සිදු කෙරෙන රසායනික කර්මාන්තවලින් කිහිපයකි.

ලෝක පරිමාණයෙන් ව්‍යාප්ත වී ස්ථාපිතව තිබෙන රසායනික කර්මාන්ත විවිධාකාර වේ. කාබනික රසායනික ද්‍රව්‍ය නිෂ්පාදනය කරන රසායනික කර්මාන්ත හා අකාබනික රසායනික ද්‍රව්‍ය නිෂ්පාදනය කරන රසායනික කර්මාන්ත ලෙස ද ඊට අමතර ව කෘෂි රසායනික, ඖෂධ, ලිහිසි ද්‍රව්‍ය, වර්ණක, ලෝහ හා අනෙකුත් ද්‍රව්‍ය නිෂ්පාදනය කරන කර්මාන්ත ලෙස ද ඒවා වර්ගීකරණය කළ හැකි ය.

නූතන දැනුම හා තාක්ෂණය පදනම් වූ කර්මාන්ත කිහිපයක් පමණක් නිදසුන් ලෙසට මෙහි දී සාකච්ඡා කර ඇත. මේ වන විට වූ ලෝක පරිමාණයේ පාරිසරික, සෞඛ්‍ය හා සමාජීය ප්‍රශ්න පිළිබඳ අවධානය යොමු කරමින් මෙරටට ගැලපෙන කර්මාන්ත සඳහා මෙම දැනුම කළමනාකරණය කිරීමේ ප්‍රවේශයක් ලෙස කර්මාන්ත රසායනය පිළිබඳව මෙහි දී සලකා බලා ඇත.

1.1.2 රසායනික කර්මාන්ත ස්ථාපිත කිරීමේ දී සලකා බැලිය යුතු අවශ්‍යතා

රසායනික කර්මාන්ත ස්ථාපිත කිරීමේ දී සලකා බැලිය යුතු අවශ්‍යතා ගණනාවකි. එයින් කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

- ප්‍රාග්ධනය
- අමුද්‍රව්‍ය සැපයුම
- ශ්‍රමය

- තාක්ෂණය
- නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියේ සුරක්ෂිතතාව
- අඛණ්ඩව පවත්වාගෙන යෑම සඳහා වූ සුරක්ෂිතතාව
- අපද්‍රව්‍ය හා අපද්‍රව්‍ය කළමනාකරණ ක්‍රමවේද
- කර්මාන්ත ආශ්‍රිතව ජනනය වන පාරිසරික දූෂක පරිසරයට එක් වීම වළක්වා ගැනීමට ගත හැකි උපායමාර්ග
- කර්මාන්ත ස්ථාපනය කරන ප්‍රදේශය
- බලශක්ති ස්වභාවය (පොසිල ඉන්ධන, සූර්ය ශක්තිය, න්‍යෂ්ටික ශක්තිය, ජෛව ස්කන්ධ) හා වියදම
- ප්‍රවාහන පහසුකම් හා වෙළෙඳපොළ
- ඇති විය හැකි අනතුරුවල ස්වභාවය හා අනතුරු වළක්වා ගැනීම සඳහා යොදා ගත හැකි උපායමාර්ග
- රාජ්‍ය නීති රෙගුලාසි හා ප්‍රතිපත්ති

නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියේ සුරක්ෂිතතාව හා අනතුරු වීම වළක්වා ගැනීම රසායනික කර්මාන්ත සම්බන්ධයෙන් ඉතාම වැදගත් වේ. ඒ සඳහා රසායනික කර්මාන්ත ආශ්‍රිතව සිදු වූ ඛේදවාචක නිසි ලෙස විමසා බැලිය යුතු ය. ජර්මනියේ ඕප්පාවු (Oppau) හි පිපිරීම (1921 සැප්තැම්බර් 21) නිසා මිනිස්සු 500 - 600 ප්‍රමාණයක් මරණයට පත් වූහ. පොහොර සඳහා භාවිත කරන ඇමෝනියම් නයිට්‍රේට් හා ඇමෝනියම් සල්ෆේට් මිශ්‍රණයක ටොන් 4500 ප්‍රමාණයක් පිපිරීම ඊට හේතු විය. එසේ ම යුක්රේනයෙහි චර්නොබිල් න්‍යෂ්ටික බලාගාරය පිපිරීම (1986 අප්‍රේල් 26) නිසා මිනිස්සු 4000 පමණ එකවර ජීවිතක්ෂයට පත් විය. ඉන්දියාවේ බෝපාල් ඛේදවාචකය (1984 දෙසැම්බර් 27) නිසා සතියක් තුළ දී මිනිස්සු 8000 පමණ ජීවිතක්ෂයට පත් වූහ. උග්‍ර විෂ සංයෝගයක් වූ මෙතිල්අයිසොසයනයිඩ් කාන්දු වීම එයට මූලික හේතුව විය. මේ නිසා රසායනික කර්මාන්තයක සැබෑ අවශ්‍යතාව හා ඒ ආශ්‍රිතව සිදු වන දේශපාලන, සමාජ, ආර්ථික හා පාරිසරික විපර්යාස නිසි ලෙස වටහා ගැනීම අතිශය වැදගත් ය. එසේ ම නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය ආරක්ෂිත ලෙස පවත්වාගෙන යෑම සැලසුම් කිරීම හා නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය කාර්යක්ෂමව හා ඵලදායිව පවත්වා ගැනීම පිළිබඳ අවබෝධය ඉතා වැදගත් ය.

1.1.3 රසායනික කර්මාන්ත ආශ්‍රිත අමුද්‍රව්‍ය භාවිතය

රසායනික කර්මාන්ත සඳහා බාහිරින් සපයන හා නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට සහභාගි වන ද්‍රව්‍ය, අමුද්‍රව්‍ය වේ. ඇතැම් කර්මාන්තවල දී අමුද්‍රව්‍ය රසායනික විපර්යාසවලට භාජනය වේ. මේ සඳහා නිදසුන් ලෙසට $NaHCO_3$, H_2SO_4 වැනි සංයෝග නිෂ්පාදනය දැක්විය හැකි ය. ඇතැම් රසායනික කර්මාන්තවල දී අමුද්‍රව්‍යවල අඩංගු රසායනික සංරචක නිෂ්පාදිතය තුළ එලෙස ම පවතී. එනම් රසායනික විපර්යාස සිදු නොවේ. එහෙත් භෞතික විපර්යාසය සිදු වේ. තීන්ත නිෂ්පාදනය මේ සඳහා නිදසුනකි.

රසායනික කර්මාන්ත සඳහා විවිධ අමුද්‍රව්‍ය භාවිත වේ. මේ සඳහා විවිධ ප්‍රභව භාවිත කරයි. නිදසුනක් ලෙස ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයට අවශ්‍ය එක් අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස නයිට්‍රජන් වායුව භාවිත කරයි. මේ නයිට්‍රජන් ලබා ගන්නා ප්‍රභවය වායුගෝලීය වාතයයි. වායුගෝලීය වාතය ද්‍රව කිරීමෙන් පසුව භාගික ආසවනය මඟින් N_2 වායුව වෙන් කර ගෙන ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයට යොදා ගනී. එහෙත් නයිට්‍රික් අම්ලය නිෂ්පාදනයේ දී ඇමෝනියා ඔක්සිකරණය කර NO_2 වායුව ලබා ගැනීමට ඔක්සිජන් සැපයීම සඳහා පිරිසිදු ඔක්සිජන් වායුව වෙනුවට වායුගෝලීය වාතය සෘජුව ම යොදා ගනියි. ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය (හේබර් ක්‍රියාවලිය) සඳහා අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍යයක් වූ N_2 වායුව ලබා ගන්නා ප්‍රභවය වායුගෝලීය වාතය වුවත් නයිට්‍රික් අම්ල නිෂ්පාදනයේ දී වායුගෝලීය වාතය සෘජුව ම

අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස භාවිත වේ. මේ අනුව අමුද්‍රව්‍යය කුමන ස්වරූපයෙන් භාවිත කරයි ද යන්න තීරණය කිරීමට සමස්ත නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය සැලසුම් කරන ආකාරය, වියදම, සංශුද්ධතාව කොපමණ දුරකට පැවතිය යුතු ද ආදි කාරණා ප්‍රයෝජනවත් වේ.

අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස යම් ස්වාභාවික සම්පතක් යොදා ගැනීමේ දී පහත කරුණු පිළිබඳ සලකා බැලීම ප්‍රයෝජනවත් ය.

- අමුද්‍රව්‍ය දීර්ඝකාලීනව ප්‍රයෝජනයට ගත හැකි විශාල සංචිත ලෙස පැවතීම
- ප්‍රවේශ පහසුව
- සංශුද්ධතාව

විශේෂයෙන් ම බොහෝ මූලික කාබනික සංයෝග නිෂ්පාදන සඳහා ප්‍රභවය වනුයේ බොරතෙල් ය. එසේ ම හයිඩ්‍රොකාබන් බිඳීම මඟින් ලබා ගන්නා හයිඩ්‍රජන් වායුව ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස භාවිත කරයි. යකඩ නිෂ්පාදනයට යොදා ගනු ලබන කෝක් පුනර්ජනනීය නොවන අමුද්‍රව්‍යයකි.

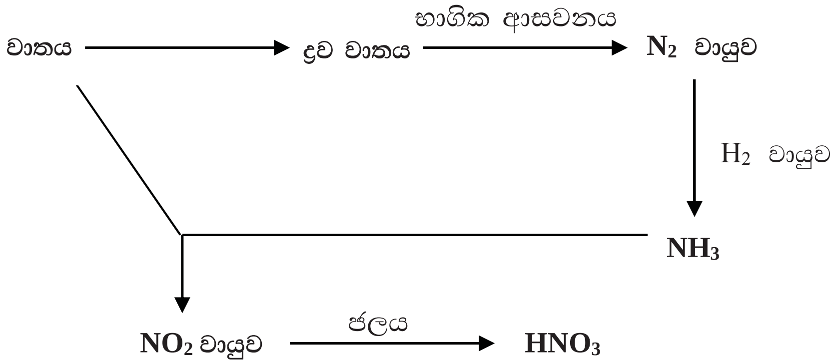
නිෂ්පාදන කිහිපයක් සඳහා යොදා ගනු ලබන අමුද්‍රව්‍ය පිළිබඳ කෙටි විස්තරයක් පහත දක්වා ඇත.

වාතය

a) යකඩ නිස්සාරණය, නයිට්‍රික් අම්ලය හා සල්ෆියුරික් අම්ලය නිෂ්පාදනය සඳහා ක්‍රියාකාරි සංරචකයක් ලෙස O_2 අවශ්‍ය වේ. වායුගෝලීය වාතය අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස මේ නිෂ්පාදන සඳහා භාවිත වේ.

b) N_2 ලබා ගත හැකි ස්වාභාවික ප්‍රභවයක් ලෙස වායුගෝලීය වාතය භාවිත කරයි. වායුගෝලීය වාතය ද්‍රව කිරීමෙන් පසුව භාගික ආසවනය මඟින් ලබා ගන්නා N_2 වායුව ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස යොදා ගනු ලැබේ. වායුගෝලීය වාතයෙන් N_2 වායුව වෙන් කර ගන්නා ක්‍රියාවලියේ දී වායුගෝලීය වාතය, ඒ ක්‍රියාවලිය සඳහා අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස භාවිත කරයි.

රසායනික කර්මාන්ත සඳහා වායුගෝලීය වාතය භාවිත කරන විට දී, N_2 වායුව සපයන ප්‍රභවයක් ලෙස හෝ O_2 වායුව සපයන ප්‍රභවයක් ලෙස හෝ හඳුනා ගත හැකි ය.



ජලය

සෝඩියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ්, නයිට්‍රික් අම්ලය, සල්ෆියුරික් අම්ලය හා කැල්සියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් නිෂ්පාදනයට ජලය යොදා ගනු ලැබේ. මේ කර්මාන්ත සඳහා ජල ප්‍රභවයක් ලෙස මුහුදු ජලය භාවිත නොකරයි. එයට හේතුව එහි අඩංගු විවිධ ලවණ නිසා නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට බාධා පැමිණීම හා ලැබෙන නිෂ්පාදිතයේ අපද්‍රව්‍ය ලෙස ඒ ලවණ අන්තර්ගත වීම යි. ඒ නිසා අමුද්‍රව්‍ය සඳහා තිබිය යුතු ප්‍රමිති පිළිබඳ අවධානය යොමු කිරීම ඉතා වැදගත් කාරණයකි.

NaCl

මුහුදු ජලය අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස යොදා ගැනීමෙන් හෝ රොක් සෝල්ට් ලෙස වූ නිධි මඟින් NaCl ලබා ගනී. NaCl අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස යොදා ගනිමින් කොස්ටික් සෝඩා නිෂ්පාදනය කරනු ලබයි. එසේ ම Na ලෝහය නිස්සාරණය කිරීමට අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස NaCl යොදා ගනු ලැබේ. NaCl නිෂ්පාදනය සඳහා ප්‍රභවයක් ලෙස මුහුදු ජලය නම් කළ හැකි වුවත් මුහුදු ජලය කෝස්ටික් සෝඩා නිෂ්පාදනය සඳහා අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස භාවිත කළ නොහැකි ය.

ඛනිජ

ඛනිජ පුනර්ජනනීය නොවන සම්පතකි. යකඩ, තඹ, නිකල්, ඇලුමිනියම්, ටයිටේනියම් වැනි ලෝහ නිස්සාරණය සඳහා ඒ ලෝහ අන්තර්ගත ඛනිජ වර්ග අමුද්‍රව්‍ය ලෙස යොදා ගනු ලබයි. එසේ ම පොස්ෆේට් පොහොර නිෂ්පාදනය සඳහා ද පොස්පේට් අඩංගු ඛනිජ යොදා ගනු ලැබේ. ඛනිජ පුනර්ජනනීය නොවන සම්පතක් නිසා ඛනිජ මඟින් නිපදවන නිෂ්පාදිත භාවිතයෙන් පසුව ප්‍රතිචක්‍රීකරණය කිරීමේ ක්‍රියාවලියක් පැවතිය යුතු ය. එසේ ම දීර්ඝකාලීනව ප්‍රයෝජනවත් ද්‍රව්‍ය සෑදීම පිණිස ඒ නිෂ්පාදිත භාවිත කිරීම වැදගත් ය.

ගල් අඟුරු

ගල් අඟුරු පුනර්ජනනය නොවන සම්පතකි. ඉන්ධනයක් ලෙස ප්‍රධාන වශයෙන් භාවිත කරයි. යකඩ නිස්සාරණයේ දී ඉන්ධනයක් ලෙසත්, ඍජු ඔක්සිහාරකයක් ලෙස මෙන් ම ප්‍රධාන ඔක්සිහාරකයක් වූ CO ජනනයට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙසත් යොදා ගනු ලබයි.

බොරතෙල්

බොරතෙල් පුනර්ජනනය නොවන සම්පතකි. පෙට්‍රල් හා ඩීසල් වැනි ඉන්ධන සඳහා ප්‍රධාන ප්‍රභවය ලෙස බොරතෙල් භාවිත කරයි. බහුඅවයවක සඳහා අවශ්‍ය ඒකාවයවික, ඖෂධ හා මූලික කාබනික සංයෝග නිෂ්පාදනය සඳහා අමුද්‍රව්‍ය ලබා ගන්නා ප්‍රභවය බොර තෙල් වේ. මෙය පුනර්ජනනීය නොවන අමුද්‍රව්‍යයක් නිසා එය ක්ෂය වීම සමඟ ඊට අදාළ නිෂ්පාදන පවත්වා ගැනීම අර්බුදයකට පත් වේ. බොරතෙල් මඟින් ලබා ගන්නා ඉන්ධන දහනය නිසා ජනනය වන CO_2 ගෝලීය උණුසුම වැඩි වීම කෙරෙහි දායක වීම තවත් අර්බුදයකි.

ශාක

විවිධ තෙල් වර්ග, ක්ෂීරය (රබර් කිරි), රෙසීන වර්ග හා ඖෂධ නිෂ්පාදනයට ශාක ඉතා වැදගත් සම්පතකි. ශාක ද්‍රව්‍ය ‘ජෛව ස්කන්ධ (Bio Mass)’ ලෙස හඳුන්වන අතර කර්මාන්ත සඳහා ඉන්ධන ලෙස මෙන් ම විවිධ කාබනික සංයෝග නිපදවා ගැනීම සඳහා අමුද්‍රව්‍ය ලෙස ද යොදා ගනු ලැබේ. ශාක පුනර්ජනනීය සම්පතක් වීම නිසා පරිසරයේ වූ ස්වාභාවික චක්‍ර කෙරෙහි හානියක් නොවන පරිදි කළමනාකරණය කළ හැකි ප්‍රභවයකි. බලශක්තිය නිපදවීම සඳහා පෙට්‍රෝලියම් තෙල් වර්ග භාවිත කළ කර්මාන්ත, විකල්ප බලශක්ති ප්‍රභවයක් ලෙස ජීව ස්කන්ධ භාවිත කිරීම ආරම්භ කර ඇත. අප රටේ කර්මාන්ත ද ඒ සඳහා යොමු වෙමින් පවතී.

1.2 Mg නිස්සාරණය - ඩව් (Dow) ක්‍රමය

ඩව් (Dow) ක්‍රමය මඟින් Mg නිස්සාරණයට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍ය

මැග්නීසියම් අඩංගු ඛනිජ පෘථිවි කබොලේ සුලභ ය. නමුත් මුහුදු ජලය මඟින් Mg නිස්සාරණය කිරීම වඩාත් ලාභදායක ය.

මුහුදු ජලයේ Na^{+} හැරුණු විට වඩාත් ම සුලභ ලෝහ කැටායනය Mg^{2+}වේ. මුහුදු ජලයේ බර අනුව 0.13%ක් පමණ මැග්නීසියම් අඩංගු වේ. මුහුදු ජලයෙන් ලුණු නිෂ්පාදනය කිරීමේ අවසාන අදියරේ දී ඉවත ලන ද්‍රාවණය බිටර්න් ලෙස හැඳින්වේ. බිටර්න් ද්‍රාවණයේ සැලකිය යුතු තරමින් මැග්නීසියම් අයන ඇති හෙයින් මැග්නීසියම් නිස්සාරණයට බිටර්න් යොදා ගැනීම වඩාත් යෝග්‍ය වේ. මුහුදු ජලය හෝ මුහුදු ජලය ප්‍රතිආස්‍රැතියෙන් (reverse osmosis) පසු ලැබෙන ඉවත ලන බ්‍රයින් ද මේ සඳහා යෝග්‍ය වේ. මේ ක්‍රියාවලියේ මූලික පියවර සැකෙවින් පහත පරිදි දැක්විය හැකි ය.

1 පියවර

මේ පියවරේ මූලික අරමුණ CaO නිපදවීම ය. හුනුගල් තාප වියෝජනය කර CaO ලබා ගනු ලැබේ. මේ සඳහා ඩොලමයිට් ද භාවිත කළ හැකි ය.

$$CaCO_3(s) \xrightleftharpoons{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$$

$$CaCO_3 \cdot MgCO_3(s) \xrightleftharpoons{\Delta} CaO(s) + MgO(s) + 2CO_2(g)$$

මේ ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවර්ත්‍ය බැවින් CO_2 කාර්යක්ෂම ලෙස ඉවත් කිරීමට හැකි අයුරින් තාප වියෝජන ක්‍රියාවලිය සැලසුම් කිරීම මඟින් තාප වියෝජන ක්‍රියාවලියේ ඵලදායිත්වය වැඩි කළ හැකි ය. ලැබෙන CaO ආශ්‍රිතව අපද්‍රව්‍ය ලෙස $CaCO_3$ තිබීම අවාසියකි.

2 පියවර

මේ පියවරේ මූලික අරමුණ Mg^{2+} අඩංගු ද්‍රාවණයෙන් $Mg(OH)_2$ නිපදවා ගැනීමයි. පළමු පියවර මඟින් නිපදවා ගත් ඔක්සයිඩ (CaO හෝ CaO හා MgO) බිටර්න් ද්‍රාවණය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවනු ලැබේ. එහි දී ජලය සමඟ CaO ප්‍රතික්‍රියා කිරීමෙන් $Ca(OH)_2$ සෑදේ. මේ $Ca(OH)_2$ ජලයේ දී මඳ වශයෙන් ද්‍රාවණය වී Ca^{2+} හා OH^{-} ලබා දෙයි. $Mg(OH)_2$ හි ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතය $Ca(OH)_2$ හි ද්‍රාව්‍යතා ගුණිතයට වඩා කුඩා නිසා $Ca(OH)_2$ මඟින් ලැබෙන මේ OH^{-} මඟින් ද්‍රාවණයේ වූ Mg^{2+} අයන $Mg(OH)_2$ ලෙස අවක්ෂේප වීම සිදු වේ. ඒ සමඟ ම තව තවත් $Ca(OH)_2$ ද්‍රාව්‍ය වෙමින් OH^{-} අයන නිදහස් කරයි. $Ca(OH)_2$ අවක්ෂේප වශයෙන් ඉතිරි වීමක් සිදු නොවන පරිදි ද්‍රාව්‍ය වේ. ද්‍රාවණයේ වූ Mg^{2+} ප්‍රමාණය අවක්ෂේප කිරීමට අවශ්‍ය CaO ප්‍රමාණයක් එක් කරයි. $Mg(OH)_2$ සමඟ $Ca(OH)_2$ අවක්ෂේප තිබීම අවාසියකි.

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(s) \quad \text{-------} \ (1)$$

$$Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2OH^{-}(aq) \quad \text{-------} \ (2)$$

$$Mg^{2+}(aq) + 2OH^{-}(aq) \rightleftharpoons Mg(OH)_2(s) \quad \text{-------} \ (3)$$

3 පියවර

සෑදෙන $Mg(OH)_2$ පෙරා ඉවත් කර එය සාන්ද්‍ර HCl සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවා $MgCl_2$ සාදාගනී.

$$Mg(OH)_2(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$

පිලිස්සූ ඩොලමයිට් (MgO.CaO) යෙදුවේ නම් එහි වූ CaO ඉහත පරිදි ජලීය ද්‍රාවණයේ වූ Mg^{2+} අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි. එහෙත් MgO ජලයේ අද්‍රාව්‍ය නිසා සෑදෙන $Mg(OH)_2$ අවක්ෂේපය සමඟ MgO ද මිශ්‍ර වී පවතී.

4 පියවර

මේ ද්‍රාවණය තදින් රත් කර ජලය වාෂ්ප කරනු ලැබේ. ස්ඵටිකීකරණ ජල ප්‍රමාණය ද සැලකිය යුතු තරම් අඩු වන පරිදි වියළනු ලැබේ. වියළි ලවණයේ 16% (w/w) පමණ ජල ප්‍රමාණයක් ඇත.

$$MgCl_2\cdot 6H_2O(s) \longrightarrow MgCl_2\cdot 4H_2O(s) + 2H_2O(l)$$

$$MgCl_2\cdot 4H_2O(s) \longrightarrow MgCl_2\cdot 2H_2O(s) + 2H_2O(l)$$

ලැබෙන ඝනය විද්‍යුත් විච්ඡේදනයට ලක් කරන වානේ කුටීරය තුළ දී පළමුව විලීන කර අනතුරුව විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කෙරේ. ලවණය විලීන කිරීම සඳහා රත් කරන විට එහි වූ ජලය සහමුලින් ම වාෂ්ප වී ඉවත් වේ. කෝෂය තුළ උෂ්ණත්වය 700-800 °C හි පරාසයක පවත්වා ගනී. $MgCl_2$ හි ද්‍රවාංකය 714 °C හා මැග්නීසියම් ලෝහයේ ද්‍රවාංකය 650 °C පමණ නිසා ඒ ද්‍රවාංකයන්ට වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වයක විලීන ලවණය පවත්වා ගත යුතුය. ඒ විලීන ලවණය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කරන විට ප්‍රතිඵල වන Mg ලෝහය ද්‍රව අවස්ථාවේ පැවතීම නිසා කෝෂයෙන් ඉවතට ගැනීම පහසු ය. Mg හි ද්‍රවාංකයේ දී ද්‍රව Mg හි ඝනත්වය 1.584 g cm^{-3} ද විලීන $MgCl_2$ හි (ද්‍රවාංකයේ දී) ඝනත්වය 1.68 g cm^{-3} පමණ ද නිසා සෑදෙන විලීන Mg ලෝහය විලීන $MgCl_2$ මත පාවේ.

ඇනෝඩය (මිනිරන්) අසල ප්‍රතික්‍රියාව:

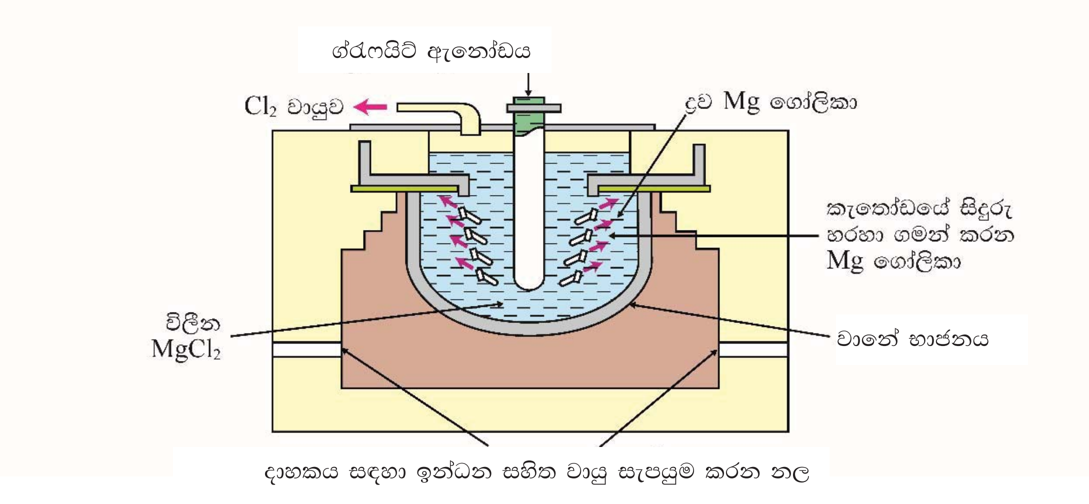
$$2Cl^-(l) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e$$

සෑදෙන Cl_2 වායුව HCl නිෂ්පාදනය සඳහා යොදා ගනු ලැබේ. එම HCl නැවත $Mg(OH)_2$ සමග ප්‍රතික්‍රියා කරවා $MgCl_2$ නිෂ්පාදනයට යොදා ගනු ලැබේ.

කැතෝඩය (වානේ) අසල ප්‍රතික්‍රියාව:

$$Mg^{2+}(l) + 2e \longrightarrow Mg(l)$$

සෑදෙන ද්‍රව Mg කෝෂයෙන් ඉවත් කර ගනී. මෙහි දී 99.8% පමණ Mg ඵලදාවක් ලබා ගත හැකි ය. මැග්නීසියම්හි ද්‍රවාංකය 650 °C පමණ නිසා 700 °C වැනි උෂ්ණත්වයේ දී එය ද්‍රව ලෙස පවතී.



1.1 රූපය මැග්නීසියම් නිපදවනු ලබන විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයෙහි හරස්කඩ ව්‍යුහය

ගුවන්යානා හා වාහන සඳහා ශක්තිමත් සැහැල්ලු ලෝහ අවශ්‍ය වේ. මෙවැනි ගුණ ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය මිශ්‍ර ලෝහ නිෂ්පාදනයට Mg ලෝහය ඉතා වැදගත් වේ.

මේ නිෂ්පාදනයේ දී වායුගෝලයට අමතර CO_2 එක් වීම අවාසියකි. හුනුගල් හෝ ඩොලමයිට් පිලිස්සීම නිසාත්, විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂය ආශ්‍රිතව ඉහළ උෂ්ණත්වයක් ලබා ගැනීමට පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන දහනය කිරීම නිසාත් වායුගෝලයට CO_2 එක් වේ.

1.3 කෝස්ටික් සෝඩා (NaOH) නිෂ්පාදනය

පිරිසිදු සාන්ද්‍ර NaCl ද්‍රාවණයක් බ්‍රයින් ලෙස හැඳින්වේ. බ්‍රයින් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම මඟින් NaOH නිෂ්පාදනය කරනු ලබයි. අතුරු ඵල ලෙස කැතෝඩය අසලින් H_2 වායුව හා ඇනෝඩය අසලින් Cl_2 වායුව පිට වේ.

$$NaCl(s) + \text{ජලය} \longrightarrow NaCl(aq)$$

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \xrightarrow{\text{විද්‍යුත් විච්ඡේදනය}} 2NaOH(aq) + Cl_2(g) + H_2(g)$$

ස්කන්ධය අනුව 50% කොස්ටික් සෝඩා අඩංගු ද්‍රාවණයකින් මෙට්‍රික්ටොන් 2.25 නිෂ්පාදනය කරන විට දී ඒ සමඟ ක්ලෝරීන් වායුව ආසන්න වශයෙන් මෙට්‍රික් ටොන් 1ක් පමණ හා හයිඩ්‍රජන් වායු 30 kg පමණ නිපදවේ. ස්කන්ධ ලෙස මෙසේ කැපී පෙනෙන වෙනසක් ඇතත් මවුල ප්‍රමාණ සැලකූ විට Cl_2 මවුල ප්‍රමාණය හා H_2 මවුල ප්‍රමාණය ආසන්නව සමාන වේ. සෛද්ධාන්තික වශයෙන් සෑදෙන Cl_2 හා H_2 මවුල ප්‍රමාණ සමාන වුවත් වායු ලෙස එකතු කර ගත හැකි Cl_2 හා H_2 මවුල ප්‍රමාණ සමාන නො වේ. ජලීය ප්‍රතික්‍රියා මාධ්‍ය තුළ Cl_2 වායුව සුළු වශයෙන් දිය විය හැකි නිසා වායුමය වශයෙන් රැස් කර ගත හැකි Cl_2 මවුල ප්‍රමාණය, H_2 මවුල ප්‍රමාණයට වඩා සුළු වශයෙන් අඩු විය හැකි ය.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනය මඟින් කොස්ටික් සෝඩා නිෂ්පාදනය කිරීමට භාවිත කරන කෝෂ ක්ලෝරෝ-ඇල්කලි කෝෂ ලෙස හැඳින්වේ. ඒවා තුන් වර්ගයකි.

a) රසදිය කෝෂ
b) ප්‍රාචීර කෝෂ
c) පටල කෝෂ

රසදිය කෝෂ ක්‍රමය පදනම් කර ගෙන මුල් යුගයේ දී NaOH නිෂ්පාදනය කරන ලදි. එහෙත් පරිසරයට රසදිය නිදහස් වීමට හැකියාවක් තිබීම හා නිපදවන NaOH ආශ්‍රිතව ඉතා ස්වල්ප වශයෙන් රසදිය අන්තර්ගතව තිබීම එහි ප්‍රධාන අවාසි වේ. පටල කෝෂය හා ප්‍රාචීර කෝෂයන් හි පදනම බොහෝ දුරට එක සමාන වේ. ප්‍රධානත ම වෙනස වන්නේ ප්‍රාචීරයක් වෙනුවට, පටල කෝෂයේ දී ඇනෝඩය හා කැතෝඩය වෙන් කිරීමට Na^+ අයන සඳහා පාරගම්‍ය පටලයක් යොදා තිබීම වේ. පටල කෝෂය හා සැසඳූ විට දී ප්‍රාචීර කෝෂයේ ඇනෝඩ කුටීරයේ ද්‍රව මට්ටම කැතෝඩ කුටීරයේ ද්‍රව මට්ටමට වඩා වැඩිය. ඒ නිසා ඇස්බැස්ටෝස් ප්‍රාචීරය හරහා ද්‍රවස්තිතික පීඩනයක් ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයේ සිට කැතෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයට ක්‍රියාත්මක වේ. ඇනෝඩ කුටීරයේ සිට කැතෝඩ කුටීරයට Na^+ අයන සංක්‍රමණය කරවීම කෙරෙහි ඒ ද්‍රවස්ථිතික පීඩනයේ බලපෑමක් ඇත. කැතෝඩ ද්‍රාවණයේ සිට ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය දක්වා OH^- අයන සංක්‍රමණය වීම වැළැක්වීමට ඒ ද්‍රවස්ථිතික පීඩන බලපෑම හේතු වේ. එහෙත් පටල කෝෂයේ දී ධන අයන සංක්‍රමණය සඳහා පමණක් ඉඩක් ඇති පටලයකින් කැතෝඩය හා ඇනෝඩය වෙන් කර ඇත. පටල කෝෂ භාවිතයේ

වාසි ලෙස නිපදවන NaOHහි සංශුද්ධතාව ඉහළ වීම, අඩු විද්‍යුත් ප්‍රමාණයක් වැය වීම හා පාරිසරික බලපෑම් අවම වීම දැක්විය හැකි ය.

මේ විද්‍යුත් විච්ඡේදන ක්‍රියාවලියේ දී විද්‍යුත් විච්ඡේදනයට යොදා ගන්නා විද්‍යුත් විභවය හා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පෘෂ්ඨයේ ඒකීය වර්ගඵලයකින් ඒකීය කාලයක දී පිට කරන ආරෝපණය වැදගත් සාධකයක් වේ. පහත වගුවේ එම තොරතුරු සපයා ඇත.

1.1 වගුව කොස්ටික් සෝඩා නිෂ්පාදනය කිරීමට භාවිත කරන කෝෂවල අන්තර්ගත සාධක

	රසදිය කෝෂ	ප්‍රාචීර කෝෂ	පටල කෝෂ
යෙදිය යුතු කෝෂ විභවය/ V	4.4	3.45	2.95
ධාරා ඝනත්වය/ A cm^{-2}	1	0.2	0.4
NaOH සංයුතිය (w/w%)	50	12	35

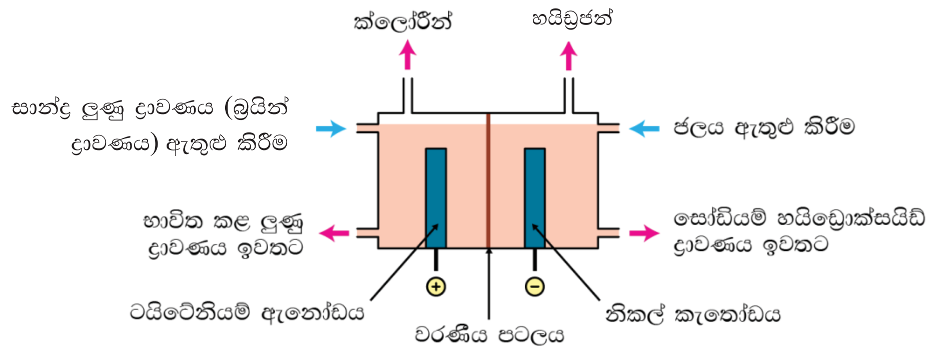
පටල කෝෂ ක්‍රමය

පටල කෝෂ ක්‍රමයේ දී භාවිත වන බ්‍රයින් ද්‍රාවණය ඉතා පිරිසිදු විය යුතුය. බ්‍රයින් ද්‍රාවණය ආශ්‍රිතව Mg^{2+}, Ca^{2+} හා SO_4^{2-} අයන තිබීම නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට බාධා පමුණුවයි. ද්‍රාවණය භාස්මික වත් ම මේ කැටායන අවක්ෂෙප වීම නිසා කෝෂයේ ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා ඇති වේ. මේ අයන NaOH ද්‍රාවණයට එකතු වීම නිසා කෝස්ටික් සෝඩාහි සංශුද්ධතාව අඩු වීම ද අවාසියකි. එබැවින් නිෂ්පාදනයට යොදා ගනු ලබන බ්‍රයින් ද්‍රාවණයේ මේ අපද්‍රව්‍ය අයන සාන්ද්‍රණය ඉතා පහළ මට්ටමක පැවතිය යුතු ය. මුහුදු ජලය මඟින් නිස්සාරණය කරන ලුණු (NaCl) ආශ්‍රිතව Mg^{2+}, Ca^{2+} හා SO_4^{2-} අයන ඇත. ඒ අනුව මේ ලුණු මඟින් සාදන බ්‍රයින්හි වූ අපද්‍රව්‍ය අයන ඉවත් කිරීමට රසායනික පිරියම් කිරීම ඉතා වැදගත් පියවරකි. ප්‍රමාණවත් පරිදි $BaCl_2$ එක් කිරීමෙන් SO_4^{2-} අයන $BaSO_4$ ලෙස අවක්ෂේප කර ඉවත් කළ හැකි ය. ප්‍රමාණවත් ලෙස NaOH හා Na_2CO_3 එක් කළ විට දී Mg^{2+} හා Ca^{2+} අයන $Mg(OH)_2$ හා $CaCO_3$ ලෙස අවක්ෂේප කරවා ඉවත් කළ හැකි ය.

$$Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Mg(OH)_2(s)\downarrow$$

$$Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \longrightarrow CaCO_3(s)\downarrow$$

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \longrightarrow BaSO_4(s)\downarrow$$



1.2 රූපය පටල කෝෂය

ඇනෝඩ කුටීරය තුළ ද්‍රාවණය ආශ්‍රිතව ආරම්භයේ දී ප්‍රධාන වශයෙන් Na^+ හා Cl^- අයන ඇති අතර ඉතා ස්වල්ප වශයෙන් ජලය විඝටනයෙන් ලැබෙන H^+ හා OH^- අයන ඇත. ඇනෝඩය අසලින් OH^- අයන ඔක්සිකරණය වී O_2 නිදහස් කිරීමට ලබා දිය යුතු සම්මත විද්‍යුත් විභවය 0.4 V හා Cl^- අයන ඔක්සිකරණය කර Cl_2 නිදහස් කිරීමට ලබා දිය යුතු සම්මත විද්‍යුත් විභවය 1.36 V වේ. මේ නිසා Cl_2 නිදහස් වීමට අමතරව O_2 නිදහස් වීමේ හැකියාවක් ඇත. O_2 නිදහස් වීම අඩු කිරීමට විවිධ උපක්‍රම යොදා ඇත.

$$4OH^-(aq) \longrightarrow O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e$$

$$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e$$

කෝස්ටික් සෝඩා නිෂ්පාදනයට ගනු ලබන බ්‍රයින් ද්‍රාවණයේ NaCl සාන්ද්‍රණය සාපේක්ෂව ඉහළ ය. සාපේක්ෂව ඉතා අඩු OH^- සාන්ද්‍රණයක් හා ඉතා ඉහළ Cl^- අයන සාන්ද්‍රණයක් ඇති අවස්ථාවේ දී OH^- අයන හතරක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මත එක් වී O_2 අණුවක් හා ජල අණු දෙකක් සෑදීම සඳහා ඇති සම්භාවිතාව සාපේක්ෂව අඩු ය. ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය තුළ සාපේක්ෂව ඉහළ Cl^- අයන සාන්ද්‍රණයක් ඇති බැවින් Cl^- අයන ඔක්සිකරණය වී Cl_2 වායුව සෑදීම සඳහා සාපේක්ෂව වැඩි සම්භාවිතාවක් ඇත.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සමග Cl^- අයන සාන්ද්‍රණය වඩාත් අඩු වන විට දී OH^- අයන ඔක්සිකරණය වී O_2 නිදහස් වීමේ සම්භාවිතාවක් ඇත. ඒ නිසා ඇනෝඩ කුටීරයට අඛණ්ඩව සාන්ද්‍ර ලුණු ද්‍රාවණයක් පොම්ප කරන අතර අඛණ්ඩව ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය ඉවත් කිරීමක් ද සිදු කරයි. පද්ධතිය තුළ Cl^- අයන සාන්ද්‍රණය අඩු වුවත් Na^+ අයන සාන්ද්‍රණය අඩු නො වේ. පද්ධතිය තුළ (සමස්ත කෝෂය ම සැලකූ විට දී) විද්‍යුත් උදාසීනතාව පැවතීම මූලික ලක්ෂණයකි. එබැවින් Cl^- අයන Cl_2 ලෙසට ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයෙන් ඉවත් වන විට දී වෙනත් ඍණ අයනයක් ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයට පැමිණීම හෝ Na^+ අයන කැතෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයට සංක්‍රමණය විය යුතු ය. ඔක්සිහරණය සිදු වන්නේ කැතෝඩ කුටීරය තුළ දීය. ජලීය Na^+ අයනයට වඩා පහසුවෙන් H^+ අයනය ඔක්සිහරණය වේ. ආරම්භයේ දී කැතෝඩ කුටීරය තුළ වූ මාධ්‍යයේ NaCl නැති නිසා එහි වූ ප්‍රධාන සංරචකය ජලය වේ. ජල අණු විඝටනයෙහි ප්‍රතිඵලයක් වූ H^+ අයන දිගින් දිගට ඔක්සිහරණය වන නිසා ජල අණු ප්‍රතිවර්ත්‍යය ලෙස විඝටනය වී පවත්වා ගත් සමතුලිතාව බිඳ වැටේ. ජල අණු විඝටනයෙන් ලැබුණු H^+ අයන H_2 ලෙස ඉවත් වීමත් සමග ජල අණු දිගින් දිගට විඝටනය වන නිසා කැතෝඩ කුටීරය තුළ OH^- අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. අඛණ්ඩව විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සිදු කරන විට, කාලයත් සමග කැතෝඩ කුටීරය තුළ OH^- අයන සාන්ද්‍රණය ඉහළ යයි.

ජල අණු විඝටනයේ සමතුලිත අවස්ථාව (1) සමීකරණය මඟින් දැක්විය හැකි ය.

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq) \text{ --------- (1)}$$

H^+ අයන H_2 ලෙසට ඔක්සිහරණය නිසා සමතුලිතතාව බිඳවැටී ඇති අවස්ථාව (2) සමීකරණය මඟින් දැක්විය හැකි ය.

$$H_2O(l) \longrightarrow H^+(aq) + OH^-(aq) \text{ --------- (2)}$$

ඇනෝඩ කුටීරය තුළ Cl^- අයන ඔක්සිකරණ වී Cl_2 සෑදෙන ශීඝ්‍රතාවට සමාන ශීඝ්‍රතාවකින් කැතෝඩ කුටීරයේ H^+ අයන H_2 ලෙසට ඔක්සිහරණය වේ. මේ නිසා ම සමස්තයක් ලෙස සැලකූ විට දී ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය තුළ Cl^- අයන අඩු වන ශීඝ්‍රතාවට ගැළපෙන පරිදි කැතෝඩ කුටීරයේ

වූ ජලය දිගින් දිගට විඝටනය වී OH^- ජනනය වීමක් සිදු වේ. මේ නිසා සමස්ත පද්ධතිය විද්‍යුත් වශයෙන් උදාසීන වේ.

පටල කෝෂය ආශ්‍රිතව වූ විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සමඟ ඇනෝඩ කුටීරය තුළ Cl^- අයන සාන්ද්‍රණය අඩු වුවත් Na^+ අයන සාන්ද්‍රණය අඩු නොවේ. එසේ ම කැතෝඩ කුටීරය තුළ ජල අණු විඝටනයෙන් ලැබෙන H^+ අයන ඔක්සිහරණය වන නිසා ම OH^- අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි වීම සිදුවේ. මේ නිසා පටලය හරහා විද්‍යුත් විභව අන්තරයක් ගොඩනැගේ. කැතෝඩ කුටීරයේ වූ OH^- අයන ඇනෝඩ කුටීරයට සංක්‍රමණය වුව හොත් එහි වූ Cl_2 සමඟ OH^- අයන ප්‍රතික්‍රියා කරයි. එහෙත් පටල කෝෂයේ පටලය හරහා OH^- අයන සංක්‍රමණයට හැකියාවක් නැති හෙයින් පටල කෝෂයේ කැතෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය ආශ්‍රිතව මේ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු නො වේ.

පටල කෝෂයේ ඇනෝඩ කුටීරය හා කැතෝඩ කුටීරය ධන අයන (Na^+) සඳහා පාරගම්‍ය පටලයකින් වෙන් කර ඇත. මේ පටලයේ ඉතා කුඩා සිදුරු ඇති අතර ඒ සිදුරුවල මායිම ආශ්‍රිතව ඍණ අයන බැඳී ඇත. එහෙයින් ම ඒ සිදුර අවට අවකාශයේ ඍණ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මඟින් සිදුර දෙසට ධන අයන ආකර්ෂණය වේ. ඍණ අයන විකර්ෂණය වේ. කැතෝඩ කුටීරයට එක් නලයකින් අඛණ්ඩව ජලය එක් කරන විට තවත් නලයකින් NaOH සහිත ද්‍රාවණය ඉවත් කරයි.

ඇනෝඩය ටයිටේනියම්වලින් ද කැතෝඩය නිකල්වලින් ද තනා ඇත. පටල කෝෂය මඟින් NaOH නිෂ්පාදනය අඛණ්ඩ ක්‍රියාවලියක් ලෙස සිදු කළ හැකි වීම විශේෂත්වයකි. අඛණ්ඩව 26% සාන්ද්‍රණය ඇති බ්‍රයින් ද්‍රාවණයක් ඇනෝඩ කුටීරයට පොම්ප කරන අතර ගැලීම් සටහනේ දක්වා ඇති පරිදි ඇනෝඩය කුටීරයෙන් ඉවත් කරන ද්‍රාවණයේ බ්‍රයින් සාන්ද්‍රණය 24% පමණ තෙක් අඩු වී ඇත. මෙහි දී ඇනෝඩ කුටීරයේ Cl^- අයන ඔක්සිකරණ වී Cl_2 ලෙස ඉවත්වන විට ම කැතෝඩ කුටීරයෙන් H^+ අයන ඔක්සිහරණයෙන් H_2 ලෙස ඉවත් වේ. මේ නිසා කැතෝඩ කුටීරය තුළ OH^- අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි වීමේ ශීඝ්‍රතාවය සමඟ සැසඳෙන පරිදි, ඇනෝඩ කුටීරයේ වූ Na^+ අයන කැතෝඩ කුටීරයට සංක්‍රමණය වේ. මේ නිසා කැතෝඩ කුටීරය තුළ NaOH සාන්ද්‍රණයක් ගොඩනැගෙයි. Na^+ අයන සංක්‍රමණය සමඟ එක් එක් කුටීරය තුළ විද්‍යුත් උදාසීනතාව ඇති වේ. විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සමඟ මේ ක්‍රියාවලිය දිගින් දිගට ම සිදු වේ.

ඇනෝඩ කුටීරය තුළ ඇති Cl^- අයන පටලය හරහා කැතෝඩ කුටීරය වෙත ගමන් නොකරන නිසා සෑදෙන NaOH සමඟ අපද්‍රව්‍යයක් ලෙස NaCl මිශ්‍ර නොවේ.

ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව (ධන අග්‍රය):

$$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e$$

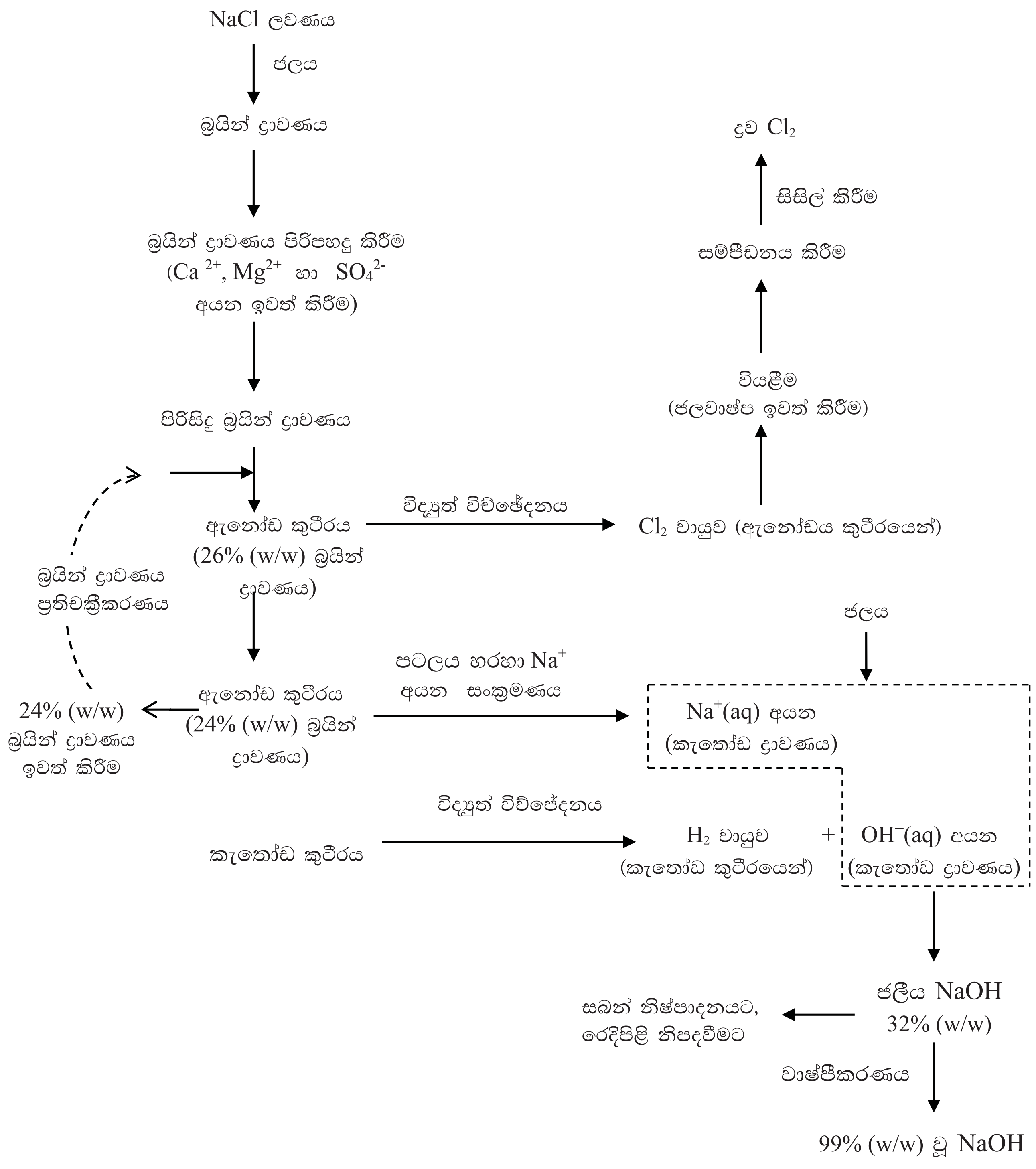
කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව (ඍණ අග්‍රය):

$$2H_2O(l) + 2e \longrightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g)$$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව:

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2NaOH(aq) + Cl_2(g) + H_2(g)$$

පටල කෝෂ ක්‍රමය මගින් NaOH නිපදවීම දැක්වෙන ගැලීම් සටහන



NaOH සහ අතුරු ඵලවල ප්‍රයෝජන

NaOHවල ප්‍රයෝජන

1) සබන් නිෂ්පාදනය
2) කඩදාසි, කෘත්‍රිම සේද හා සායම් කර්මාන්තය
3) ප්‍රබල භස්මයක් ලෙස භාවිත කිරීම
4) අපජලය පිරියම් කිරීමේ දී බැර ලෝහ ඒවායේ හයිඩ්‍රොක්සයිඩ ලෙස අවක්ෂේප කිරීම

ක්ලෝරීන්වල ප්‍රයෝජන

1) රෙදිපිළි, දැව හා කඩදාසි පල්ප විරංජනය කිරීම
2) ජල සම්පාදන ක්‍රියාවලියේ දී ජලයේ විෂබීජහරණය සඳහා යොදා ගනී
3) HCl නිෂ්පාදනය
4) ක්ලෝරිනීකෘත රබර්, කෘමිනාශක, සායම් හා ඖෂධ නිපදවීම
5) PVC වැනි බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය නිපදවීමට අවශ්‍ය වයනයිල් ක්ලෝරයිඩ් නිපදවීම
6) විරංජන කුඩු නිපදවීම

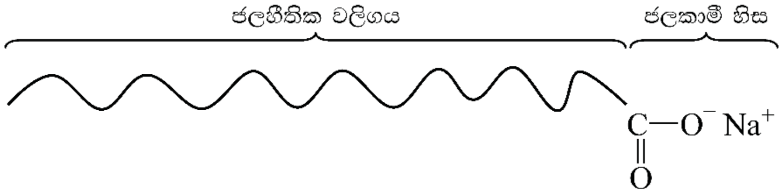
හයිඩ්‍රජන්වල ප්‍රයෝජන

1) HCl නිෂ්පාදනය
2) NH_3 නිෂ්පාදනය
3) එළවළු තෙල් හයිඩ්‍රජනීකරණයෙන් මාගරීන් නිෂ්පාදනය
4) ඉන්ධනයක් ලෙස භාවිත කිරීම

1.4 සබන් නිෂ්පාදනය

සබන් නිෂ්පාදනයේ දී රසායනිකව සිදු වන්නේ කෝස්ටික් සෝඩා සමඟ ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ් ජලවිච්ඡේදන ප්‍රතික්‍රියාවක් (සැපොනීකරණය) සිදු වී ග්ලිසරෝල් හා දීර්ඝ දාම කාබොක්සිලික් අම්ලවල සෝඩියම් ලවණ සෑදීමයි. මේ ලවණ සබන් ලෙස හඳුන්වයි. සබන් අණුවක කාබන් හා හයිඩ්‍රජන් පරමාණු අන්තර්ගත ජලභීතික වලිගයක් හා ජලකාමී හිසක් සහිත ප්‍රදේශයක් ඇත. ජලකාමී හිස ආශ්‍රිතව Na^+ අයනය හෝ K^+ අයනය හා $-COO^-$ අයන කාණ්ඩය ඇත.

සත්ත්ව තෙල් හෝ ශාක තෙල් සබන් නිෂ්පාදනයේ දී එක් අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස භාවිත වේ. NaOH හෝ KOH අනෙක් අමුද්‍රව්‍යය වේ.



1.3 රූපය සබන් අණුවක ජලභීතික වලිගය හා ජලකාමී හිස

සබන් නිෂ්පාදනය කළ හැකි ක්‍රියාවලි දෙකකි. උණුසුම් ක්‍රියාවලිය (Hot Process) හා ශීත ක්‍රියාවලිය (Cold Process) යනු එම ආකාර දෙකයි. ශීත ක්‍රියාවලියේ දී සබන් හා ග්ලිසරෝල් වෙන් කිරීම සිදු නොකරයි. සබන් තුළ ග්ලිසරෝල් තැම්පත් වේ. සබන් නිෂ්පාදනය කරන උණුසුම් ක්‍රියාවලිය හා ඒ ආශ්‍රිතව ප්‍රධාන පියවර හතර පිළිබඳව පමණක් මෙහි දී සලකා බලනු ලැබේ.

1) සැපොනීකරණය
2) අතුරු ඵලය වූ ග්ලිසරීන් ඉවත් කිරීම
3) සබන් පිරිපහදු කිරීම
4) නිමි සබන් බවට පත් කිරීම

සබන් අණුවක ඇති කාබන් පරමාණු ගණන 12, 14, 16 හා 18 ලෙසට වෙනස් වේ. පොල්තෙල්හි ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ් ආශ්‍රිතව එස්ටර බන්ධනවලින් බැඳී ඇත්තේ ලෝරික් අම්ලය, මිරිස්ටික් අම්ලය, ස්ටියරික් අම්ලය හා ඔලෙයික් අම්ලයයි. එසේ ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ් ස්වරූපයෙන් ඇති දිගු දාම කාබොක්සිලික් අම්ල (මේද අම්ල) ප්‍රමාණය ප්‍රතිශතයක් ලෙස දක්වයි. මීට අමතරව මේද අම්ල සුළු ප්‍රමාණයක් එස්ටර බන්ධන සාදන්නේ නැතිව නිදහස් මේද අම්ල (free fatty acid) ලෙසද පවතී. පොල්තෙල්වල 44-52% පමණ ඇත්තේ ලෝරික් අම්ලය යි. එහි කාබන් පරමාණු 12කි. එයින් පරමාණු 11ක්ම ජලභීතික වලිගය ආශ්‍රිතව ඇත. කාබන් පරමාණු 14ක් අඩංගු මිරිස්ටික් අම්ලය 14% ප්‍රමාණයක් ඇත. පොල්තෙල් හි අඩංගු පාමිටික් අම්ල ප්‍රමාණය 8% කි. පාමිටික් අම්ලයේ කාබන් පරමාණු 16ක් ඇත. කාබන් පරමාණු 18ක් ඇති ස්ටියරික් අම්ල ප්‍රමාණය 3% කි. කාබන් පරමාණු 18ක් හා ද්විත්ව බන්ධනයක් ඔලෙයික් අම්ලයේ ඇත. එය 5 - 8% ප්‍රමාණයකින් පොල්තෙල්හි ඇත. පොල්තෙල් භාවිත කර නිෂ්පාදනය කළ සබන් යනු මේ අම්ලවල සෝඩියම් ලවණ මිශ්‍රණයකි.

තෙල්වල වර්ණක හා අපද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීමට සක්‍රිය ෆුලර් (අ)ර්ත් (Activated fuller earth) ලෙස හඳුන්වන විශේෂ මැටි ද්‍රව්‍යයක් මතින් යවනු ලැබේ. එහි උෂ්ණත්වය 90 °C පමණ පවත්වා ගනු ලැබේ. ඉන් පසු තෙල්වල තිබිය හැකි මැටි අංශු ඉවත් කිරීමෙන් පසුව සබන් නිෂ්පාදනයට යොදා ගනු ලැබේ. සබන් නිෂ්පාදනය අඛණ්ඩ ක්‍රියාවලියක් (Continuous Process) හෝ කාණ්ඩ ක්‍රියාවලියක් (Batch Process) ලෙස හෝ සිදු කළ හැකි ය.

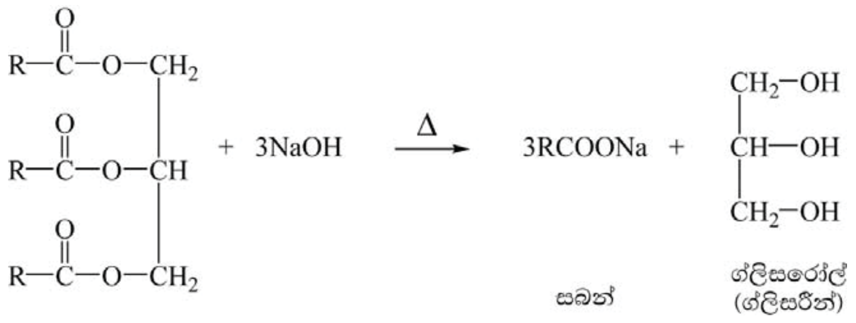
කාණ්ඩ ක්‍රියාවලිය සාම්ප්‍රදායික ක්‍රමයයි. කාණ්ඩ ක්‍රියාවලියේ දී සියලු අමුද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණ එක වර ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයට එක් කර ප්‍රතික්‍රියා වීමට ඉඩ සලසයි. ඉන්පසු ඵල වෙන් කරයි. අඛණ්ඩ ක්‍රියාවලියේ දී ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයට අඛණ්ඩව ප්‍රතික්‍රියක සපයන අතර අඛණ්ඩව ඵල ඉවත් කෙරේ.

1. සැපොනීකරණය

මෙහි දී පිරිපහදු කළ ශාක තෙල් ජලීය NaOH ද්‍රාවණයක් සමග මිශ්‍ර කර රත් කෙරේ. ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයට පිරිපහදු කළ ශාක තෙල් (උදා: පොල් තෙල්) හා ජලීය NaOH (කෝස්ටික් සෝඩා) හෝ KOH ද්‍රාවණය පොම්ප කරනු ලැබේ. කෝස්ටික් සෝඩා ජලයේ දිය වීම තාපදායක ය. ඒ නිසා කෝස්ටික් සෝඩා ජලයේ දිය කිරීම වෙන ම ක්‍රියාවලියක් ලෙස සිදු කරයි.

තෙල් හා ජලීය NaOH එකිනෙකට මිශ්‍ර නොවන කලාප දෙකකි. එහෙත් මේ ස්තර දෙකෙහි අතුරු මුහුණත ආශ්‍රිතව සිදු වන සැපොනීකරණ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ග්ලසරින් හා සබන් සෑදේ. මෙහි දී NaOH උදාසීනකරණයට ලක්වන නිසා තාපය නිපදවේ. ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ උෂ්ණත්වය 70 °Cහි පවත්වාගෙන මිශ්‍රණය හොඳින් මිශ්‍ර කරයි. තෙල් කුඩා බිඳිති බවට පත් වී පෘෂ්ඨික වර්ගඵලය වැඩි වේ. මේ නිසා සමස්ත ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණ පරිමාව තුළ ම ප්‍රතික්‍රියාව ඒකාකරව සිදු වේ.

සැපොනීකරණ ප්‍රතික්‍රියාව පහත පරිදි දැක්විය හැකි ය.



$R = C_{17}H_{35} / C_{15}H_{31} / C_{11}H_{23} / C_{13}H_{27}$

2. ග්ලිසරින් ඉවත් කිරීම

සැපොනීකරණයෙන් පසු ලැබෙන ජලීය කලාපයේ භාස්මිකතාව අඩු වී ඇත. ජලීය කලාපය තුළ ග්ලිසරීන් දිය වී ඇත. යම් ප්‍රමාණයක් සබන් ද දිය වී ඇත. ජල කලාපය තුළ දිය වූ සබන් අණු අයණීකරණය වී ඇති අතර, පහත පරිදි සමතුලිතතාවක් පවත්වා ගනු ලැබේ. ජලීය කලාපයේ සබන්හි ද්‍රාව්‍යතාව අඩු කිරීමට NaCl (බ්‍රයින්) එක් කරයි. Na^+ අයන සාන්ද්‍රණය ඉහළ බැවින් පහත සමතුලිතතාව වම් පසට නැඹුරු වී සබන් අණු ජල කලාපයෙන් වෙන් වේ. ලවණ ද්‍රාවණය තුළ ග්ලිසරීන් දිය වේ. NaCl එක් කිරීම නිසා ජල කලාපයේ ඝනත්වය වැඩි වේ. අශුද්ධ සබන් (crude) ජල කලාපයෙන් වෙන් වූ පසු ව ග්ලිසරීන් සහිත ජල කලාපය පොම්ප කර ඉවත් කරයි.

$$\text{ජලය} + RCOO^-Na^+(s) \rightleftharpoons RCOO^-(aq) + Na^+(aq)$$

Na^+ අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි කරන විට ⟵

අශුද්ධ සබන් ආශ්‍රිතව සැලකිය යුතු තරම් තෙතමනයක් (ජලය) තිබීම හා උෂ්ණත්වය 70 °C හි පැවතීම නිසා එම සබන් පොම්ප කර ඉවත් කිරීම පහසු වේ. ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයෙන් ඉවත් කරන ජලීය ලවණ ද්‍රාවණය ආශ්‍රිතව ග්ලිසරීන් තිබේ. ඒ නිසා අතුරු ඵලයක් වන ග්ලිසරීන් වෙන් කිරීමට එම ලවණ ද්‍රාවණය හොඳ ප්‍රභවයකි. ඒ ද්‍රාවණයෙන් ග්ලිසරීන් ඉවත් කළ පසු ලැබෙන ද්‍රාවණයට අවශ්‍ය තරම් නැවත NaCl එක් කර ප්‍රතිචක්‍රීකරණයට ලක් කෙරේ. අශුද්ධ සබන් තුළ ඇති ග්ලිසරීන් ඉවත් කිරීමට මේ ලවණ ද්‍රාවණය භාවිත කරයි. මේ ලවණ ද්‍රාවණය තුළ ග්ලිසරීන් දිය වුවත් සබන් දිය නොවේ. මෙහි දී ලවණ ද්‍රාවණය සමඟ සබන් හොඳින් මිශ්‍ර කිරීම ඉතා වැදගත් ය. මේ නිසා අශුද්ධ සබන් තුළ රැඳී තිබෙන ග්ලිසරීන් ඉවත් කර යම් ප්‍රමාණයකට පිරිපහදු කළ හැකි ය. ග්ලිසරීන් සහිත ලවණ ද්‍රාවණය හා තරමක් දුරට පිරිපහදු වූ සබන් වෙන් කරනු ලබයි.

3. සබන් පිරිපහදු කිරීම

ග්ලිසරීන් ඉවත් කර යම් ප්‍රමාණයකට පිරිපහදු කළ සබන් තුළ ජලය හා NaCl ලවණ ඇත. ලවණ සහිත තෙත් සබන් කේන්ද්‍රාපසරණය කරයි. එවිට ජලීය ලවණ ද්‍රාවණය සබන්වලින් වෙන් වේ. සබන්හි වූ NaCl වූ සංයුතිය 0.5% (w/w) තෙක් අඩු වේ.

සබන් තුළ NaOH තිබීම පාරිභෝගිකයාට හානිදායක ය. කෝස්ටික් සෝඩා ප්‍රමාණය ඉහළ සබන් නිසා සමට හා ඇසෙහි වූ සියුම් පටකවලට බලවත් හානි ඇති විය හැකි ය. ඒ නිසා ඉතා සුළු වශයෙන් හෝ ඇති NaOH උදාසීන කිරීමට සිට්රික් අම්ලය, පොස්පරික් අම්ලය හෝ පොල්තෙල් ආශ්‍රිතව වූ නිදහස් මේද අම්ල එක් කරයි.

4. නිමි සබන් බවට පත් කිරීම

ලවණ ඉවත් කළ පසු ඒ සබන් තුළ ඇති ජලය ඉවත් කිරීම අවශ්‍ය වේ. ජල ප්‍රමාණය 12% (w/w) තෙක් අඩු කිරීමට 120 °C පමණ උණුසුම් කළ සබන් අඩු පීඩන කලාපයකට සියුම් බිඳිති පරිදි විසිරී යෑමට ඉසිනු ලබයි (Spray). මෙහි දී ජලය වාෂ්පීකරණයට තාපය ලබා ගන්නා නිසා සබන් බිඳිතිවල උෂ්ණත්වය අඩු වේ. අඩු පීඩන භාජනය තුළ සබන් තැම්පත් වේ. ජලවාෂ්ප ඉවත් කරයි. වියළි සබන් වෙන් කර ගනු ලැබේ. වියළි සබන්වලට පිරවුම්කාරක, වර්ණක හා සුවඳකාරක මිශ්‍ර කර අවශ්‍ය පරිදි හැඩ ගන්වා නිමි සබන් නිෂ්පාදනය කරනු ලබයි.

සබන්වල TFM අගය

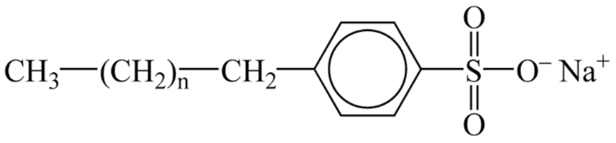
සබන්වල ඇති මුළු මේදමය ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය (Total Fatty Matter) මින් අදහස් වේ. එනම් සබන් කැටයේ ඇති RCOONa (සබන්) ප්‍රතිශතයයි. රෙදි සෝදන සබන් කැටයක TFM අගය 54-56% පමණ වන අතර ඉතිරිය පිරවුම් ද්‍රව්‍ය ශෝධනය වර්ධනය කෙරෙන ද්‍රව්‍ය, වර්ණක ආදිය වේ.

කඨින ජලයේ සබන් දිය නොවීම හා පෙණ නොනැඟීම සබන්වල ඇති අවාසියකි. එයට හේතුව සබන් අණු කඨිනත්වයට හේතු වූ කැටායන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර අවක්ෂේප වීමයි.

$$2RCOO^{-}Na^{+} + M^{2+} \longrightarrow (RCOO)_2M + 2Na^{+}$$

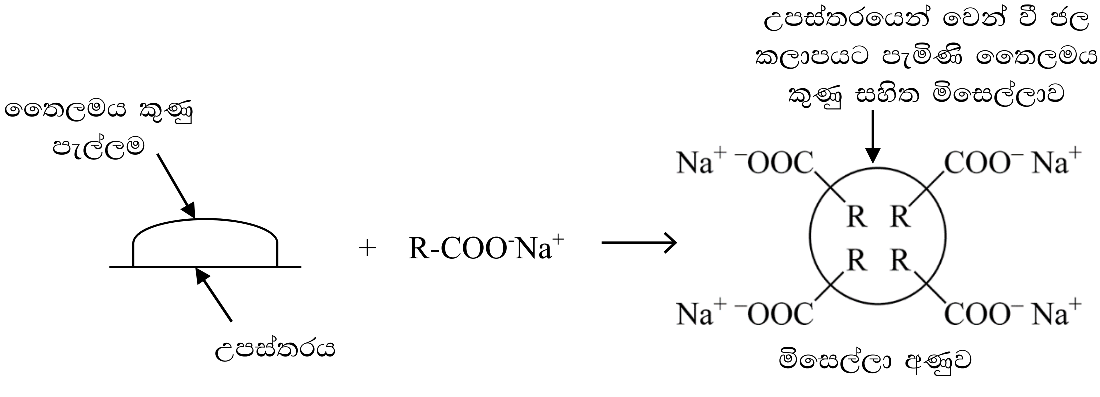
$M = Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}$ වැනි අයන

ක්ෂාලක (Detergents) කඨින ජලයේ දී අවක්ෂේප නො වේ. කෘත්‍රිම ක්ෂාලකවල ඇති ප්‍රධාන සංරචකය සෝඩියම් ඇල්කයිල්බෙන්සීන්සල්ෆොනේට් ය.



සබන්වල ශෝධන ක්‍රියාව

කුණු යනු තෙල් පටලයක් වටා එකතු වූ දූවිලි අංශු හා කාබනික සංයෝග මිශ්‍රණයක් වේ. ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය වැඩි නිසා ජලය පමණක් යෙදූ විට කුණු ඉවත් නො වේ. සබන් මඟින් ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය අඩු කරන අතර ම ශෝධන ක්‍රියාව ද වර්ධනය කරයි.



1.4 රූපය සබන්වල ශෝධන ක්‍රියාව

සබන් අණු තෙල් බිඳිති සමඟ ඉහත ආකාරයට මිසෙල්ලා සාදන බැවින් කුණු ඉවත් වේ.

1.5 Na_2CO_3 නිෂ්පාදනය (සොල්වේ ක්‍රමය/ ඇමෝනියා සෝඩා ක්‍රමය)

සෝඩියම් කාබනේට් රසායනික කර්මාන්ත ගණනාවකට අවශ්‍ය වන අමුද්‍රව්‍යයකි. එබැවින් Na_2CO_3 නිෂ්පාදනය ලෝකයේ ප්‍රමුඛ රසායනික කර්මාන්තයකි. දැනට ලෝකයේ වාර්ෂිකව මෙට්‍රික් ටොන් මිලියන 20ක් පමණ Na_2CO_3 නිෂ්පාදනය වේ.

Na_2CO_3 නිෂ්පාදනය ආශ්‍රිතව ඇති ප්‍රධාන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා පහත දැක්වේ.

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$$

$$NH_4OH(aq) + CO_2(g) \longrightarrow NH_4HCO_3(aq)$$

$$NaCl(aq) + NH_4HCO_3(aq) \longrightarrow NaHCO_3(s) + NH_4Cl(aq)$$

$$2NaHCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

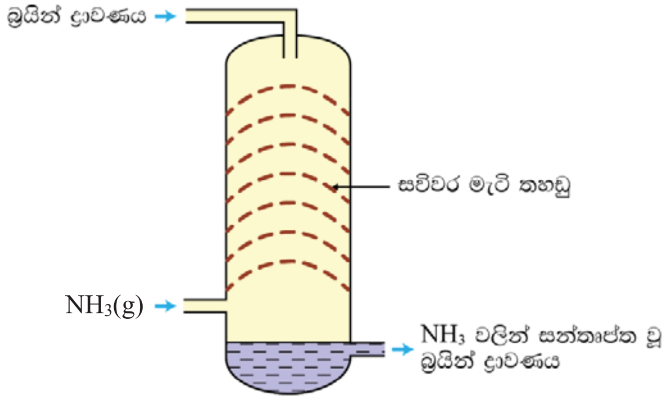
Na_2CO_3 නිෂ්පාදනයට අවශ්‍ය NH_3 ලබා ගන්නේ හේබර් ක්‍රමයෙනි. හුනුගල් තාප වියෝජනයෙන් CO_2 නිපදවා ගනු ලැබේ. අනෙක් ප්‍රධාන අමුද්‍රව්‍යය වන්නේ Ca^{2+}, Mg^{2+} හා SO_4^{2-} ඉවත් කරන ලද පිරිසිදු කළ සාන්ද්‍ර NaCl ද්‍රාවණයයි. මෙය බ්‍රයින් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

$$CaCO_3(s) \xrightleftharpoons{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$$

Na_2CO_3 නිපදවීම සඳහා විශේෂයෙන් සකස් කළ අටලුව තුළ සිදුවන ක්‍රියාවලියේ මූලික පියවර සැකෙවින් පහත පරිදි දැක්විය හැකි ය.

1 පියවර - ඇමෝනීකරණය

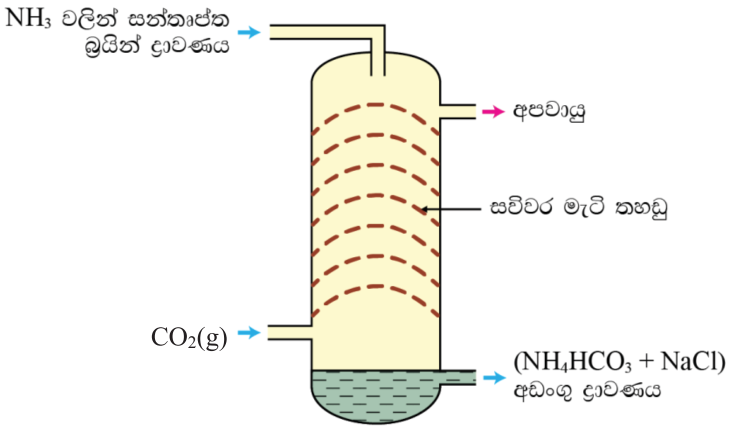
පළමුව බ්‍රයින් ද්‍රාවණය අටලුවේ ඉහළින් ඇතුළු කරන අතර NH_3 වායුව අටලුවේ පහළින් ඇතුළු කරනු ලැබේ. මෙසේ ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට ප්‍රතික්‍රියක එවීම මඟින් ඒවා කාර්යක්ෂම ලෙස මිශ්‍ර වීමට සැලසීම ප්‍රතිප්‍රවාහ ක්‍රමය ලෙස හඳුන්වයි. බ්‍රයින් ඇමෝනීකරණය තාපදායක ක්‍රියාවකි. මේ නිසා බ්‍රයින් ද්‍රාවණයේ උෂ්ණත්වය වැඩි වුව හොත් NH_3 දිය වීමේ කාර්යක්ෂමතාව අඩු වේ. තාප හුවමාරු ක්‍රියාවලිය මඟින් අටලුවේ වූ තාපය ඉවත් කිරීමෙන් පහළ උෂ්ණත්වයක් පවත්වා ගැනීම වැදගත් වේ.



1.5 රූපය ඇමෝනීකරණ අටලුව

2 පියවර - කාබොනීකරණය

ඇමෝනියාවලින් සංතෘප්ත වූ බ්‍රයින් ද්‍රාවණය දෙවන අටලුවේ ඉහළින් ඇතුළු කරන අතර, පහළින් CO_2 වායුව ඇතුළු කරනු ලැබේ. මෙහි දී ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රතිප්‍රවාහ ක්‍රමය යටතේ කාර්යක්ෂම ලෙස මිශ්‍ර වේ. ඇමෝනීකරණය කළ බ්‍රයින් ද්‍රාවණය භාස්මික මාධ්‍යයකි. CO_2 ආම්ලික වායුවකි. එය ජලයේ දිය වීම තාපදායකය. එසේ ම NH_4OH සමඟ ජලීය CO_2 ප්‍රතික්‍රියා කර NH_4HCO_3 ලබා දීමත් තාපදායක ක්‍රියාවකි. මේ නිසා දෙවන අටලුව ද සිසිල්ව පවත්වා ගැනීම ඉතා වැදගත් වේ.



1.6 රූපය කාබොනීකරණ අටලුව

NH_3 වායුව අධික ලෙස ජල ද්‍රාව්‍ය වන නමුත් CO_2 වායුවේ ජල ද්‍රාව්‍යතාව සාපේක්ෂව අඩු ය. CO_2 ජලයේ දිය වීමෙන් සැදෙන HCO_3^- අයන සාන්ද්‍රණය ද ඉතා අඩුය. කාබොනීකරණයට පළමුව ඇමෝනීකරණය කිරීම නිසා භාස්මික $NH_3(aq)$ ද්‍රාවණය තුළට CO_2 වායුව හොඳින් අවශෝෂණය වන අතර ඉහළ HCO_3^- අයන සාන්ද්‍රණයක් ඇති වේ.

3 පියවර - **$NaHCO_3$** වෙන් කර ගැනීම

ඇමෝනිකෘත බ්‍රයින් ද්‍රාවණය කාබොනීකරණය වීමත් සමඟ ම ඒ ද්‍රාවණය තුළ NH_4HCO_3 සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. මේ බ්‍රයින් ද්‍රාවණය තුළ සාපේක්ෂව ඉහළ Na^+ අයන සාන්ද්‍රණයක් ඇති හෙයින්, Na^+ අයන හා HCO_3^- අයන සාන්ද්‍රණ $NaHCO_3$ සංතෘප්ත සාන්ද්‍රණ සීමාව ඉක්මවන විට දී $NaHCO_3$ ස්ඵටිකීකරණය වී ද්‍රාවණයෙන් ඉවත් වේ. ඒ සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව පහත පරිදි දැක්විය හැකි ය.

$$Na^+(aq) + HCO_3^-(aq) \longrightarrow NaHCO_3(s)$$

සැදෙන $NaHCO_3$ ඝනය, ද්‍රාවණයෙන් ඉවත් කර ගනු ලැබේ.

මේ අනුව $NaHCO_3$ සෑදීමේ ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වෙන පරිදි සිදු වේ. මේ අනුව සොල්වේ ක්‍රමයේ දී $NaHCO_3$ නිෂ්පාදනය සඳහා සෛද්ධාන්තිකව අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍ය ලෙසට NH_3, CO_2, $NaCl$ සහ H_2O දැක්විය හැකි ය.

$$NH_3(g) + CO_2(g) + NaCl(aq) + H_2O(l) \longrightarrow NaHCO_3(s) + NH_4Cl(aq)$$

4 පියවර - $NaHCO_3$ රත් කර Na_2CO_3 ලබා ගැනීම

වෙන් කර ගන්නා $NaHCO_3$ අධික ලෙස රත් කිරීමෙන් නිර්ජල Na_2CO_3 ලබා ගනී. සෑදෙන CO_2 වායුව නැවත කාබොනීකරණ අටලුව වෙත යැවේ.

$$2NaHCO_3(s) \longrightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

මේ නිෂ්පාදනයේ දී අතුරු ඵලයක් ලෙස ලැබෙන NH_4Cl පහත ආකාරයට NH_3 පුනර්ජනනය කිරීම සඳහා යොදා ගනු ලැබේ. මේ සඳහා NH_4Cl ද්‍රාවණය හුනුගල් වියෝජනය වීමෙන් ලැබෙන CaO සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවනු ලැබේ.

$$CaO(s) + 2NH_4Cl(aq) \longrightarrow 2NH_3(g) + CaCl_2(aq) + H_2O(l)$$

සෑදෙන NH_3, ඇමෝනීකරණ අටලුව වෙත යවනු ලැබේ. මේ අනුව සම්පූර්ණ ක්‍රියාවලිය සඳහා සෛද්ධාන්තික සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව පහත පරිදි ලියා දැක්විය හැකි ය. කෙසේ වෙතත් ඝන $CaCO_3$ හා ජලීය NaCl මිශ්‍ර කිරීමෙන් Na_2CO_3 නිපදවා ගැනීමට නොහැකි ය.

$$CaCO_3(s) + 2NaCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + Na_2CO_3(s)$$

මේ ක්‍රියාවලියේ දී සෑදෙන අවසාන අතුරු ඵලය $CaCl_2$ වේ. එය ද වෙනත් කර්මාන්ත සඳහා යොදා ගත හැකි ය.

පහත කරුණු නිසා සොල්වේ ක්‍රමය ආර්ථික වශයෙන් වාසිදායක වේ.

1) NaCl හා $CaCO_3$ අඩු වියදමකින් පහසුවෙන් ලබා ගත හැකි වීම
2) NH_3 වැය නොවන අතර චක්‍රීකරණය මඟින් නැවත නැවතත් භාවිත කළ හැකි වීම
3) CO_2 වලින් කොටසක් ද නැවත භාවිත කළ හැකි වීම

$KHCO_3$ හි ජල ද්‍රාව්‍යතාව, $NaHCO_3$හි ජල ද්‍රාව්‍යතාවට වඩා වැඩි බැවින් අටලු තුළ දී අවක්ෂේප නො වේ. ඒ නිසා $KHCO_3$ සාදා ගැනීමට ඉහත ක්‍රමය භාවිත කළ නොහැකි ය.

Na_2CO_3 වල ප්‍රයෝජන

1) ජලයේ කඨිනත්වය ඉවත් කිරීම
2) සබන් හා ක්ෂාලක නිපදවීමේ දී ශෝධන ක්‍රියාව වර්ධනය කිරීමට එකතු කිරීම
3) රෙදිසෝඩා (දෙවුම් සෝඩා) ලෙස භාවිත කිරීම
4) කඩදාසි කර්මාන්තයේ දී දූව පල්පයට මිශ්‍ර කිරීම
5) වීදුරු නිපදවීම

1.6 ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය (හේබර් බොෂ් ක්‍රමය)

වර්තමානයේ ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය ඉතා වැදගත් වනුයේ කෘත්‍රිම පොහොර නිෂ්පාදනයට ය. මේ වන විට ලෝක ජනගහනය බිලියන 7.3 පමණ වන අතර 2050 වසර වන විට බිලියන 9 දක්වා වර්ධනය වේ යැයි නිමානය කර ඇත. වැඩි වන ජනගහනය සමඟ ආහාර නිෂ්පාදනය අත්‍යවශ්‍ය වේ. පොහොර නිෂ්පාදනය මේ සඳහා වැදගත් රසායනික නිෂ්පාදන ක්ෂේත්‍රයක් ලෙස සලකයි.

සමස්ත ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයෙන් 83%ක ප්‍රමාණයක් පොහොර නිෂ්පාදනයට යොදා ගනු ලබයි. විශේෂයෙන් ම සමස්ත ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයෙන් 80% ක් යොදා ගන්නේ යූරියා නිෂ්පාදනයට ය.

ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය ආශ්‍රිත රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වේ.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + \text{තාපය}$$

1 : 3 2

ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍ය

මෙහි මූලික අමුද්‍රව්‍ය වනුයේ N_2 හා H_2 වායූන් ය. වායුගෝලීය වාතය ද්‍රව කිරීමෙන් පසුව භාගික ආසවනය මඟින් N_2 වායුව වෙන් කර ගනු ලබයි. මේ නිසා N_2 වායුවට නිෂ්පාදන පිරිවැයක් ඇත.

හයිඩ්‍රජන් වායුව ලබා ගන්නේ හයිඩ්‍රොකාබන් (නැප්තා) බිඳීම මඟින් හෝ ස්වාභාවික වායුවෙහි (Natural gas) ප්‍රධාන සංරචකය වූ මීතේන් භාවිතයෙන් ය.

අමතර දැනුම

පොසිල ඉන්ධනයක් ලෙස බලශක්ති ජනනයට ස්වාභාවික වායුව යොදා ගනී. විශාල ප්‍රමාණයෙන් මේ ස්වාභාවික වායුව පොළොව තුළ නිධිගතව ඇත. ස්වාභාවික වායුව මඟින් H_2 නිපදවීම SMR (Steam – Methane – Reforming) ලෙසට හඳුන්වයි. ස්වාභාවික වායුවේ සුළු ප්‍රමාණයෙන් H_2S තිබීම නිසා නිකල් උත්ප්‍රේරක ක්‍රියාවට බාධා පමුණුවයි. මේ නිසා ස්වාභාවික වායුවේ වූ H_2S ඉවත් කිරීමෙන් පසුව උත්ප්‍රේරක ප්‍රතික්‍රියාවක් මඟින් H_2 ජනනය කරවයි.

H_2S ඉවත් කිරීම ආශ්‍රිත ප්‍රතික්‍රියාව

$$H_2S(g) + ZnO(s) \longrightarrow ZnS(s) + H_2O(g)$$

SMR ක්‍රියාවලියේ පළමු පියවර වනුයේ මීතේන් හා ජලවාෂ්ප උෂ්ණත්වය 700-800 $^{\circ}C$ දී ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් CO හා H_2 සෑදීමයි. මෙය තාපඅවශෝෂක ප්‍රතික්‍රියාවකි.

$$CH_4(g) + H_2O(g) \longrightarrow CO(g) + 3H_2(g) \quad +206\ kJ\ mol^{-1} \quad \text{---------} \ (1)$$

දෙවන පියවරේ දී මේ වායු මිශ්‍රණය තවදුරටත් ජලවාෂ්ප සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට සලස්වයි. එහි දී CO වායුව CO_2 බවට පත් වේ. මෙය තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවකි.

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \quad -41\ kJ\ mol^{-1} \quad \text{----------} \ (2)$$

මීට අමතරව පහත ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ද යම් ඉඩක් ඇත.

$$CH_4(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 4H_2(g) + CO_2(g) \quad \text{----------} \ (3)$$

වැඩිපුර ජලවාෂ්ප පවත්වා ගැනීමෙන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව දකුණු පැත්තට යොමු කරමින් H_2 එලදාව වැඩි කිරීමට හැකි ය.

SMRහි තාපගතික ස්වභාවය පිළිබඳ ගුණාත්මකව යම් වැටහීමක් ලබා ගැනීම සඳහා $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ සම්බන්ධය යොදා ගත හැකි ය.

ඉහත තාපගතික සම්බන්ධය අනුව තාපදායක දෙවන ප්‍රතික්‍රියාව සාපේක්ෂව පහළ උෂ්ණත්වවල දී පවා ස්වයංසිද්ධ වේ. වායු කලාපයේ අණු ගණනේ වෙනසක් නොවන නිසා පීඩනයේ බලපෑමක් නැත. එසේ ම ΔG කෙරෙහි $T\Delta S$ හි බලපෑමක් නැති තරම් ය.

තාප අවශෝෂක පළමු හා තෙවන ප්‍රතික්‍රියා සිදු වන්නේ සාපේක්ෂව ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී ය. ඉදිරි දිශාවට වායු කලාපයේ අණු ගණන වැඩි වන නිසා එන්ට්‍රොපිය වැඩි වේ. මේ නිසා උෂ්ණත්වය වැඩිවත් ම $T\Delta S$ හි ගුණිතයේ ධන අගය වැඩි වේ. එබැවින්, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ අනුව මෙම 1 හා 3 ප්‍රතික්‍රියා සඳහා ඉහළ උෂ්ණත්වයේ දී ΔG හි සෘණ ස්වභාවය වැඩි වීම සිදු වේ. ඉහළ උෂ්ණත්වයේ දී (1800-1000 $^{\circ}$C) පළමු ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ඉඩ සලස්වයි. එහි දී 3 වන ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ඉඩ ඇත. ප්‍රතිඵල වූ වායු මිශ්‍රණයේ ඇති CO වායු සාන්ද්‍රණය අඩු කරමින් H_2 ඵලදාව වැඩි කිරීමට දෙවන ප්‍රතික්‍රියාව සාපේක්ෂව පහළ උෂ්ණත්වවල දී (200-400 $^{\circ}$C) සිදු වීමට ඉඩ සලස්වයි. CO හා H_2 සහිත උණුසුම් වායු මිශ්‍රණයට ජල වාෂ්ප එක් කිරීම සමඟ ඒ මිශ්‍රණයේ උෂ්ණත්වය (200–400 $^{\circ}$C දක්වා) අඩු කළ හැකි ය. දෙවන ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායක නිසා නැවත පළමු ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා සුදුසු ඉහළ උෂ්ණත්වය ලබා ගැනීමට දෙවන ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ජනනය වන තාපය භාවිත කරයි.

එක්සත් ජනපදයේ සමස්ත ස්වාභාවික වායු නිෂ්පාදනයෙන් 60%ක පමණ ප්‍රමාණයක් යොදා ගනු ලබන්නේ ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය සඳහා ය. නැප්තා (C_6H_{14}) බිඳීම මඟින් ද H_2 වායුව ලබා ගැනීමට හැකි ය. එහි දී ද වායුගෝලයට CO_2 නිදහස් වීම සිදු වේ. එහි දී සිදු වන ප්‍රතික්‍රියා පහත පරිදි ය:

$$C_6H_{14}(g) + 6H_2O(g) \longrightarrow 6CO(g) + 13H_2(g)$$

$$CO(g) + H_2O(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2(g)$$

නයිට්‍රජන් හා හයිඩ්‍රජන් වායු ප්‍රතික්‍රියා කර NH_3 නිපදවීම තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවක් වන අතර ප්‍රතිවර්ත්‍ය වේ. එහෙත් සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වය හා පීඩනය යටතේ මේ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු නොවන තරම් ය. එයට හේතුව සක්‍රියන ශක්තිය සාපේක්ෂව ඉහළ වීමයි.

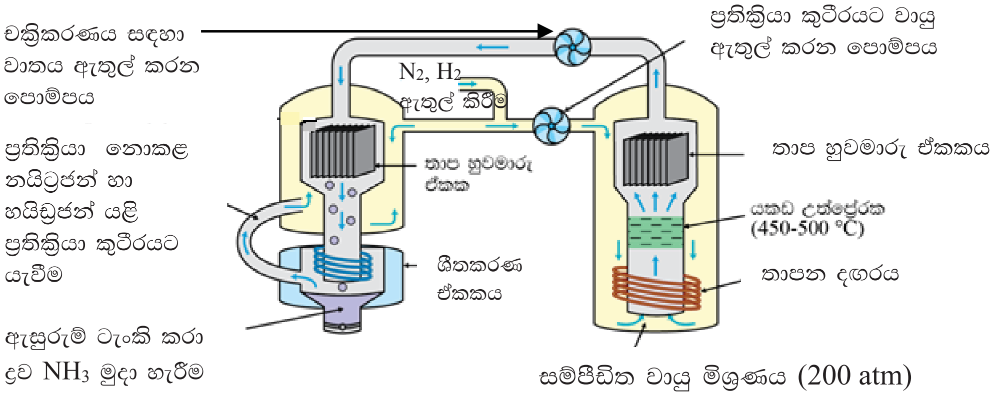
H_2 හා N_2 මඟින් NH_3 සෑදීම

කාර්මිකව ඇමෝනියා නිපදවන ක්‍රමය හේබර් බෝෂ් ක්‍රමය ලෙස හඳුන්වයි. මෙහි දී කාර්මික ප්‍රශස්ත තත්ත්ව ලෙස උෂ්ණත්වය 450 - 500 $^{\circ}$C වැනි උෂ්ණත්ව පරාසයක් හා පීඩනය 250 - 300 atm වැනි පීඩන පරාසයක් යටතේ දී උත්ප්‍රේරක ලෙසට යකඩ ද උත්ප්‍රේරක වර්ධක ලෙසට K_2O හා Al_2O_3 ද යොදා ගෙන ඇත.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{450 - 500\ ^{\circ}C}{\overset{250 - 300\ atm}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g) + \text{තාපය}$$

සම්පීඩිත ප්‍රතික්‍රියක වායු මිශ්‍රණය උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය හරහා ගමන් කරමින් NH_3 බවට පත් වේ. මේ ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවර්ත්‍ය නිසා උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය පසු කරන වායු මිශ්‍රණයේ NH_3 වායුවට අමතරව ප්‍රතික්‍රියා නොකළ N_2 හා H_2 වායු ඇත. එමනිසා මේ මිශ්‍රණයෙන් NH_3 වායුව වෙන් කිරීමට සිදු වේ. උෂ්ණත්වය -33.34 $^{\circ}$C දක්වා සිසිල් කිරීමත් සමඟ NH_3 වායුව ද්‍රව වේ. නයිට්‍රජන් වායුවේ තාපාංකය -195.8 $^{\circ}$C හා හයිඩ්‍රජන් වායුවේ තාපාංකය -252.9 $^{\circ}$C නිසා මේ මිශ්‍රණය සිසිල් කිරීම මඟින් ඉතා පහසුවෙන් NH_3 පමණක් ද්‍රව කර H_2 හා N_2 වායු මිශ්‍රණය, ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයෙන් වෙන් කර ගැනීමට හැකි ය. ඉහළ පීඩනයක් යටතේ වූ NH_3, H_2 හා N_2 සහිත වායු මිශ්‍රණය වෙනත් කුටීරයක් තුළ දී පීඩනය එකවර අඩු කිරීම මගින් සිසිල් කළ හැකි ය. එවිට NH_3 වායුව ද්‍රව තත්ත්වයට පත් වේ. වායු ලෙස ඉතිරි වී ඇති N_2 හා H_2 වායු නැවත ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයට පොම්ප කරනු ලබයි. NH_3 සෑදීම පිණිස වැය වූ N_2 හා H_2 වායු ප්‍රමාණයට ගැළපෙන N_2 හා H_2 ප්‍රමාණය පමණක් අලුතින් එක් කරයි.

පහත දැක්වෙන 1.7 රූපය මඟින් මේ ක්‍රියාවලිය සරලව නිරූපණය කළ හැකි ය.



1.7 රූපය ඇමෝනියා නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය

ද්‍රව ඇමෝනියා ඉවත් කළ පසුව ප්‍රතික්‍රියා නොකළ N_2 හා H_2 (-33.34 $^{\circ}$C පමණ උෂ්ණත්වයක පවතින) හා අලුතින් එක් කරන N_2 හා H_2 වායු මිශ්‍රණය උෂ්ණත්වය 450- 500 $^{\circ}$C තෙක් රත් කරනු ලැබේ. මේ නිසා නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට අවශ්‍ය තාප ශක්තිය ඉන්ධන දහනය මඟින් ද ලබා දිය හැක. ඒ නිසා වායුගෝලයට CO_2 එක් වේ. ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයේ දී H_2 ලබා ගැනීමේ පියවරේ දීත්, හේබර් ක්‍රමයේ දී ඉහළ උෂ්ණත්වය ලබා දීම පිණිස ඉන්ධන දහනය නිසාත් CO_2 ජනනය වේ. මේ සමස්ත ක්‍රියාවලිය නිසා වායුගෝලයට හරිතාගාර වායුවක් වූ CO_2 නිදහස් වේ. ගෝලීයව සමස්ත නිෂ්පාදනය අනුව ඇමෝනියා ටොන් 1ක් නිෂ්පාදනය කරන විට දී වායුගෝලයට එක් වන CO_2 ප්‍රමාණය ටොන් 2.9ක් පමණ වේ. වායුගෝලයට CO_2 එක් කරන අනෙක් ක්‍රියා හා සසඳන විට දී ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය නිසා වායුගෝලයට එක්වන CO_2 ප්‍රමාණය 1.4%ක් පමණ වේ.

ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයේ දී N_2 හා H_2 මිශ්‍ර කරනුයේ ඒවා අතර ස්ටොයිකියෝමිතික අනුපාතය (1:3) අනුව ය. නයිට්‍රජන් වායුව හා හයිඩ්‍රජන් වායුව නිපදවීමට යම් පිරිවැයක් දැරීමට සිදු වන නිසා අමුද්‍රව්‍ය නාස්තිය වැළැක්වීම පිණිස ස්ටොයිකියෝමිතික අනුපාතය ඉක්මවා මිශ්‍ර කිරීම සිදු නොකරයි. එසේ ම එක් වායුවක් වැඩිපුර යොදා ගත හොත් ඒ වායුව උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨයට අධිශෝෂණය වී එම උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය මුළුමනින් ම වැසී යාමට ඉඩකඩ ඇත. උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය එක් වායුවකින් පමණක් වැසී ගිය විට දී ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමේ ඉඩකඩ අඩු වේ. උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨයට වායු දෙක ම අධිශෝෂණය විය යුතු ය. උත්ප්‍රේරක භාවිතය නිසා සමතුලිතතාවට එළඹීමට ගත වන කාලය අඩු වේ. මේ සියලු සාධක අනුව ප්‍රශස්ත තත්ත්ව ලෙසට N_2 හා H_2 මිශ්‍ර කරනුයේ 1:3 අනුපාතය පවතින පරිදි ය.

මේ ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායක නිසා ΔH සඳහා සෘණ අගයක් ඇත. ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන විට අණු ගණන අඩු වන නිසා එන්ට්‍රොපිය අඩු වේ. ඒ නිසා ΔS සඳහා සෘණ අගයක් ඇත. එබැවින් $T\Delta S$ සෘණ වන නිසා $-T\Delta S$ අගය ධන අගයක් ගනු ලැබේ. එබැවින් උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට ΔG හි සෘණ ස්වභාවය ධන ස්වභාවය කරා වෙනස් වේ. එසේ ම ඉහළ උෂ්ණත්ව ඉදිරි ක්‍රියාවට අහිතකර බව ලේ වැටලියර් මූලධර්මය ආශ්‍රයෙන් ද පැහැදිලි කළ හැකි ය.

උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්වයංසිද්ධ ස්වභාවය අඩු වේ. තාපගතිකව ස්වයංසිද්ධ ස්වභාවය අඩු වන නිසා ඵලදාව අඩු වේ. ඵලදාව වැඩි කිරීමට උෂ්ණත්වය අඩු කළ යුතු ය. උෂ්ණත්වය අඩු කරන විට දී ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව අඩු වී සමස්ත ක්‍රියාවලියේ කාර්යක්ෂමතාව අඩු වේ. ප්‍රශස්ත කාර්යක්ෂමතාවක් පවත්වා ගත යුතු නිසා 450-500 $^{\circ}$C වැනි උෂ්ණත්වයක් පවත්වා ගනු ලැබේ. මේ තත්ත්ව යටතේ දී ලැබෙන NH_3 ඵලදාව සාපේක්ෂව අඩු ය. එහෙත් ප්‍රතික්‍රියා නොකළ

N_2 හා H_2 නැවත නැවත උත්ප්‍රේරක චක්‍රවලට සහභාගී කරවීමට නිෂ්පාදන ක්‍රියාව සැලසුම් කර ඇත. තනි පියවරක් ලෙසට ලැබෙන NH_3 ඵලදාව අඩු වුවත් සමස්ත ක්‍රියාවලිය ලෙසට ඉහළ ඵලදාවක් ලබා ගැනීමට හැකියාවක් ලැබී ඇත්තේ වැඩි උත්ප්‍රේරක චක්‍ර ගණනක් යටතේ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු කරවීමට සැලසුම් කර තිබෙන නිසා ය. ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව ඉහළ පීඩන ඉදිරි ක්‍රියාවට හිතකර වේ. එහෙත් අධික පීඩනවලට ඔරොත්තු දෙන උපකරණවල නඩත්තු පිරිවැය අධික ය. ඒ නිසා වර්තමානයේ භාවිත වන්නේ 250-300 atm පීඩනයකි. ප්‍රතික්‍රියක සාන්ද්‍රණය ඉහළ මට්ටමක තිබීම හා සෑදෙන ඵල ඉවත් කරමින් ඵල සාන්ද්‍රණ අඩු මට්ටමක පවත්වා ගැනීම වැඩි NH_3 ඵලදාවක් ලැබීමට හේතු වේ. එය ලේ චැටලියර් මූලධර්මය මඟින් පැහැදිලි කළ හැකි ය. ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයට වරින් වර N_2 හා H_2 යැවීම සිදු වන අතර සෑදෙන NH_3 සහිත වායු මිශ්‍රණය වරින් වර සිසිල් කර ද්‍රවීකරණය කිරීමෙන් NH_3 ඉවත් කරන නිසා මේ අවශ්‍යතාව සම්පූර්ණ වේ.

ඇමෝනියාවල ප්‍රයෝජන

1) නයිට්‍රික් අම්ලය, පොහොර හා නයිලෝන් නිෂ්පාදනය සඳහා භාවිතා වේ.
2) පෙට්‍රෝලියම් කර්මාන්තයේ දී බොර තෙල්හි ආම්ලික සංරචක උදාසීන කිරීමට යොදයි.
3) ජලය හා අපජලය පිරියම් කිරීමේ දී pH පාලකයක් ලෙස, ද්‍රාවණ තත්ත්වයේ දී දුබල ඇනායන හුවමාරු රෙසින පුනර්ජනනයට යොදා ගැනේ.
4) ශීතකාරකයක් ලෙස භාවිත වේ.
5) රබර් කර්මාන්තයේ දී ස්වභාවික හා කෘත්‍රිම රබර් කිරිවල අකාල කැටි ගැසීම වළකා එය ස්ථායිකරණය කිරීම සඳහා යොදා ගැනේ.

1.7 නයිට්‍රික් අම්ල නිෂ්පාදනය (ඔස්වල්ඩ් ක්‍රමය)

මේ සඳහා NH_3 වායුව, වායුගෝලීය වාතය හා ජලය අමුද්‍රව්‍ය ලෙස භාවිත කරයි. ඇමෝනියා හා ඔක්සිජන් වායු අතර ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ලබා ගන්නා NO_2 වායුව ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවා HNO_3 නිපදවයි. ඒ ප්‍රතික්‍රියාව පහත දක්වා ඇත.

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4NO(g) + 6H_2O(l) \quad -907\ kJ\ mol^{-1}$$

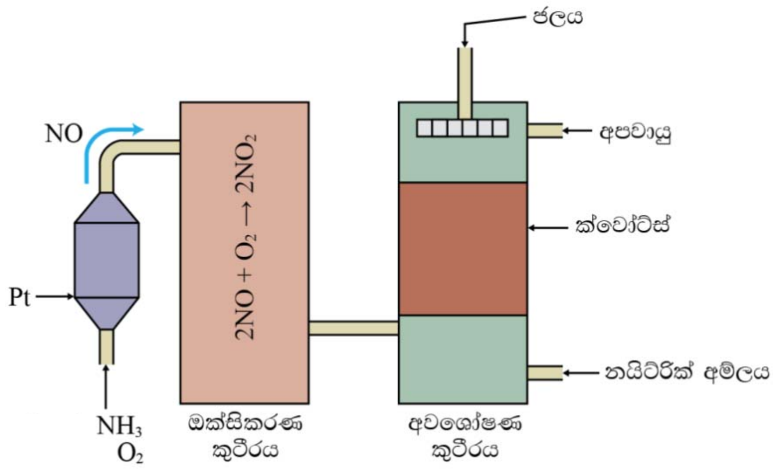
$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g) \quad -114\ kJ\ mol^{-1}$$

$$3NO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$$

$$-2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

$$4NO_2(g) + 2H_2O(g) + O_2(g) \longrightarrow 4HNO_3(aq)$$

1.8 රූපය මඟින් මේ ක්‍රියාවලිය සරලව දක්වා ඇත.



1.8 රූපය HNO_3 නිෂ්පාදන ක්‍රියාව

පළමු කුටිරයේ දී උත්ප්‍රේරක හමු වේ. NH_3 ඔක්සිකරණය කරයි. දෙවන කුටිරයේ දී NO වායුව ඔක්සිකරණය කරවයි. තෙවන කුටීරයේ දී NO_2 වායුව ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවයි.

දූවිලි හා ජල වාෂ්ප ඉවත් කළ වායුගෝලීය වාතය යොදාගෙන NH_3 ඔක්සිකරණය කරයි. සාමාන්‍ය වාතයේ පරිමාව අනුව N_2 වායුව 78% හා O_2 වායුව 21% ඇත. අවශ්‍ය ඔක්සිජන් වායු ප්‍රමාණය අන්තර්ගත වායුගෝලීය වාත පරිමාවක් ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයට පොම්ප කරනු ලැබේ. ඇමෝනියා පරිමා ඒකකයක් සඳහා වායුගෝලීය වාත පරිමා ඒකක 9-12 පරාසයක පවත්වා ගනු ලැබේ. ඉහළ උෂ්ණත්ව පරාසයක (800-850 $^{\circ}C$) පවත්වා ගනු ලැබේ. මේ තත්ත්ව යටතේ NO වායුව 97%ක් පමණ ලබා ගත හැකි ය. ඇමෝනියා සාන්ද්‍රණය වැඩි වුව හොත් පිපිරීම් සිදු විය හැකි ය. ඒ නිසා ඇමෝනියා හා වායුගෝලීය වාතය පරිමා අනුපාතය නිසි ලෙස පවත්වා ගැනීම වැදගත් ය. මේ වායු මිශ්‍රණය Pt/Rh උත්ප්‍රේරකය හරහා පීඩනයක් යටතේ ගමන් කළ විට NO බවට පත් වේ. මේ NO වායුව 150 $^{\circ}C$ තෙක් සිසිල් කරනු ලැබේ. උෂ්ණත්වය 150 $^{\circ}C$ පත් වූ විට NO වායුව තව දුරටත් NO_2 බවට ඔක්සිකරණය වීම ඔක්සිකරණ කුටීරය තුළ දී සිදු වේ. අවශෝෂණ කුටීරය තුළ දී ජලය සමඟ NO_2 වායුව ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට ඉඩ සලස්වා ඇත. මෙහි දී ද ප්‍රතිප්‍රවාහ මූලධර්මයට අනුව ජලය හා NO_2 වායු ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට ඉඩ සලසා ඇත. ඔක්සිජන් වායුව සහිත NO_2 වායු මිශ්‍රණය 5 -10 atm පීඩනයක් පවතින පරිදි අවශෝෂණ කුටීරයට පොම්ප කරයි. අවශෝෂණ කුලුන ද රසායනික අක්‍රිය ද්‍රව්‍යවලින් අසුරා ඇති නිසා ජලය සමඟ NO_2 ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට ඇති ඉඩකඩ වැඩි කර ඇත. අවසානයේ දී 96% ක පමණ ඵලදාවක් ලැබේ.

නයිට්‍රික් අම්ලයේ ප්‍රයෝජන

1) පොහොර සහ පුපුරන ද්‍රව්‍ය සෑදීම
2) කර්මාන්ත සඳහා අවශ්‍ය වන නයිට්‍රේට සෑදීම
   KNO_3 - වෙඩි බෙහෙත් නිෂ්පාදනය
   $AgNO_3$ - ඡායාරූප කර්මාන්තය
3) රාජ අම්ලය නිපදවීම
4) ලෝහ පෑස්සීමේ දී පෘෂ්ඨය පිරිසිදු කිරීම

1.8 සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනය (ස්පර්ශ ක්‍රමය)

H_2SO_4 නිපදවීමට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍ය

සල්ෆර් හෝ සල්ෆර් අඩංගු ලෝපස් හා ජලය මේ නිෂ්පාදනයට අමුද්‍රව්‍ය ලෙස භාවිත වේ. PbS, CuS හා ZnS අඩංගු ලෝපස් මගින් පිළිවෙලින් Pb, Cu හා Zn ලෝහ නිස්සාරණයේ දී අතුරු ඵලයක් ලෙස ලැබෙන SO_2 වායුව ද H_2SO_4 නිපදවීම සඳහා භාවිත කළ හැකි ය. පෙට්‍රෝලියම් පිරිපහදු කිරීමේ දී අතුරු ඵලයක් ලෙස ලැබෙන සල්ෆර් හෝ පොළොවෙන් ලබාගන්නා ගෙන්දගම් මේ සඳහා භාවිත කළ හැකි ය.

සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනයේ දී සල්ෆර් හෝ ලෝහ සල්ෆයිඩ දහනය කර SO_2 පිළියෙල කර ගනු ලබයි. වායුගෝල O_2 සමඟ SO_2 ප්‍රතික්‍රියා කර SO_3 පිළියෙල කිරීම දෙවන පියවරයි. සාන්ද්‍ර H_2SO_4 සමඟ SO_3 ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට සලස්වා ලබා ගන්නා පයිරොසල්ෆියුරික් අම්ලය (ඔලියම්, $H_2S_2O_7$) ජල විච්ඡේදනයෙන් H_2SO_4 ලබා ගනී.

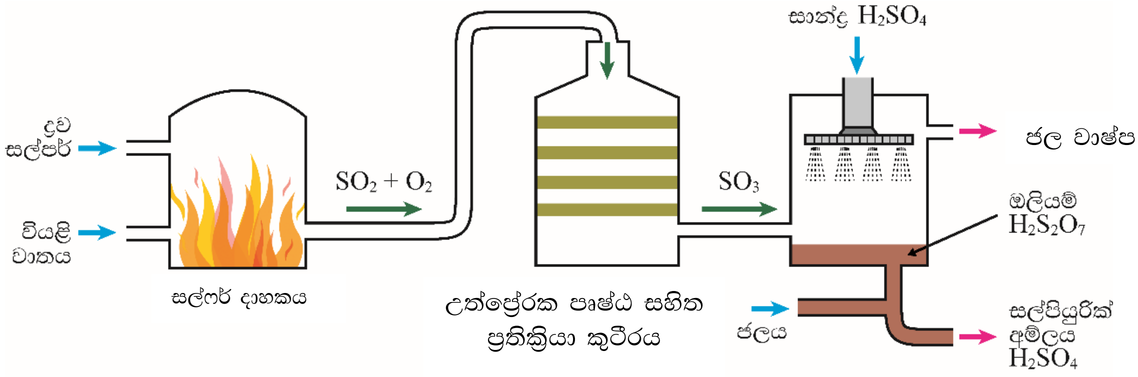
$$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$$

$$2SO_2(g) + O_2(g) \underset{V_2O_5(g)\ \text{උත්ප්‍රේරක}}{\overset{1\ \text{atm},\ 450\ ^\circ\text{C}}{\rightleftharpoons}} 2SO_3(g) + \text{තාපය}$$

$$SO_3(g) + H_2SO_4(l) \longrightarrow H_2S_2O_7(l)$$

$$H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \longrightarrow 2H_2SO_4(l)$$

සල්ෆර් මූලද්‍රව්‍යය දහනය කර SO_2 නිපදවීම වෙන ම ක්‍රියාවලියකි. පාසල් පරීක්ෂණාගාරයේ දී ඉතා පහසුවෙන් සල්ෆර් කැබැල්ලක් බන්සන් දාහකය මගින් දහනය කර SO_2 ලබා ගත හැකි ය. එහෙත් කාර්මික ව SO_2 නිපදවීම එතරම් පහසු නොවේ. පළමුව සල්ෆර් රත් කර 140 °C දී ද්‍රව තත්ත්වයට පත් කරයි. ද්‍රව සල්පර් ආශ්‍රිතව විවිධ ඝන අපද්‍රව්‍ය ඇත් නම් ඒවා ඉවත් කිරීමට පෙරනු ලබයි.



1.9 රූපය H_2SO_4 නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය

සන සල්ෆර් —(රත් කිරීම)→ ද්‍රව සල්ෆර් (140 ^{0}C) —(CaO මඟින් උදාසීන කිරීම)→ සන අපද්‍රව්‍ය සහිත ද්‍රව සල්ෆර්

↓ පෙරීම

ද්‍රව සල්ෆර් —(දාහකයට පොම්ප කිරීම)→ $SO_2(g)$

දාහකය තුළට ද්‍රව සල්ෆර් හා වායුගෝලීය වාතය පොම්ප කළ යුතු ය. ද්‍රව සල්ෆර් ඉතා කුඩා බිඳිති ලෙස දාහකයට පොම්ප කරයි. එම බිඳිති ඉතා පහසුවෙන් දහනය වේ. සල්ෆර් දහනය තාපදායකය. දහනයෙන් ලැබෙන වායු මිශ්‍රණයේ SO_2 ප්‍රමාණය 8 -9% සංයුතියකින් පවත්වා ගනු ලැබේ.

දාහකය අවට උෂ්ණත්වය 830 $^{\circ}$C පමණ වේ. මේ දහන කුටිය තුළ තිබෙන SO_2, O_2 හා N_2 සහිත වායු මිශ්‍රණයේ විවිධ සන අංශු (අළු) තිබිය හැකි ය. ඒවා ඉවත් කිරීම ඉතා වැදගත් ය. දූවිලි හෝ අළු ලෙසට විවිධ අංශු පැවතුන හොත් V_2O_5 උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය මත තැන්පත් වී උත්ප්‍රේරක ක්‍රියාවට බාධා පමුණුවන නිසා පළමුව SO_2 සහිත වායු මිශ්‍රණය පිරිසිදු කරනු ලැබේ. සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් නිපදවන ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවර්ත්‍ය තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවකි. ඔක්සිජන් හා සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් අතර පරිමා අනුපාතය 1 : 1 (මවුල අනුපාතය 1 : 1) පරිදි පවත්වා ගනු ලබයි.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + \text{තාපය}$$

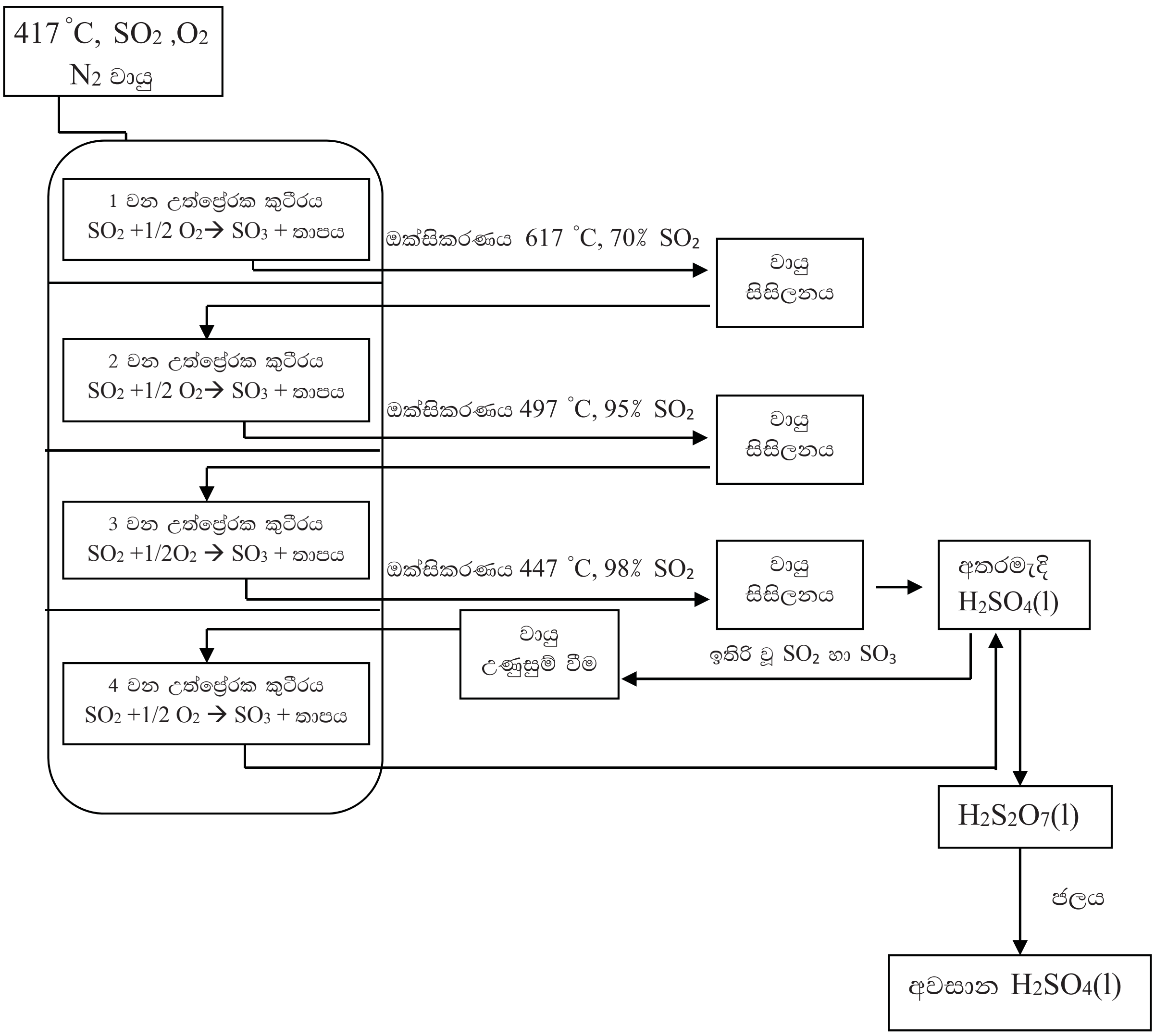
කාර්යක්ෂමතාවකින් ප්‍රතික්‍රියා සිදු කිරීමට ප්‍රශස්ත තත්ත්වයක් ලෙසට 400-500 $^{\circ}$C උෂ්ණත්වයක් පවත්වා ගනු ලැබේ. ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ද තාපය ජනනය කරන නිසා එක් වර ම සමස්ත SO_2 ප්‍රමාණය O_2 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට නිෂ්පාදන ක්‍රියාව සැලසුම් කළ හොත් වැඩි තාප ප්‍රමාණයක් ජනනය වී නැවත පසු ප්‍රතික්‍රියාව දිරිමත් කරමින් එලදාව අඩු වීමට හේතු වේ. ඒ නිසා සමස්ත SO_2 ප්‍රමාණය පියවර හතරක් ඔස්සේ SO_3 බවට පරිවර්තනය සිදු කරයි. සෑම පියවරක දී ම උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨ හරහා වායු මිශ්‍රණය ගමන් කිරීමට සලස්වයි.

මේ ප්‍රතිවර්ත්‍යය ප්‍රතික්‍රියාව වඩාත් දකුණු පැත්තට නැඹුරු කරමින් SO_3 එලදාව වැඩි කිරීම සඳහා වායුගෝලීය වාතය සැපයීම මඟින් ඔක්සිජන් සාන්ද්‍රණය වැඩි කළ හැකි ය. වායුගෝලීය වාතය වඩාත් ම ලාභදායක අමුද්‍රව්‍යයක් නිසා වායුගෝලීය වාතය සැපයීමෙන් ඔක්සිජන් සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීම නිෂ්පාදන වියදම වැඩි කිරීමට හේතුවක් බවට පත් නොවේ. ස්ටොයිකියෝමිතිය අනුව $SO_2 : O_2$ අනුපාතය 2:1කි. මේ අනුව SO_2 මවුලයක් සඳහා අවශ්‍ය O_2 ප්‍රමාණය මවුල 0.5 කි. එහෙත් නිෂ්පාදනයේ දී මවුල අනුපාතය 1:1 නිසා SO_2 මවුලයක් සඳහා O_2 මවුල 0.5ක් වැඩිපුර ඇත. වායුගෝලීය වාතය ලාභ වුවත් අවශ්‍ය ඔක්සිජන් සාන්ද්‍රණය ඉක්මවමින් ඉහළ ඔක්සිජන් සාන්ද්‍රණයක් පවත්වා ගැනීම නිෂ්පාදන ක්‍රියාවේ කාර්යක්ෂමතාව අඩු කිරීමට හේතු වේ. මෙයට හේතුව ප්‍රශස්ත ප්‍රමාණය ඉක්මවමින් ඔක්සිජන් සාන්ද්‍රණය වැඩි කරන විට දී උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨයට වැඩිපුර O_2 අණු අධිශෝෂණය වීම නිසා, SO_2 වායුව උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨයට අධිශෝෂණය වීමට ඇති ඉඩකඩ අඩු වී ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ඇති සම්භාවිතාව අඩු වන බැවිනි.

මේ ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායක නිසා සිසිල් කරන විට දී එලදාව වැඩි වීමක් ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව පුරෝකථනය කළ හැකි ය. එහෙත් උෂ්ණත්වය අඩු කරන විට දී ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව අඩු වීම නිෂ්පාදන ක්‍රියාවේ කාර්යක්ෂමතාව අඩු කිරීමට හේතු වේ. මේ නිසා ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වය 400-450 $^{\circ}$C ලෙස තීරණය කර ඇත.

පීඩනය වැඩි කරන විට දී ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාව වායු කලාපයේ අණු ගණන අඩු වන දිශාවට සිදු වීමට ඇති නැඹුරුතාව වැඩි වීම ලේ චැටලියර් මූලධර්මයෙන් පුරෝකථනය කරයි. මේ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා පීඩනය වැඩි කරන විට දී ඉදිරි ප්‍රතික්‍රියාව දිරිමත් වී SO_3 ඵලදාව වැඩි වේ. එහෙත් මේ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා වායුගෝල 1ක පීඩනයේ දී පවා ඵලදාව 99%ක් තරම් ඉහළ වේ. ඒ නිසා වඩාත් ඉහළ පීඩන යෙදීම අනවශ්‍ය වේ.

මෙම ප්‍රතික්‍රියාව අධික වශයෙන් තාපදායක බැවින් පියවර හතරක දී තාප හුවමාරුව කළමනාකරණය කරමින් නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය සිදු කරන ආකාරය පහත ගැලීම් සටහනකින් දැක්වේ (1.10 රූපය).



1.10 රූපය H_2SO_4 නිෂ්පාදනය ආශ්‍රිත ප්‍රධාන තාප හුවමාරු පියවර

පළමු කුටීරයට ඇතුළු වන වායුවල උෂ්ණත්වය 690 K (417 °C) පමණ වේ. උත්ප්‍රේරක හරහා ගමන් කරන විට දී උෂ්ණත්වය 890 K (617 °C) තෙක් ඉහළ ගොස් ඇති අතර SO_2 වලින් 70%ක් පමණ ඔක්සිකරණය වී ඇත. තාප හුවමාරු ඒකක මඟින් නැවත 700 K (427 °C) පමණ උෂ්ණත්වයකට සිසිල් වූ වායු දෙවන කුටීරයේ දී උත්ප්‍රේරක හරහා ගමන් කරවයි. මේ අවස්ථාව වන විට තිබෙන

SO_2 ප්‍රමාණය සාපේක්ෂව අඩු නිසා පළමු පියවරට වඩා අඩු SO_3 ප්‍රමාණයක් සෑදේ. ඒ නිසා ප්‍රතිඵල වන තාපය ද සාපේක්ෂව අඩු ය. උෂ්ණත්වය 770 K (497 °C) තෙක් ඉහළ ගිය වායු මිශ්‍රණය දෙවන තාප හුවමාරු ඒකකය මගින් 720 K (447 °C) දක්වා සිසිලනය කර ඇත. ඒ වන විට ආරම්භක SO_2 වලින් සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයක් ප්‍රතික්‍රියා කර ඇත. තෙවන කුටීරයෙන් උත්ප්‍රේරක හරහා ගමන් කිරීම නිසා ආරම්භක SO_2 වලින් 98% SO_3 බවට පත් වේ.

තෙවන පියවරින් ලැබෙන SO_3 මගින් H_2SO_4 නිපදවනු ලබන අතර, එහි දී ද SO_3 ප්‍රමාණ 100% ම H_2SO_4 බවට පත් නො වේ. ඉතිරි වන SO_3 හා ප්‍රතිවර්තනතාව නිසා ඉතා සුළු වශයෙන් ඉතිරි වූ SO_2 සහිත වායු මිශ්‍රණය නැවත උණුසුම් කර සිව්වන කුටීරය තුළ වූ උත්ප්‍රේරක හරහා ගමන් කරමින් SO_3 බවට පත් කරයි. ඒ ප්‍රමාණය ද නැවතත් H_2SO_4 බවට පරිවර්තනය කරනු ලැබේ.

ජලය සමඟ SO_3 ප්‍රතික්‍රියාව වේගවත් හා අධික තාපදායක ය. ඒ නිසා ජලය වාෂ්පීකරණය වේ. එසේම සල්ෆියුරික් අම්ල දුමාරය ඇති වේ. මෙම බාධක මඟහැරීම පිණිස ඉහත විස්තර කළ ක්‍රියාමාර්ග ඔස්සේ SO_3 වායුව H_2SO_4 බවට පත් කරයි. උෂ්ණත්වය 70 °C සාන්ද්‍ර (98%) සල්ෆියුරික් අම්ලය මගින් SO_3 අවශෝෂණය උපරිම වේ. ඒ නිසා එම තත්ත්ව යටතේ දී සාන්ද්‍ර H_2SO_4 වලට SO_3 අවශෝෂණය කරවා ජලය එක් කිරීම මගින් H_2SO_4 නිපදවා ගනු ලැබේ.

සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් හා සාන්ද්‍ර H_2SO_4 ප්‍රතික්‍රියා කරවනුයේ ප්‍රතිප්‍රවාහ මූලධර්මයට අනුව ය. එය සිදු වන්නේ අධිශෝෂණ කුලුන තුළ දී ය. මේ කුලුනු සෙරමික් ඇසුරුම් ද්‍රව්‍යවලින් (ceramic packing material) පුරවා ඇත. ඒ නිසා සාන්ද්‍ර H_2SO_4 සෙමෙන් කුටීරයේ ඉහළ සිට පහළට එන අතර ඇසුරුම් ද්‍රව්‍ය නිසා ද්‍රව H_2SO_4 හි පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය වැඩි වී ඇත. සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් ඉහළට ගමන් කරයි. ද්‍රව H_2SO_4 හි පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය වැඩි වීම හා සෙමෙන් ගලා යෑම නිසාත්, SO_3 වායුව ඉහළට ගමන් කරන නිසාත් සාන්ද්‍ර H_2SO_4 තුළට SO_3 අවශෝෂණය කාර්යක්ෂම වී ඇත. මෙහි දී SO_3 හා H_2SO_4 ප්‍රතික්‍රියා කර ඕලියම් ($H_2S_2O_7$) සෑදේ. ඕලියම්වලට පරිස්සමින් ජලය එකතු කිරීමෙන් සාන්ද්‍ර H_2SO_4 නිපදවා ගනු ලැබේ.

සල්ෆියුරික් අම්ලයේ ප්‍රයෝජන

1) පොස්පේට් පොහොර නිපදවීම
2) ඇමෝනියම් සල්ෆේට් පොහොර නිපදවීම
3) රේයෝන් ඇතළු කෘත්‍රිම කෙඳි හා ප්ලාස්ටික් නිෂ්පාදනය
4) ඇල්කයිල් හා ඇරිල් සල්ෆොනේට් අඩංගු ක්ෂාලක නිපදවීම
5) සායම්, පුපුරන ද්‍රව්‍ය හා ඖෂධ නිෂ්පාදනය
6) බැටරි ඇසිඩ් නිපදවීම
7) වායු වියළීම (Cl_2)

1.9 රූටයිල්වලින් ටයිටේනියම් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවීම

ටයිටේනියම් අන්තර්ගත ප්‍රධාන ඛනිජ වර්ග ලෙස ඉල්මනයිට් හා රූටයිල් දැක්විය හැකි ය. ටයිටේනියම් ලෝහය TiO_2 ස්වරූපයෙන් බහුලව පවතින ඛනිජය රූටයිල් ය. ඉල්මනයිට් යනු TiO_2 හා FeO ඔක්සයිඩ් දෙකෙහි මිශ්‍රණයකි. ඉල්මනයිට් භාවිත කරමින් TiO_2 නිෂ්පාදනය කරන අවස්ථාවල දී පළමුව එහි වූ FeO ඉවත් කිරීම සිදු කරයි. එමගින් TiO_2 ප්‍රතිශතය වැඩි කිරීම සිදු වේ. ඉල්මනයිට්වලින් FeO ඉවත් කිරීම සල්ෆේට් ක්‍රියාවලිය (sulphate process) ලෙස හඳුන්වයි.

ඉල්මනයිට් හි FeO ඉවත් කරමින් TiO_2 ප්‍රතිශතය 70% වඩා වැඩි අවස්ථාවට පත් කළ පසු එමඟින් සංශුද්ධතාව ඉතා ඉහළ TiO_2 නිෂ්පාදනය කරනු ලබයි. ඉල්මනයිට්වලින් ආරම්භ කර TiO_2 ප්‍රතිශතය 70% ඉක්මවූ අවස්ථාවක් දක්වා පිරිපහදු කිරීමෙන් පසුව හෝ රූටයිල් භාවිත කිරීම මඟින් සංශුද්ධතාව ඉතා ඉහළ TiO_2 නිෂ්පාදනය කළ හැකි ය. ඒ නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය ක්ලෝරයිඩ් ක්‍රියාවලිය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

රූටයිල් මඟින් TiO_2 නිෂ්පාදනය ආශ්‍රිත රසායනික ක්‍රියාවලිය (ක්ලෝරයිඩ් ක්‍රියාවලිය)
රූටයිල්හි වූ විවිධ අකාබනික අපද්‍රව්‍ය ඉවත් කර සංශුද්ධතාව ඉහළ TiO_2 නිපදවීම මෙහි අරමුණ වේ. එහි වූ පියවර දෙකකි.

1) ක්ලෝරිනීකරණය
2) ඔක්සිකරණය

ක්ලෝරිනීකරණය

රූටයිල් හා කෝක්හි වූ තෙතමනය ඉවත් කිරීම පිණිස වියළීම ඉතා අවශ්‍ය වේ. මේ නිසා 200 – 300 °C වැනි උෂ්ණත්වයකට රත් කර හොඳින් වියළීම කරනු ලබයි.

ක්ලෝරිනීකරණ ක්‍රියාවලිය සඳහා රූටයිල් හා කෝක් සහිත මිශ්‍රණය 950 °C පමණ වූ උෂ්ණත්වයට රත් කරනු ලබයි. ඒ මතින් Cl_2 වායු ධාරාවක් යවනු ලැබේ. එහි දී කෝක් හමුවේ TiO_2 සමඟ Cl_2 ප්‍රතික්‍රියාවෙන් $TiCl_4$ වායුව ප්‍රතිඵල ලෙස ලැබේ. මෙහි දී කෝක් ඔක්සිකරණය වෙමින් TiO_2 හි අඩංගු ඔක්සිජන් CO_2 සහ CO ලෙස ඉවත් කරනු ලැබේ. මෙහි දී කාබන් ඔක්සිකරණය වන අතර ක්ලෝරීන් ඔක්සිහරණය වේ. ටයිටේනියම්හි ඔක්සිකරණ අංකය නොවෙනස්ව පවතී. මෙම නිස්සාරණ ක්‍රියාවලියේ දී නිකුත් වන අපවායුවෙහි CO වලට වඩා CO_2 අන්තර්ගත ය.

CO_2 සෑදෙනවා යැයි සැලකූවිට පහත පරිදි සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව දැක්විය හැකි ය.

$$TiO_2(s) + C(s) + 2Cl_2(g) \xrightarrow{950\ °C} TiCl_4(g) + CO_2(g)$$

$TiCl_4$හි තාපාංකය 134 °C වේ. ඒ නිසා ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයෙන් ඉවතට එන වායු මිශ්‍රණයේ ප්‍රධාන වශයෙන් $TiCl_4$ හා CO_2 ඇත. මීට අමතරව ඇතැම් අතුරු ප්‍රතික්‍රියාහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස HCl හා CO වායු මෙන් ම දූවිලි අංශු පැවතිය හැකි ය. එබැවින් TiO_2 ආශ්‍රිතව තිබුණු අකාබනික අපද්‍රව්‍ය වෙන් වීම මෙහි දී සිදු වේ. දූවිලි අංශුන් ඉවත් කිරීමෙන් පසු ඒ වායු මිශ්‍රණය සිසිල් කිරීමෙන් ද්‍රව $TiCl_4$ වෙන් කර ගනු ලැබේ. එසේ වෙන් කර ගත් ද්‍රව $TiCl_4$ තවදුරටත් සංශුද්ධ කිරීමෙන් පසු ඔක්සිකරණය කරනු ලබයි.

ඔක්සිකරණය

පළමු පියවරේ ප්‍රතිඵලය වූ $TiCl_4$ සමඟ O_2 ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට සලස්වා නැවත TiO_2 ජනනය කිරීම මෙහි දී සිදු වේ. මේ නිසා රූටයිල්හි වූ අකාබනික අපද්‍රව්‍යවලින් තොර සංශුද්ධ TiO_2 නිපදවීමට මේ ක්‍රියාවලිය වැදගත් වේ. එහි දී ප්‍රතිඵල වන Cl_2 වායුව නැවත ක්ලෝරිනීකරණයට භාවිත කරයි. එමනිසා මෙහි දී Cl_2 වායුව ප්‍රතිචක්‍රීකරණය වේ.

$$TiCl_4(g) + O_2(g) \xrightarrow{1000\ ^{\circ}C} TiO_2(s) + 2Cl_2(g)$$

$$TiO_2(s) + C(s) + 2Cl_2(g) \longrightarrow TiCl_4(g) + CO_2(g)$$

$$TiCl_4(g) \xrightarrow{O_2(g)\ (1000\ ^{\circ}C)} 2Cl_2(g) + TiO_2(s)$$

ප්‍රතිචක්‍රීකරණය ($2Cl_2(g) \rightarrow TiO_2(s) + C(s) + 2Cl_2(g)$)

මේ ක්‍රියාවලිය මඟින් කෝක් ඔක්සිකරණය වී වායුගෝලයට CO_2 එක් කිරීම සිදු වේ. එමනිසා ක්ලෝරයිඩ් ක්‍රියාවලිය මඟින් ගෝලීය උණුසුම වැඩි කිරීමට යම් දායකත්වයක් සැපයේ. 2006 වසරේ දී මේ කර්මාන්ත මඟින් වායුගෝලයට මුදාහරින ලද සමස්ත CO_2 ප්‍රමාණය මෙට්‍රික් ටොන් මිලියන 3.6කි. මේ ප්‍රමාණයෙන් අඩක් උෂ්ණත්වය ජනනය සඳහා වූ ඉන්ධන දහනය නිසා ද ඉතිරි ප්‍රමාණය නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය නිසා ද ජනනය වී ඇත.

TiO_2හි ප්‍රයෝජන

1) TiO_2 සුදු පැහැතිය. ඒ නිසා තීන්ත, ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ, කඩදාසි ආදියෙහි දීප්තිමත් සුදු වර්ණය ලබා ගැනීම සඳහා වර්ණකයක් ලෙස TiO_2 යොදා ගැනේ.
2) රසායනිකව අක්‍රිය නිසා ඖෂධ හා දන්තාලේපවල සුදු වර්ණය ලබා දෙන පිණිස වර්ණක ලෙස TiO_2 භාවිත කරයි.
3) සූර්ය කිරණවල අඩංගු වූ පාරජම්බුල කිරණ නිසා සමේ පිලිස්සීම් ඇති වීම වැළැක්වීමට ආලේප කරන ද්‍රව්‍ය නිෂ්පාදනය කිරීම සඳහා ද TiO_2 භාවිත කරයි. TiO_2 මඟින් UV කිරණ සම කරා ළඟා වීම වලකනු ලබයි.
4) ඇතැම් සූර්යකෝෂ නිෂ්පාදනයට TiO_2 යොදා ගනු ලබයි.

1.10 යකඩ නිස්සාරණය

යකඩ නිෂ්පාදනය පිළිබඳ ඉපැරණි ඉතිහාසයක් අපට ඇත. මෙරට මුතුන් මිත්තන් දැනට වසර දහස් ගණනකට පෙර යකඩ නිස්සාරණය පිළිබඳ දැන සිටි බැව් පුරාවිද්‍යාත්මක අධ්‍යයන මඟින් හෙළිදරව් වී ඇත. ඔවුන් ස්වාභාවික සුළං බලය (wind power) හා දැව පුලුස්සා ලබා ගත් අඟුරු භාවිත කර යකඩ නිස්සාරණය කර ඇත. එංගලන්තයේ එක්සටර් විශ්වවිද්‍යාලයේ පුරාවිද්‍යාඥයකු වූ ගිල් ජුලේෆ් (Gill Juleff) නමැති විශේෂඥවරිය බළන්ගොඩ වූ හුළං කපොල්ල ආශ්‍රිතව ඉපැරණි යකඩ නිස්සාරණ උදුනක් ප්‍රතිනිර්මාණය කර යකඩ නිස්සාරණය කිරීමෙන් මෙරට තාක්ෂණය සනාථ කර ඇත. ඒ සනාථ කිරීම "An ancient wind-powered iron smelting technology" නමැති ශීර්ෂය යටතේ 'නේචර්' (Nature) සඟරාවේ පළ කර තිබේ.

යකඩ නිෂ්පාදනයට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍ය

යපස්
හුනුගල්
කෝක් (ගල් අඟුරු)
වාතය

මේ ද්‍රව්‍ය භාවිත කර යකඩ නිස්සාරණය සඳහා යොදා ගන්නා උදුන 'ධාරා ඌෂ්මකය' ලෙස හඳුන්වයි. ඉහළ උෂ්ණත්වයට ඔරොත්තු දෙන ගඩොළු විශේෂයකින් ධාරා ඌෂ්මකයේ ඇතුළත ආස්තරණය කර ඇත. ධාරා ඌෂ්මකයේ ඉහළින් වූ දොරටුව හරහා යපස්, හුනුගල් හා කෝක් මිශ්‍රණය එක් කරයි. ධාරා ඌෂ්මකයේ පහළින් වාතය සපයනු ලබයි. ධාරා ඌෂ්මකයේ පහළින් ම ද්‍රව යකඩ ඉවත් වේ; ඉහළින් අපවායුව නිදහස් වේ. ද්‍රව යකඩ ඉවත් වන මට්ටමට තරමක් ඉහළින් ලෝ බොර ඉවත් වේ. ධාරා ඌෂ්මකය තුළ ගුරුත්වාකර්ෂණය යටතේ ඉහළ සිට පහළට ස්කන්ධ ප්‍රවාහනයක් සිදු වේ. ඒ සමඟ ම සම්පීඩිත වාතය පහළ සිට ඉහළට ගමන් කරයි. ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාව ඔස්සේ ද්‍රව්‍ය පරිවහනය (පහළ සිට ඉහළට හා ඉහළ සිට පහළට) වන නිසා ඝන කලාපය හා වායු කලාපය අතර ප්‍රතික්‍රියා සිදු වීමට ඇති හැකියාව වැඩි වී තිබේ. මෙය උෂ්ණත්ව අනුක්‍රමණයක් පවත්වා ගැනීමට ද හේතු වී ඇත.

යකඩ නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියේ දී සැලකිලිමත් විය යුතු කරුණු කීපයක් මෙසේ දැක්විය හැකි ය.

1) ලෝපස්, කෝක් හා හුනුගල් මිශ්‍රණයේ වූ එක් එක් සංඝටක අතර අනුපාතය
2) ඒ අංශුවල විශාලත්වය
3) ඒ මිශ්‍රණය ධාරා ඌෂ්මකයේ ඉහළින් එක් කරන ශීඝ්‍රතාව
4) වායු ධාරාව ගලා යන ශීඝ්‍රතාව හා පීඩනය

මෙහි දී කෝක්වල කාර්යභාරය පහත දැක්වේ.

1) ඉන්ධනයක් ලෙසට ක්‍රියා කරයි.

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + \text{තාපය} \qquad \Delta H = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

2) ඉහළ උෂ්ණත්වයේ දී සෘජු ඔක්සිහාරකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

$$FeO(s) + C(s) \longrightarrow Fe(l) + CO(g)$$

3) ප්‍රධාන ඔක්සිහාරකය වූ CO ජනනය කරයි.

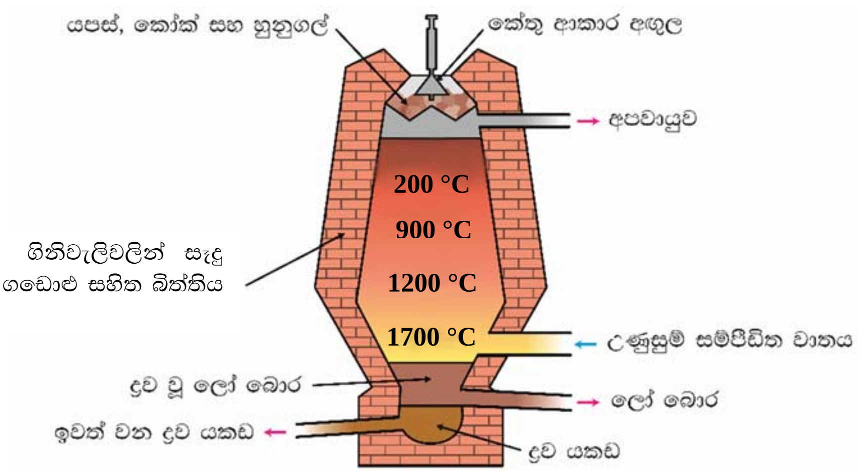
$$CO_2(g) + C(s) \longrightarrow 2CO(g) \qquad \Delta H = 172.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ලෝපස් ආශ්‍රිතව වූ සිලිකේට් හා ඇලුමිනේට් ද්‍රව්‍ය අපද්‍රව්‍ය ලෙස යකඩ තුළ තැන්පත් වීම වැළැක්විය යුතු ය. ඒ සඳහා $CaCO_3$ තාප වියෝජනයෙන් ලැබෙන CaO ප්‍රයෝජනවත් වේ.

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{898\ ^\circ C} CaO(s) + CO_2(g)$$

$$CaO(s) + SiO_2(s) \longrightarrow CaSiO_3(l)$$

$$CaO(s) + Al_2O_3(s) \longrightarrow Ca(AlO_2)_2(l)$$



1.11 රූපය ධාරා උෟෂ්මකය

මෙලෙස සෑදෙන $CaSiO_3$ හා $Ca(AlO_2)_2$ ලෝ බොර ලෙස හඳුන්වයි. ද්‍රව යකඩවල ඝනත්වයට වඩා ලෝ බොරවල ඝනත්වය අඩු ය. ඒ නිසා ද්‍රව යකඩ මත ද්‍රව ලෝ බොර ස්තරය පාවෙයි. ලෝ බොර මඟින් ද්‍රව යකඩ පෘෂ්ඨය ආවරණය වන නිසා ද්‍රව යකඩ O_2 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට ඇති ඉඩකඩ අඩු වේ.

ධාරා උෟෂ්මකයේ පහළ ප්‍රදේශයෙන් උණුසුම් සම්පීඩිත වාතය ධාරා උෟෂ්මකය තුළට විදිනු ලබයි. එවිට කෝක් දහනය වන අතර, ඒ දහන ප්‍රතික්‍රියාව වඩාත් වේගවත්ව සිදු වේ. උණුසුම් වාතයේ උෂ්ණත්වය, පීඩනය හා කෝක් අංශුවල විශාලත්වය මත දහන ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය තීරණය වේ.

දහන ප්‍රතික්‍රියාව වේගවත් නිසා හා කෝක් දහනය අධික ලෙස තාපදායක නිසා කෙටි කාලයක් තුළ විශාල තාපයක් මුදා හරියි. ඒ නිසා කෝක් දහනය සිදුවන පාදස්ථ ප්‍රදේශයේ උෂ්ණත්වය එක්වර 1700 ^{0}C පමණ වූ උෂ්ණත්වයක් කරා ඉහළ යයි. මෙම පාදස්ථ ප්‍රදේශයේ උෂ්ණත්වය ස්ථාවරව පවත්වා ගැනීම කෙරෙහි දහන ප්‍රතික්‍රියාවේ ශීඝ්‍රතාව හා දහනය වන කෝක් ප්‍රමාණය ඉතා වැදගත් සාධක වේ. ඒ සඳහා වාතය පහළ සිට ඉහළට ගලා යන ශීඝ්‍රතාව හා කෝක් සහිත මිශ්‍රණය පහළට ගලා ඒමේ ශීඝ්‍රතා ප්‍රශස්තව පවත්වා ගැනීම වැදගත් වේ.

දහනයේ දී සෑදෙන උණුසුම් CO_2 වායුව ලෝපස් තුළින් ඉහළට ගමන් කරයි. ඉහළ උෂ්ණත්වයේ දී කෝක් (C) සමඟ CO_2 ප්‍රතිවර්තිව ප්‍රතික්‍රියා කරමින් CO සාදයි.

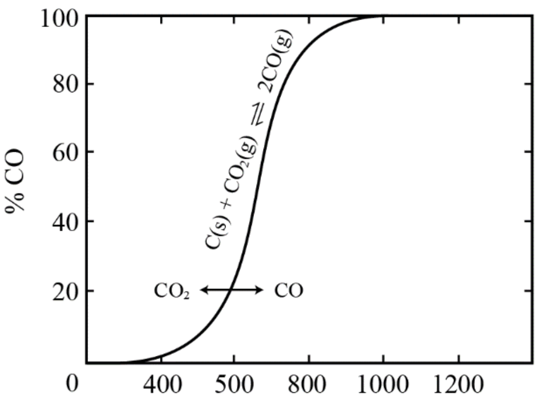
$$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

$$\xrightarrow{\hspace{8em}}$$

වායුමය අණු ගණන වැඩි වේ.

∴ එන්ට්‍රොපිය වැඩි වේ.

මේ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා ΔS ධන අගයකි (176.5 J). උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට $T\Delta S$ හි සංඛ්‍යාත්මක අගයේ විශාලත්වය වැඩි වේ. එබැවින් කෝක් (C) හමුවේ ඉහළ උෂ්ණත්වයේ දී CO_2 වායුව CO බවට ඔක්සිහරණය වීමේ ප්‍රවණතාවක් ඇත. ඉහළ උෂ්ණත්ව තත්ත්ව යටතේ CO වායුව තාපගතිකව ස්ථායි යැයි කිව හැකි ය. උෂ්ණත්වය 1000 °C පමණ වන විට දී CO_2 ප්‍රමාණය 100% පමණ CO බවට පරිවර්තනය වේ. ඉහත 1.12 රූපය මඟින් මේ විචලනය පෙන්නුම් කරයි.



1.12 රූපය උෂ්ණත්වය ඉදිරියේ CO(g)හි ප්‍රතිශතයේ විචලනය

$O_2(g) + C(s) \longrightarrow CO_2(g)$ + තාපය ---------- (1)

වායු අණු ගණන වෙනස් නොවේ.

සැලකිය යුතු එන්ට්‍රොපි වෙනසක් නැත. තාපදායක ය.

$O_2(g) + 2C(s) \longrightarrow 2CO(g)$ + තාපය ---------- (2)

වායු අණු ගණන වැඩි වේ.

එන්ට්‍රොපිය වැඩි වේ. තාපදායක ය.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

ප්‍රතික්‍රියා දෙක ම තාපදායක නිසා ΔH හි අගය සෘණ වේ. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට දී $T\Delta S$ අගයේ කැපී පෙනෙන වැඩි වීමක් ඇත්තේ 2 වන ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා ය. උෂ්ණත්වය සමග ΔG හි සෘණ ස්වභාවය කැපී පෙනෙන වැඩි වීමක් 2 ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා අපේක්ෂිත ය. උෂ්ණත්වය අඩු වන විට දී CO හි තාපගතික ස්ථායිතාව අඩු වේ, CO_2 හි තාපගතික ස්ථායිතාව වැඩි වේ.

ධාරා ඌෂ්මකයේ පාදස්ථ ප්‍රදේශයේ උෂ්ණත්වය 1700 ˚C තරම් ඉහළ බැවින් සෑදෙන CO_2 වායුව කෝක්, ලෝපස් මිශ්‍රණයේ වූ රක්ත තප්ත වූ (Red hot) කෝක් අංශු සමග ගැටෙන විට දී තාප ජනනය කරමින් CO සෑදේ.

ධාරා ඌෂ්මකයේ ඉහළ උෂ්ණත්වයක් ඇති පහළ ප්‍රදේශයේ දී ඇති වූ CO වායුව ලෝපස් සහිත මිශ්‍රණය හරහා ඉහළට යන විට උෂ්ණත්වය අඩු වන නිසා CO හි ස්ථායිතාව අඩු වේ. ඒ නිසා CO වායුව CO_2 වීමේ නැඹුරුතාව වැඩි වේ. ධාරා ඌෂ්මකය තුළ කෝක් දහනය වන ප්‍රදේශයෙන් ඉහළ ප්‍රදේශයේ O_2 වායුව නැති හෙයින් Fe_2O_3 ඔක්සිහරණය කරමින් CO වායුව CO_2 තෙක් ඔක්සිකරණය වේ. එහි ප්‍රතිඵලය ලෙසට Fe_2O_3 ක්‍රමානුකූලව ඔක්සිහරණය වේ.

මේ හෙයින්, කුලුන ඔස්සේ ඉහළට යත් ම හා උෂ්ණත්වය අඩු වත් ම CO මඟින් ලෝපස්හි වූ Fe_2O_3 ඔක්සිහරණය සිදු වේ. ඒ නිසා 1000 °Cට අඩු උෂ්ණත්වයේ දී පියවර වශයෙන් Fe_2O_3 ඔක්සිකරණය වීම පහත පරිදි දැක්විය හැකි ය:

$$3Fe_2O_3(s) + CO(g) \longrightarrow 2Fe_3O_4(s) + CO_2(g)$$

Fe_3O_4 යනු FeO හා Fe_2O_3 හි මිශ්‍රණයක් (ෆෙරිසෝෆෙරික්ඔක්සයිඩ්) ය. Fe_2O_3 හි +3 ඔක්සිකරණ අවස්ථාවේ වූ යකඩ ප්‍රමාණයෙන් 33%ක් පමණ +2 තෙක් ඔක්සිහරණය වී ඇත.

$$2Fe_3O_4(s) + 2CO(g) \longrightarrow 6FeO(s) + 2CO_2(g)$$

හෝ $[Fe_3O_4(s) + CO(g) \longrightarrow 3FeO(s) + CO_2(g)]$

$$FeO(s) + CO(g) \longrightarrow Fe(l) + CO_2(g)$$

Fe_2O_3 භාගිකව ඔක්සිහරණය වෙමින් Fe_3O_4 බවට පත් වන අතර තව දුරටත් ධාරා ඌෂ්මකයේ වූ මේ මිශ්‍රණය පහළට පැමිණෙයි. එවිට තව දුරටත් CO වායුව සමග ප්‍රතික්‍රියා කර එහි +3 අවස්ථාවේ වූ යකඩ පරමාණු +2 අවස්ථාව තෙක් ඔක්සිහරණය වේ. එහි ප්‍රතිඵලය වු FeO තවදුරටත් CO වායුව සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර නිදහස් යකඩ (Fe) තෙක් ඔක්සිහරණය වේ.

මීට අමතරව $CaCO_3$ වියෝජනය 1000 °C ට වඩා අඩු උෂ්ණත්වයේ දී (898 °C) සිදු වේ. එමඟින් ජනනය වන CO_2 වායුවට පවා කෝක් සමග ප්‍රතික්‍රියා කර CO ජනනය කිරීමේ හැකියාවක් ඇත. එම සෑදෙන CO පවා කුලුන ඔස්සේ ඉහළට යත්ම ලෝපස්හි Fe_2O_3 සමග ප්‍රතික්‍රියාවෙන් CO_2 බවට පත් වීමේ ඉඩ කඩක් ඇත.

1000 °C ඉක්මවූ විට දී, එනම් ධාරා ඌෂ්මකයේ තරමක් පහළ ප්‍රදේශයේ දී පහත ප්‍රතික්‍රියා සිදු වේ. එහිදී කෝක් සෘජුවම FeO ඔක්සිහණය කරයි.

$$2FeO(s) + C(s) \longrightarrow 2Fe(l) + CO_2(g)$$

$$CO_2(g) + C(s) \longrightarrow 2CO(g)$$

$$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) \quad \Delta H = -566 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ධාරා ඌෂ්මකය තුළ දී, මුළු කෝක් ප්‍රමාණයෙන් කොටසක් දහන ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා සහභාගි වේ. තව කොටසක් CO_2 සමග ප්‍රතික්‍රියා කර CO ජනනයට සහභාගි වේ. තවත් ප්‍රමාණයක් FeO ඔක්සිහරණයට සහභාගි වේ. වාතයේ වූ ඔක්සිජන් ඔක්සිකාරකයක් ලෙස ක්‍රියාකර දහන ප්‍රතික්‍රියාව මඟින් තාපය ජනනයට හා CO_2 ජනනයට සහභාගි වේ. වැඩිපුර වාතය සැපයීම සිදු වුව හොත් ධාරා ඌෂ්මකය තුළ දී CO වායුව Fe_2O_3 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට අමතරව O_2 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර CO_2 බවට පත් වීම සඳහා තාපගතික වශයෙන් ඉඩකඩක් ඇත. එය අවාසියකි. මේ නිසා යකඩ නිස්සාරණයේ දී වාතයේ පරිමාමිතික ගලා යෑමේ ශීඝ්‍රතාව (volumetric flow rate) හා ඉහළින් ලෝපස සහිත ඝන මිශ්‍රණය ගලා යෑමේ ශීඝ්‍රතාව ප්‍රශස්ත මට්ටමක පවත්වා ගැනීමට ඉතා වැදගත් වේ. ධාරා ඌෂ්මකයේ පහළ ප්‍රදේශයේ දී දහනය නිසා O_2 ප්‍රමාණය එක්වර අඩු වන අතර, ඒ ප්‍රමාණයට ගැළපෙන CO_2 ප්‍රමාණයක් ජනනය කරන හෙයින් ම එක්වර CO_2 සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. එසේ ම අධික තාපයක් ජනනය වේ. ඉහළ උෂ්ණත්වයක් ඇති ප්‍රදේශයේ වූ මේ CO_2 වායුව පහළට පැමිණෙන ඝන මිශ්‍රණය තුළින් ඉහළට ගමන් කිරීමට නැඹුරු වේ. ඒ නිසා ම ඝන මිශ්‍රණයේ වූ කෝක් සමඟ CO_2 ප්‍රතික්‍රියා කිරීම ඉහළ උෂ්ණත්වයක් පවතින ධාරා ඌෂ්මකයේ පහළ ප්‍රදේශයේ දී සිදු වේ. මේ නිසා CO_2

සාන්ද්‍රණය ක්‍රමයෙන් අඩු වන විට CO සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. පහළ ප්‍රදේශයේ දී ජනනය වූ CO වායුව පවා පහළට පැමිණෙන ඝන මිශ්‍රණය තුළින් ඉහළට ගමන් කරයි. මේ වන විට ඉහළට යත් ම උෂ්ණත්වය අඩු වීම නිසා CO වායුවේ තාපගතික ස්ථායිතාව අඩු වේ. CO_2 බවට පරිවර්තනය වීමේ ප්‍රවණතාව වැඩි වේ. O_2 වායුව නැති නිසා Fe_2O_3 හි ඔක්සිජන් ලබා ගනිමින් CO වායුව CO_2 බවට ඔක්සිකරණය වේ. එබැවින් ධාරා ඌෂ්මකයේ ඉහළට යත්ම මේ CO සාන්ද්‍රණය අඩු වෙමින් නැවත CO_2 සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ.

කෝක් භාවිත කිරීම නිසා ධාරා ඌෂ්මකයෙන් නිදහස් වන CO_2 වායුව ගෝලීය උණුසුම වැඩි කිරීමට හේතු වේ. මේ නිසා කෝක් වෙනුවට පුනර්ජනනීය විකල්ප සෙවීම පාරිසරික වශයෙන් වැදගත් වේ. එසේ ම අනවශ්‍ය ලෙස යකඩ භාවිත කිරීමෙන් වැළකීම ද වැදගත් වේ.

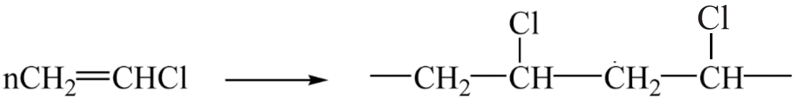
1.11 බහුඅවයවක

ඒකාවයවික ලෙස හඳුන්වන, සාපේක්ෂව කුඩා රසායනික අණු ඉතා විශාල ප්‍රමාණයක් එකිනෙක සමඟ රසායනිකව බැඳීම නිසා බහුඅවයවක නිර්මාණය වේ.

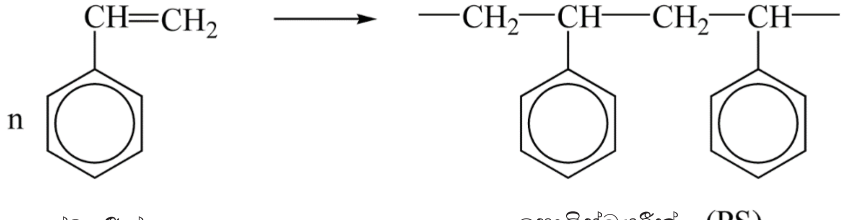
උදාහරණ:

$$nCH_2{=}CH_2 \longrightarrow -CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$$

එතිලීන් පොලිඑතිලීන් (PE)



වයනයිල් ක්ලෝරයිඩ් පොලිවයනයිල් ක්ලෝරයිඩ් (PVC)



ස්ටයරීන් පොලිස්ටයරීන් (PS)

$$nCF_2{=}CF_2 \longrightarrow -CF_2-CF_2-CF_2-CF_2-$$

ටෙට්‍රාෆ්ලෝරෝ එතිලීන් පොලිටෙට්‍රාෆ්ලෝරෝ එතිලීන් (PTFE - ටෙෆ්ලෝන්)

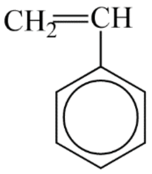
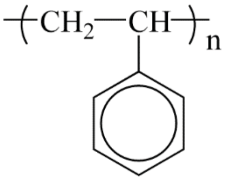
ඒකාවයවික අණු විශාල ප්‍රමාණයක් මෙසේ සම්බන්ධ වීම නිසා ඒකාවයවිකයේ කාබන් සැකිල්ල බහුඅවයවක අණුව ආශ්‍රිතව පුනරාවර්තීව පිහිටා ඇත. ඒකාවයවික කාබන් සැකිල්ල සහිත කොටස පුනරාවර්තී ඒකකය (Repeating unit) ලෙස හඳුන්වයි.

$$n\ CH_2{=}CH_2 \longrightarrow -\!\!\left(CH_2 - CH_2 \right)\!\!-_n$$

එතිලීන් — පොලිඑතිලීන්

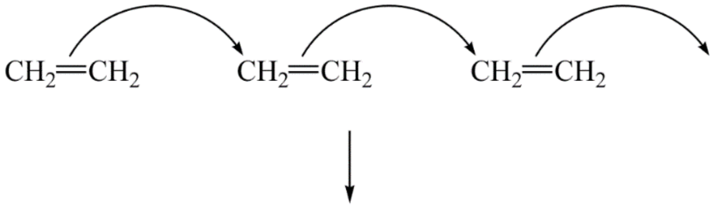
පොලිඑතිලීන්හි පුනරාවර්තී ඒකකය $-CH_2-CH_2-$ වේ. පුනරාවර්තී ඒකක විශාල සංඛ්‍යාවක් (n) බහුඅවයවක අණුවේ තිබෙන නිසා "n" යෙදීමෙන් ඒ අණුව සංකේතවත් කරයි. උදාහරණ කීපයක් පහත 1.2 වගුවේ දක්වා ඇත.

1.2 වගුව ඒකාවයවික කිහිපයක් මගින් සාදන බහුඅවයවකවල පුනරාවර්තී ඒකක

ඒකාවයවිකය	පුනරාවර්තී ඒකකය ඇසුරෙන් බහුඅවයවකය
$CH_2{=}CH_2$	$-\!\!\left(CH_2 - CH_2 \right)\!\!-_n$
$CH_2{=}CH(Cl)$	$-\!\!\left(CH_2 - CH(Cl) \right)\!\!-_n$
	
$CF_2{=}CF_2$	$-\!\!\left(CF_2 - CF_2 \right)\!\!-_n$

ඒකාවයවික මගින් බහුඅවයවක නිෂ්පාදනය කිරීම බහුඅවයවීකරණය ලෙස හඳුන්වයි. මෙහි දී සිදු වන ප්‍රතික්‍රියාව අනුව ආකලන බහුඅවයවක හා සංඝණන බහුඅවයවක යනුවෙන් වර්ග දෙකකට වෙන් කළ හැකි ය.

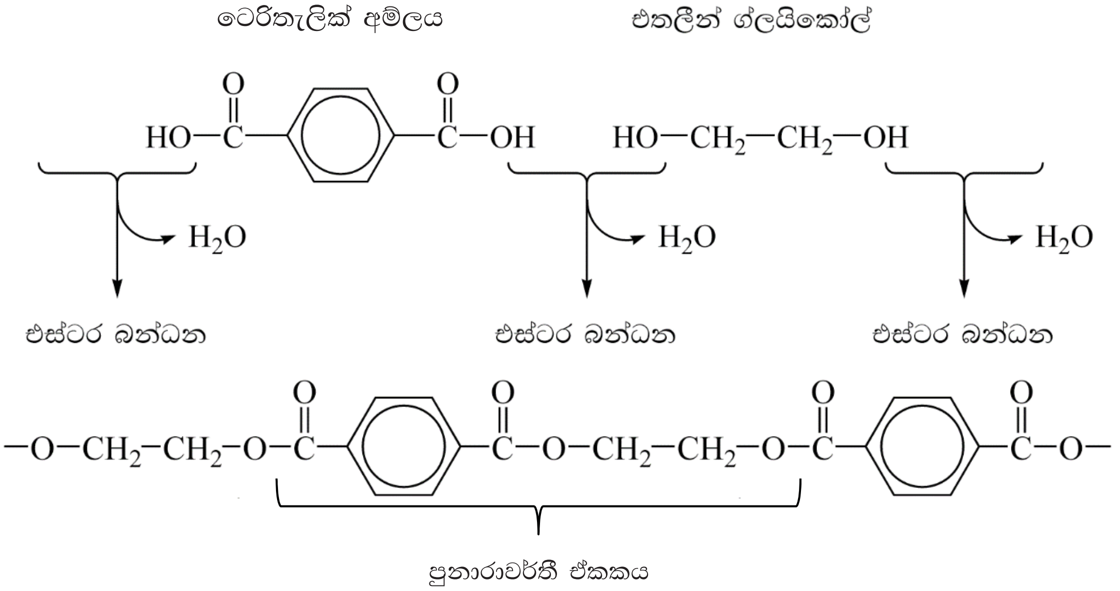
ආකලන ප්‍රතික්‍රියාවක් මගින් ඒකාවයවික එකිනෙක බන්ධනය වී බහුඅවයවක නිර්මාණය වේ නම් ඒ බහුඅවයවකය ආකලන බහුඅවයවකයක් ලෙස හඳුන්වයි. මේ සඳහා ඒකාවයවිකයේ වූ අසංතෘප්ත බන්ධන වැදගත් වේ. ඒකාවයවිකයේ මවුලික ස්කන්ධය හා ප්‍රතිඵල වන බහුඅවයවකයේ වූ පුනරාවර්තී ඒකකයේ මවුලික ස්කන්ධයට සමාන ය. ඒකාවයවිකයේ හා පුනරාවර්තී ඒකකයේ ත්‍රිමාන ව්‍යුහය හා කාබන් පරමාණුවේ මුහුම්කරණ අවස්ථාව වෙනස් වේ.

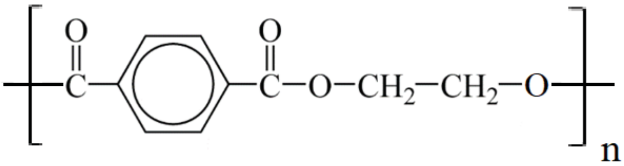


$$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$$

සංඝණන බහුඅවයවක නිෂ්පාදනයේ දී සංඝණන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වන නිසා බහුඅවයවකයට අමතරව ස්කන්ධය අඩු කුඩා අණු නිපදවේ. නිදසුන් ලෙස -COOH කාණ්ඩය සමඟ –OH කාණ්ඩය

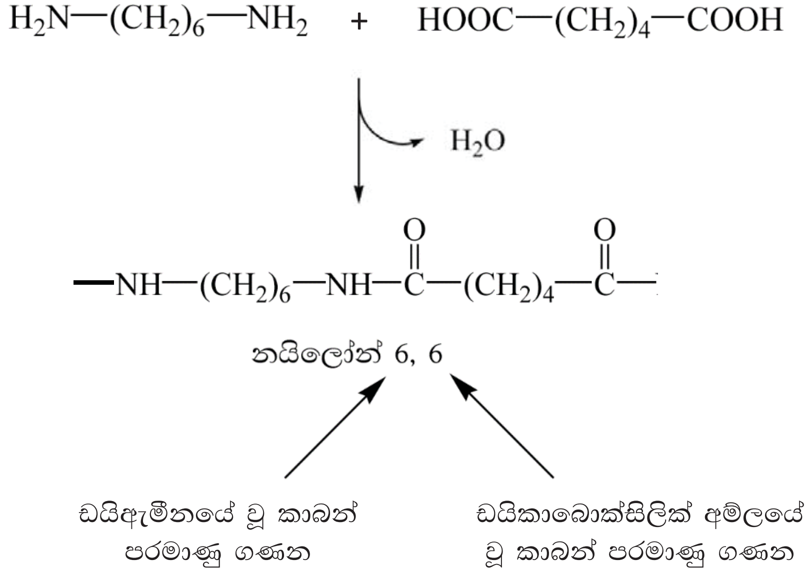
අතර ප්‍රතික්‍රියාවක් මඟින් එස්ටර් බන්ධනයක් සෑදෙන විට H_2O අණුවක් නිර්මාණය වේ. එබැවින් පොලිඑස්ටර් නිපදවීමේ දී සංඝනන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වේ. සෑදුණු එස්ටර බන්ධන සංඛ්‍යාවට සමාන ජල අණු සංඛ්‍යාවක් නිදහස් වේ. මේ පිටවන ජල පරිමාව නිවැරදිව මැන ගැනීමට හැකි නම් ජලයේ ඝනත්වය හා මවුලික ස්කන්ධය ඇසුරෙන් සෑදී ඇති එස්ටර බන්ධන සංඛ්‍යාව ගණනය කළ හැකි ය.





පොලිඑතිලීන් ටෙරිතැලේට්හි (PET) ව්‍යුහය පුනරාවර්තී ඒකකය ඇසුරෙන් ඉහත පරිදි දැක්විය හැකි ය.

ඩයිකාබොක්සිලික් අම්ලයක් හා ඩයිඇමීනයක් අතර බහුඅවයවීකරණ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් පොලිඒමයිඩ් ලැබේ. නයිලෝන් යනු එවන් පොලිඒමයිඩයක් වේ. නයිලෝන් නිපදවීම ද සංඝනන ප්‍රතික්‍රියාවකි.

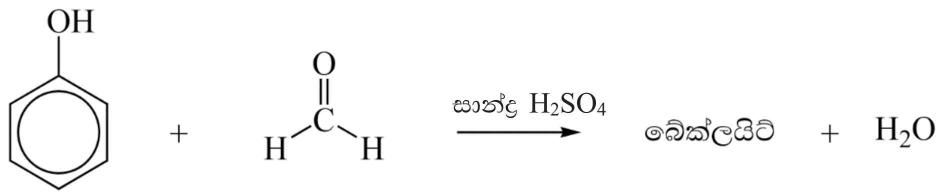


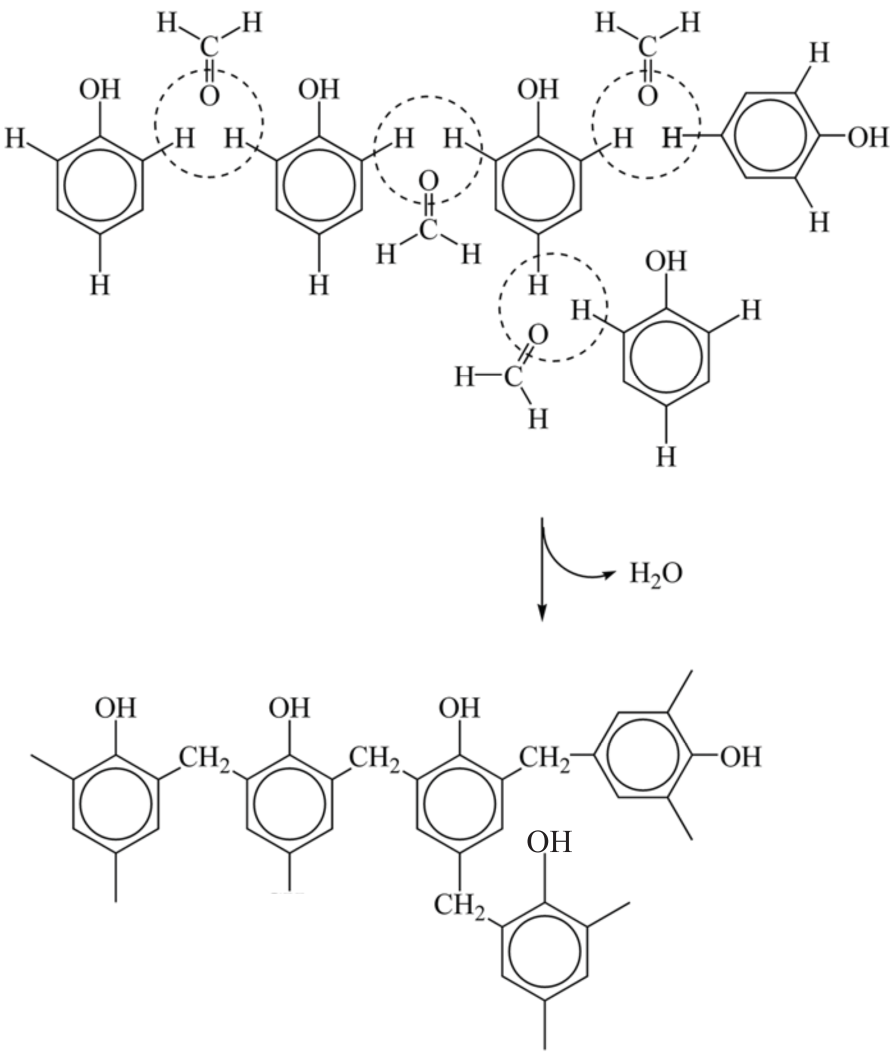
නයිලෝන් 6, 6 හි ව්‍යුහය පුනරාවර්තී ඒකකය ඇසුරෙන් පහත පරිදි දැක්විය හැකි ය. මෙහි පළමු අංකය ඩයිඇමීනයේ වූ කාබන් පරමාණු ගණන ද දෙවන අංකය ඩයිකාබොක්සිලික් අම්ලයේ වූ කාබන් පරමාණු ගණන ද නියෝජනය කරයි.

$$\left[-NH-(CH_2)_6-NH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\right]_n$$

මෙතෙක් වූ විස්තර කිරීම සඳහා උදාහරණ ලෙස යොදාගත් බහුඅවයවක අණුවල ව්‍යුහය තනි දාමයක් ලෙස නිර්මාණය වී ඇති අයුරු පැහැදිලි ය. ඒ නිසා ම එවැනි බහුඅවයවක 'රේඛීය බහුඅවයවක' ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.

ඇතැම් අවස්ථාවන්හි දී ත්‍රිමාණ ජාලයක් වන පරිදි බහුඅවයවක නිර්මාණය වේ. එයට හේතුව ඒකාවයවික ආශ්‍රිතව ප්‍රතික්‍රියාශීලී ස්ථාන දෙකකට වඩා වැඩියෙන් පැවතීමයි. නිදසුන් ලෙස ෆීනෝල් සැලැකූ විට එහි බෙන්සීන් න්‍යෂ්ටිය ආශ්‍රිත ආදේශ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු විය හැකි ස්ථාන තුනකි. ෆීනෝල් හා ෆෝමැල්ඩිහයිඩ් අතර ප්‍රතික්‍රියාව මඟින් ත්‍රිමාණ ජාලයක් වූ බහුඅවයවක නිර්මාණය වේ. එය බේක්ලයිට් ලෙස හඳුන්වයි. එය ද සංඝනන ප්‍රතික්‍රියාවකි.

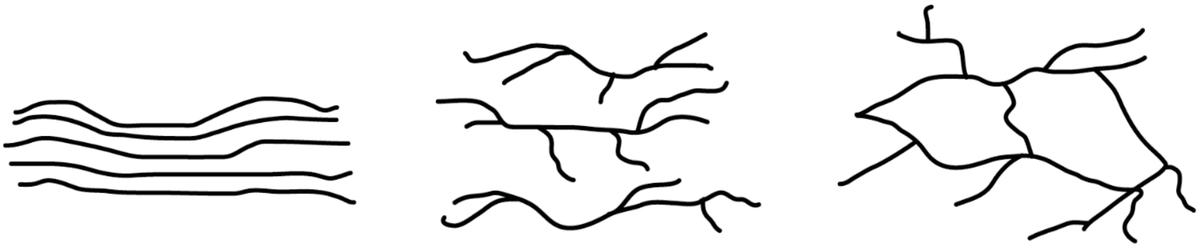




1.13 රූපය ෆීනෝල් හා ෆෝමැල්ඩිහයිඩ් අතර ප්‍රතික්‍රියාව මගින් බේක්ලයිට් සෑදීම

මෙවැනි අවස්ථාවක දී නිශ්චිත පුනරාවර්තී ඒකකයක් ඉදිරිපත් කළ නොහැකි ය.

බහුඅවයවක අණුවේ ව්‍යුහ ස්වභාවය අනුව රේඛීය, අතු බෙදුණු හෝ ජාලාකාර ලෙස වර්ගීකරණය කළ හැකි ය. PS, PVC, PTFE, PET හි බහුඅවයවක අණුවලට රේඛීය ව්‍යුහයක් ඇත.



රේඛීය බහුඅවයවක අතු බෙදුණු බහුඅවයවක ජාලාකාර බහුඅවයවක

1.14 රූපය බහුඅවයවක අණුවල ව්‍යුහ ස්වභාවය

රේඛීය හා අතු බෙදුණු බහුඅවයවක අණු එකිනෙකින් වෙන් වූ අණු ලෙස විවිධ ආකාරයට ඇසිරී ඇත. ඇතැම් විට අණු එකිනෙකට වඩාත් ළං වී ක්‍රමික ඇසිරීමක් ඇති ප්‍රදේශ ඇත. එවන් ප්‍රදේශ ස්ඵටිකරූපී ප්‍රදේශ නමින් හඳුන්වයි. ඇතැම් තැන්හි දී අණු එකිනෙක පැටලී ඇඹරී තිබිය හැකි ය. එවන් ප්‍රදේශ අස්ඵටිකරූපී (amorphous) ප්‍රදේශ නම් වේ. ඇතැම් බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය පූර්ණ වශයෙන් අස්ඵටික ය. එසේ ම ඇතැම් බහුඅවයවක ආශ්‍රිතව යම් ප්‍රමාණයකින් ස්ඵටිකරූපී ප්‍රදේශ ඇත. ඒ ද්‍රව්‍ය අර්ධ අස්ඵටිකරූපී (semicrystalline) බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය ලෙස නම් කරයි. අර්ධ ස්ඵටිකරූපි බහුඅවයවක සඳහා නිදසුනක් ලෙස පොලිඑතිලීන් දැක්විය හැකි ය. අර්ධස්ඵටිකරූපී බහුඅවයවක පටල හරහා හොඳින් ආලෝකය ගමන් නොකරයි. ස්ඵටිකරූපී ප්‍රදේශ මඟින් ආලෝක කිරණ ප්‍රකිරණය (scattering) කරයි. එහෙයින් පාරදෘශ්‍යතාව තරමක් අඩු වී ඇත. අස්ඵටිකරූපි පටල මඟින් එවැනි බාධාවක් ආලෝක කිරණ කෙරෙහි ඇති නොකරයි. එම නිසා එවැනි පටල පාරදෘශ්‍ය වේ.

1.15 රූපය රේඛීය හා අතු බෙදුණු බහුඅවයවක අණු ඇසිරී ඇති ආකාර

පොලිඑතිලීන් සංශ්ලේෂණය කරන ආකාරය අනුව අතු බෙදුණු ව්‍යුහයක් ලැබෙන අයුරින් ද නිපදවිය හැකි ය. රේඛීය පොලිඑතිලින් අණු ඉතා හොඳින් එකිනෙකට ළං වී ඇසිරීම නිසා ඝනත්වය වැඩි ප්‍රදේශ වැඩි වේ. එවැනි පොලිඑතිලීන්, ඉහළ ඝනත්ව පොලිඑතිලීන් (High Density Polyethylen- HDPE) ලෙස නම් කරයි. අතු බෙදුණු විට දී එවන් අණු එතරම් ළං වී ඇසිරෙන්නේ නැත. ඒනිසා ඝනත්වය අඩු වේ. අස්ඵටිකරූපී ප්‍රදේශය වැඩි වශයෙන් ඇත. එවන් පොලිඑතිලීන් අඩු ඝනත්ව පොලිඑතිලීන් (Low Density Polyethylen-LDPE) ලෙස නම් කරයි.

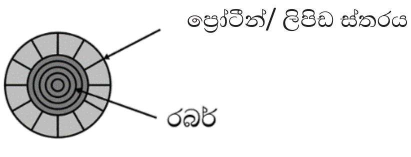
1.11.1 රබර් හා ප්ලාස්ටික්

ප්‍රත්‍යාවර්ති ලෙස ඉතා ඉහළ ප්‍රත්‍යස්ත ගුණ දක්වන බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය රබර් ලෙස සලකනු ලැබේ. රබර් සතු ප්‍රත්‍යස්ත ගුණ පාලනය කළ හැකි ය. ඒකාවයවිකවලින් ආරම්භ කරමින් රබර් ලෙසට හඳුන්වන බහුඅවයවක නිෂ්පාදනය කළ හැකි ය. ඒවා කෘත්‍රිම රබර් ලෙස හඳුන්වයි (උදා.: නයිට්‍රයිල් රබර්). රබර් ගහේ ක්ෂීරය මඟින් ද ඉහළ ප්‍රත්‍යස්ත ගුණ ඇති බහුඅවයවකයක් (රබර්) ලබා ගනු ලැබේ. ඒවා ස්වභාවික රබර් (Natural rabber/ NR) ලෙස හඳුන්වයි.

සීමිත ප්‍රත්‍යස්ථ ගුණ ඇති බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය ප්ලාස්ටික් ලෙස සැලකිය හැකි ය. නිදසුන් ලෙස PVC, PET, PP, PE ආදි බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය ප්ලාස්ටික් ලෙස සලකනු ලැබේ. මේවා සීමිත ප්‍රත්‍යස්ථ ගුණ සීමාව ඉක්මවන පරිදි ඇදීමට ලක් කළ විට අප්‍රතිවර්තීව හැඩය වෙනස් වේ. ප්ලාස්ටික් ද්‍රව්‍ය තවදුරටත් තාපස්ථාපන (thermosetting) හා තාපසුවිකාර්ය (thermoplastics) ලෙස ද වර්ග කළ හැකි ය. තාපසුවිකාර්ය ප්ලාස්ටික් හි ඇත්තේ රේඛිය බහුඅවයවක අණු හෝ අතු බෙදුණු බහුඅවයවක අණු ය. තාපස්ථාපන බහුඅවයවකවල ඇත්තේ ජාලාකාර ලෙස සැකසුණු අණුක ව්‍යුහයකි. තාපසුවිකාර්ය ප්ලාස්ටික් ද්‍රව්‍ය රත් කර මෘදු කළ හැකි ය. ඒ නිසා රත් කර මෘදු කර අවශ්‍ය හැඩය ලබා ගැනීම පහසු ය. ඉන්පසු සිසිල් කිරීම නිසා එම හැඩය ස්ථිර කළ හැකි ය. මේ සඳහා නිදසුන් ලෙසට PVC, PE, PS ආදිය දැක්විය හැකි ය. තාපස්ථාපන බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය එසේ මෘදු කළ නොහැකි ය. මේ සඳහා නිදසුන් ලෙසට ෆීනෝල්-ෆෝමැල්ඩිහයිඩ් (බේක්ලයිට්) දැක්විය හැකි ය.

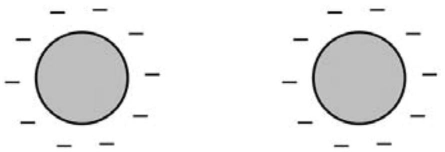
1.11.2 ස්වාභාවික රබර්

රබර් ගසේ (*Hevea braziliensis*) ක්ෂීරය කැටිගැසීම නිසා ලැබෙන අධික ප්‍රත්‍යාස්ත ගුණ ඇති ද්‍රව්‍යය ස්වාභාවික රබර් (Natural Rubber/ NR) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. රබර් ගසේ පොත්ත ක්‍රමානුකූලව ඉවත් කිරීම මගින් රබර් ක්ෂීරය එකතු කර ගනු ලැබේ. රබර් ක්ෂීරයේ 60% - 65% පමණ ජලය ඇති අතර 30% - 35% ප්‍රමාණයකින් රබර් ඇත. රබර් ක්ෂීරය ආශ්‍රිතව ඉතා කුඩා අංශු ලෙස රබර් අංශු විසිරී කලිල ද්‍රාවණයක් ලෙස පවතී. මේ කලිලමය ද්‍රාවණය ආශ්‍රිතව සරල සීනි හා ලවණ වර්ග ද දිය වී ඇත.



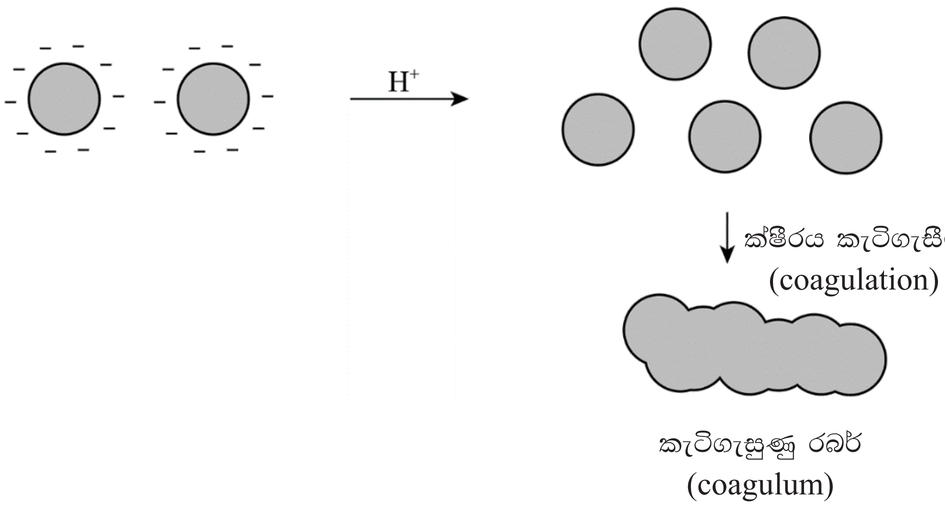
1.16 රූපය රබර් අංශුව

රබර් අංශුවක් වටා ලිපිඩ හා ප්‍රෝටීන් අන්තර්ගත ස්තරයක් පවතී. ඊට ඇතුළතින් රබර් අණු පිහිටයි. රබර් අංශුවක පිටත ස්තරය ආශ්‍රිතව $-COO^-$ කාණ්ඩ ඇති නිසා, බාහිර පෘෂ්ඨයට සෘණ ආරෝපණයක් ඇත. මේ සෘණ ආරෝපිත අංශු අතර ස්ථිති විද්‍යුත් විකර්ෂණ බල ක්‍රියාත්මක වන හෙයින් ඒ අංශු ද්‍රාවණය පුරා විසිරී පවතී.



1.17 රූපය රබර් අංශුවක පිටත ස්තරයෙහි සෘණ ආරෝපණ පවතින ආකාරය

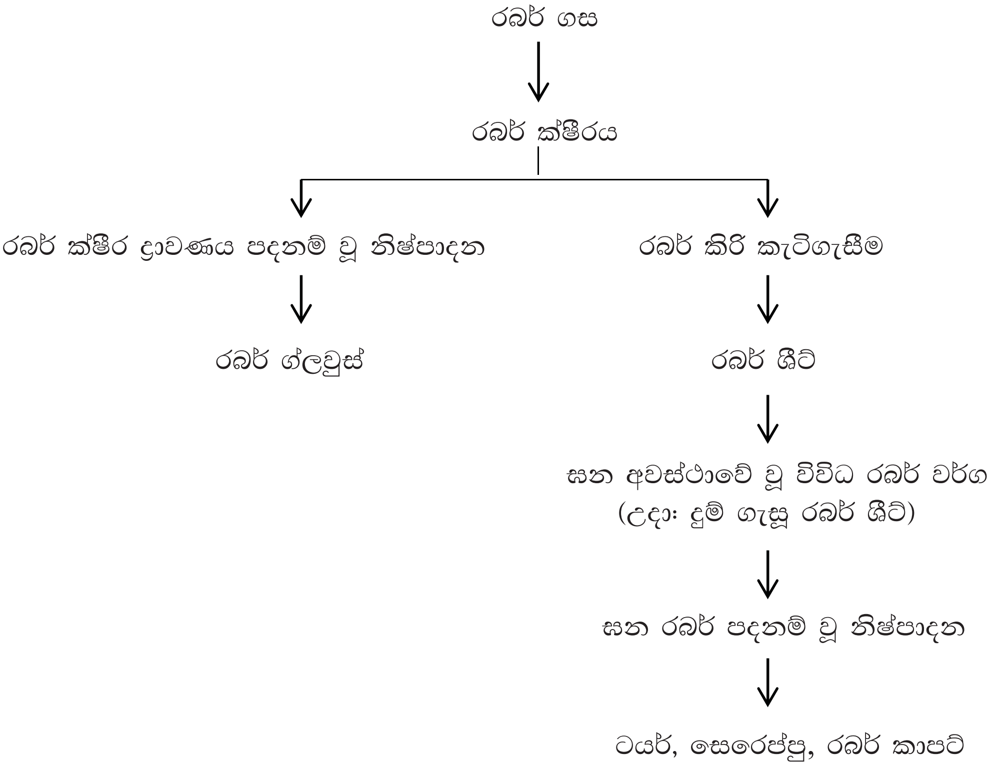
සෘණ ආරෝපණ සහිත පෘෂ්ඨ අතර වූ විකර්ෂණ බල නිසා ඒවා එකිනෙක සම්බන්ධ නො වේ. අම්ල එක් කරන විට දී H^+ අයන මගින් මේ $-COO^-$ කාණ්ඩ උදාසීන කරන බැවින් ඒ අංශුවල පෘෂ්ඨ, විද්‍යුත් උදාසීන තත්ත්වයට පත් වේ. එවිට එම අංශු එකිනෙක සමග සම්බන්ධ වී ස්කන්ධයක් ලෙස තැන්පත් වේ. මෙය කිරි කැටිගැසීම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.



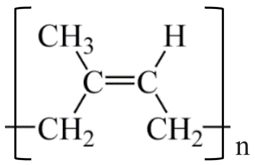
1.18 රූපය කිරි කැටිගැසෙන ආකාරය

රබර් ක්ෂීරය ආශ්‍රිතව ලවණ, සීනි, ඇමයිනෝ අම්ල ආදිය ඇති නිසා ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාකාරිත්වයට සුදුසු මාධ්‍යයක් වේ. ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාකාරිත්වය නිසා මුදාහරින අම්ල නිසා ක්ෂීරය කැටිගැසීම සිදු වේ. මේ

නිසා රබර් ක්ෂීරය එක් රැස් කළ පසු නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට භාජනය කරන තෙක් ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාකාරිත්වය නවතා තැබීම මඟින් කිරි කැටිගැසීම වළක්වා ගත හැකි ය. ඇමෝනියා ද්‍රාවණයක් එක් කර ක්ෂීර ද්‍රාවණය භාස්මික කිරීම මඟින් කිරි කැටිගැසීම වළක්වා ගැනීමට හැකි ය. ඇමෝනියා මඟින් මාධ්‍යය ආම්ලික වීම වළක්වා රබර් අංශු වටා ඇති සෘණ ආරෝපණ ස්ථාවර කරවයි. මේ භාස්මික තත්ත්වය යටතේ ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාකාරිත්වය ද අඩාළ වේ.

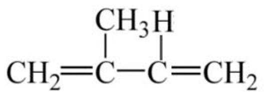


ස්වාභාවික රබර් අණුවේ පුනරාවර්තී ඒකකය ආශ්‍රිතව වූ ද්විත්ව බන්ධන කාබන් ආශ්‍රිතව $-CH_2$ කාණ්ඩ දෙකක් හා එක් $-CH_3$ කාණ්ඩයක් ඇත. එම අණුවේ CH_2 කාණ්ඩයෙහි පිහිටීම අනුව ඒවා සිස්-1, 4-පොලිඅයිසොප්‍රින් යනුවෙන් හඳුන්වයි. ගැටාපර්චා හි ඇත්තේ ට්‍රාන්ස් ව්‍යුහයකි. ට්‍රාන්ස්-1,4-පොලිඅයිසොප්‍රින් ලෙස හැඳින්වෙන ස්වභාවික බහුඅවයවකය ප්‍රත්‍යස්ත ගුණ නොදක්වයි. එහි වූ යාබද CH_2 කාණ්ඩ දෙක අතර පරතරය උපරිම ය.



සිස්-1, 4-පොලිඅයිසොප්‍රින්

අයිසොප්‍රින් නමැති ඒකාවයවිකය බහුඅවයවීකරණයට ලක් කර කෘත්‍රිමව පොලිඅයිසොප්‍රින් සංශ්ලේෂණය කළ හැකි ය. ඒ රබර් කෘත්‍රිම රබර් යටතට අයත් වේ. මේ කෘත්‍රිම රබර් IR (Isoprene Rubber) ලෙස නම් කරනු ලැබේ.

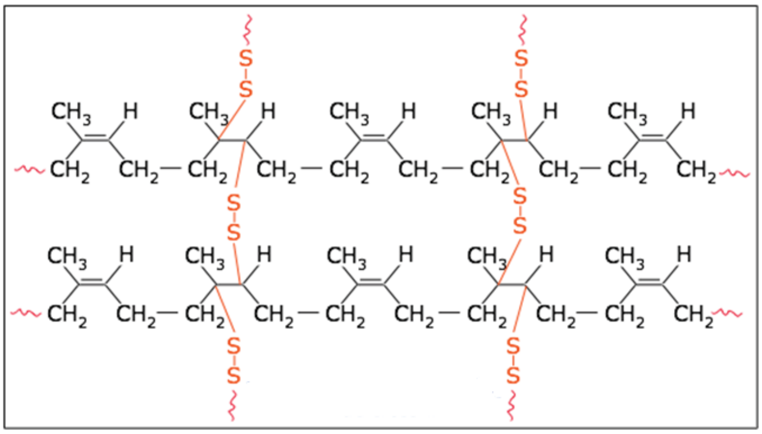


අයිසොප්‍රීන්

කෘත්‍රිම පොලිඅයිසොප්‍රීන්හි ඒකාවයවිකය අයිසොප්‍රීන් වුවත් ස්වාභාවික රබර්හි ඒකාවයවිකය එය යැයි සඳහන් කළ නොහැකි ය. රබර් ශාකය තුළ දී රබර් අණු නිපදවන්නේ ඉතා සංකීර්ණ ජෛව රසායනික ප්‍රතික්‍රියා මඟින් වීම මෙයට හේතුවයි.

1.11.3 ස්වාභාවික රබර් වල්කනයිස් කිරීම

ස්වාභාවික රබර්වල ඇදීමේ ගුණයට හේතුව cis-පොලිඅයිසොප්‍රීන් දාම තිබීමයි. එහෙත් රබර්වල ප්‍රත්‍යස්ත ගුණය කාර්මිකව අවශ්‍ය පරිදි වෙනස් කිරීමට හා ශක්තිමත් කිරීම පිණිස බර අනුව 1%-3%ක් අතර සල්ෆර් ප්‍රමාණයක් යොදා රත් කරනු ලැබේ. එය රබර් 'වල්කනයිස් කිරීම' ලෙස හඳුන්වයි. වල්කනයිස් කිරීමේ දී පොලිඅයිසොප්‍රීන් දාම අතර සල්ෆර් මඟින් හරස් බන්ධන සාදන නිසා වල්කනයිස් කරන ලද රබර්, ඇදීමෙන් පසු මුල් පිහිටුමට යෑමේ හැකියාව එනම් ප්‍රත්‍යාස්ථතාව ද වැඩි වේ. බර අනුව 25% - 35% අතර S යොදා රබර් රත් කළ විට එබනයිට් ලැබේ. එබනයිට් ප්‍රත්‍යස්ථ ගුණ නොදක්වයි. එයට හේතුව රබර් අණුවල වූ ද්විත්ව බන්ධන ආශ්‍රිත ක්‍රියාශීලීත්වය නිසා සල්ෆර් සමඟ හරස් බන්ධන විශාල ප්‍රමාණයක් සෑදීමයි. ප්‍රශස්ත ප්‍රමාණයකින් සල්ෆර් එක් කර වල්කනයිස් කළ රබර් නොඇලෙන සුලු වන අතර, ප්‍රශස්ත ප්‍රත්‍යස්ථතාවක් හා උසස් යාන්ත්‍රික ගුණවලින් යුක්ත වේ. පහත 1.19 රූපයේ රබර් අණු සල්ෆර් හරස් බන්ධනවලින් බැඳී ඇති අයුරු දක්වයි.



1.19 රූපය සල්ෆර් හරස් බන්ධනවලින් රබර් අණු බැඳී ඇති අයුරු

1.11.4 බහුඅවයවක ආශ්‍රිත නිෂ්පාදන සඳහා යොදන ආකලන ද්‍රව්‍ය

බහුඅවයවක ද්‍රව්‍ය නිෂ්පාදනයේ දී ආකලන ද්‍රව්‍ය (Additives) ලෙස හඳුන්වන්නේ නිමි භාණ්ඩයෙහි ගුණාංග වැඩි කිරීමට හා නිෂ්පාදන වියදම අඩු කිරීමට යොදා ගන්නා ද්‍රව්‍යයන් ය. විශේෂයෙන් ම පිරවුම් (Fillers) යොදා ගැනීම මඟින් නිමි භාණ්ඩයට අවශ්‍ය විශාලත්වය (පරිමාව) ලබා ගැනීම සිදු කරයි. රබර් ආශ්‍රිතව වූ ටයර් නිෂ්පාදනයේ දී පිරවුම් ලෙසට කාබන් බ්ලැක් යොදා ගනු ලබයි. කාබන් බ්ලැක් යෙදීම නිසා භෞතික හා යාන්ත්‍රික ගුණාංග වැඩි වීමක් ද සිදු වේ. නිදසුන් ලෙස ගෙවීම අඩු වීම, ශක්තිමත් බව වැඩි වීම දැක්විය හැකි ය. එහෙත් ටයර් ගෙවීම සමඟ මේ කාබන් බ්ලැක් අංශු පරිසරයට එක් වීම පාරිසරික ගැටලු සඳහා හේතු වේ. වල්කනයිස් කිරීම කාර්යක්ෂම කිරීමට විවිධ කාබනික උත්ප්‍රේරක හා ZnO වැනි උත්ප්‍රේරක වර්ධක යොදා ගනු ලැබේ. මේ කාබනික උත්ප්‍රේරක බහුතරයක් විෂදායක ය. ප්ලාස්ටික් ද්‍රව්‍ය ආශ්‍රිතව ද විවිධ පිරවුම් ද්‍රව්‍ය යොදා ගනු ලැබේ.

කැල්සියම් කාබනේට් ඉන් එක් වර්ගයකි. ප්ලාස්ටික් ද්‍රව්‍ය නිපදවීමේ දී නම්‍යශීලීතාව වැඩි කිරීමට 'ප්ලාස්ටිසයිසර්' ලෙස හඳුන්වනු ලබන සංයෝග එක් කරයි. නිදසුන් ලෙස PVC යොදා ගෙන නිපදවන ජල නල දැඩි අතර නම්‍යශීලීතාව අඩු ය. එහෙත් PVC යොදා ගෙන නිෂ්පාදනය කරන ගෘහ විද්‍යුත් රැහැන්වල බාහිර ආවරණය නම්‍යශීලී වී ඇත. එයට හේතුව ඒ විදුලි රැහැන්වල බාහිර ආවරණය PVC මඟින් නිපදවීමේ දී PVC සමග ප්ලාස්ටිසයිසර් මිශ්‍ර කිරීමයි. එනිසා නම්‍යශීලි බව ලැබේ. මීට අමතරව ගිනි ගැනීමට ඇති හැකියාව අඩු කිරීමට ආකලන ද්‍රව්‍ය එක් කරයි. එසේ ම පාරජම්බුල කිරණ මඟින් ඇති වන හානිය වළක්වා ගැනීමට විවිධ ආකලන ද්‍රව්‍ය එක් කරයි. ආකලන ද්‍රව්‍ය එක් කරන්නේ සුළු ප්‍රමාණවලිනි. ප්ලාස්ටික් ආශ්‍රිතව වූ මෙවැනි බොහෝ ආකලන සංයෝග ද්‍රව්‍ය තැලේට් සංයෝග වේ. ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ නිෂ්පාදනයේ දී යොදා ගන්නා බොහෝ ආකලන ද්‍රව්‍ය අන්තරාසර්ග පද්ධතියේ ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා පමුණුවන ද්‍රව්‍ය ලෙස හඳුනා ගෙන ඇත. එමනිසා ආහාර ද්‍රව්‍ය ගබඩා කිරීමට යොදා ගන්නා ඇසුරුම් ද්‍රව්‍ය ලෙස ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ යොදා ගැනීමේ දී වඩාත් සැලකිලිමත් විය යුතු ය. ආකලන ද්‍රව්‍ය බහුලව යොදා ගන්නා ප්ලාස්ටික් නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියක් ලෙස PVC මඟින් ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ නිෂ්පාදනය හඳුන්වා දිය හැකි ය. එයට හේතුව PVC අණු ආශ්‍රිතව Cl පරමාණු ද්විතීයික කාබන් පරමාණුවකට බැඳී තිබීමයි. ඒ C-Cl බන්ධනය පහසුවෙන් බිඳවැටීම වළක්වා ගැනීමට විවිධ ආකලන ද්‍රව්‍ය භාවිත කරයි. නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියේ දී වූ උෂ්ණත්වය හෝ ඒ භාණ්ඩ පාරජම්බුල කිරණ සඳහා නිරාවරණය වූ විට දී PVC අණුවලින් HCl ඉවත් වීම සිදු වේ.

1.12 ශාක ප්‍රභව ආශ්‍රිත රසායනික නිෂ්පාදන

1.12.1 විනාකිරි නිෂ්පාදනය

විනාකිරි ආශ්‍රිත වූ ක්‍රියාශීලි රසායනික සංරචකය ඇසිටික් අම්ලයයි. රා නිෂ්පාදනයෙන් ලැබෙන ද්‍රව්‍යය තව දුරටත් ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාකාරිත්වයට ලක් කළ විට දී ඇසිටික් අම්ලය තෙක් ඔක්සිකරණය වේ. එහිදී ඇසිටික් අම්ල ප්‍රමාණය 48% පමණ වන තෙක් වැඩි වේ. මෙසේ සකස් කළ විනාකිරි ස්වාභාවික විනාකිරි ලෙස හඳුන්වයි. පෙට්‍රෝලියම් කර්මාන්තයෙන් ලබා ගන්නා අමුද්‍රව්‍ය මඟින් නිපදවන එතනෝල් ඔක්සිකරණය කර ලබා ගන්නා ඇසිටික් අම්ලය සුදුසු පරිදි තනුක කිරීමෙන් කෘත්‍රිම විනාකිරි නිපදවනු ලබයි. ස්වාභාවික විනාකිරි ආශ්‍රිතව සුළු ප්‍රමාණවලින් ලවණ, සරල සීනි, එස්ටර හා ඇල්කොහොල් ඇත.

1.12.2 එතනෝල් නිෂ්පාදනය

සුවඳ විලවුන් හා සුවඳකාරක සඳහා ද්‍රාවක ලෙස එතනෝල් භාවිත වේ. රසායනික ප්‍රතික්‍රියා සඳහා මාධ්‍යයක් ලෙස ද එය භාවිත වේ. පරිසර හිතකාමී පුනර්ජනනය කළ හැකි ඉන්ධනයක් වශයෙන් ද එතනෝල්හි භාවිතය වැඩි වෙමින් පවතී. ජෛව ස්කන්ධ භාවිත කරමින් ක්ෂුද්‍ර ජීවී ක්‍රියාකාරිත්වය මඟින් නිපදවන එතනෝල් ජෛව එතනෝල් (Bio ethanol) ලෙස හඳුන්වයි.

එතිලීන් සජලනය කිරීමෙන් හෝ යීස්ට් හමුවේ සීනි හෝ පිෂ්ටය පැසවීමෙන් කාර්මිකව එතනෝල් නිපදවනු ලබයි. ඇල්කොහොලීය පානවල අන්තර්ගත ඇල්කොහොල් විවිධ ශාක ප්‍රභව මඟින් ජනනය කෙරේ.

නිදසුන් - මිදි (වයින්)
බාර්ලි (බියර්)

කාර්මිකව ඇල්කොහොල් නිපදවීම සඳහා විවිධ ධාන්‍ය වර්ග, පළතුරු යුෂ, සීනි නිෂ්පාදනයේ අතුරු ඵලයක් වන පැණි මණ්ඩිය (molasses) ආදිය යොදා ගැනේ. යීස්ට්වලට සාන්ද්‍ර එතනෝල් ද්‍රාවණයක

ජීවය පවත්වා ගත නොහැකි නිසා පැසීමෙන් ලැබෙන ද්‍රාවණයේ එතනෝල් ප්‍රතිශතය 12% පමණ පවත්වා ගනී.

පැසවීමෙන් ලත් ජලීය ද්‍රාවණ ආසවනයෙන් ඉහළ ඇල්කොහොල් මට්ටම් සහිත නිෂ්පාදන ලැබේ.
නිදසුන් - බ්‍රැන්ඩි (40% පමණ) - වයින් ආසවනයෙනි.
අරක්කු (40% පමණ) - පොල් රා ආසවනයෙනි.

ජලීය එතනෝල් භාගික ආසවනයෙන් ලැබිය හැකි උපරිම එතනෝල් සාන්ද්‍රණය 96.5%කි. මෙය ප්‍රතිශෝධිත මද්‍යසාරය (Rectified spirit) නම් වෙයි.

අද ලෝකයේ මත් ද්‍රව්‍ය භාවිතය දෙස බලන විට 'අරක්කු' ද භයානක ම මත් ද්‍රව්‍යවලින් එකක් ලෙස වෛද්‍ය විශේෂඥයන් විසින් හඳුන්වන බව සඳහන් කළ හැකි ය. වෙළෙඳපොළෙහි ඇති අරක්කු යනු මොනවා දැයි අපි දැන් සලකා බලමු. එහි අඩංගු වන ප්‍රධානතම සංඝටකය වන්නේ එතනෝල් ය. අද ලෝකයේ එතනෝල් නිෂ්පාදනය කරන ක්‍රම රාශියක් ඇත. එයින් ක්‍රම කීපයක් මඟින් ශ්‍රී ලංකාවේ ද එතනෝල් නිපදවේ. නීතිමය අවසර ඇතිව එතනෝල් නිපදවන ක්‍රම වන්නේ පැසුණු පොල් රාවලින් සහ උක්ගස්වලින් සීනි නිෂ්පාදනයේ අතුරු ඵලයක් ලෙස ලැබෙන පැණි මණ්ඩියක් ය.

පොල් රා නිපදවන්නේ පොල් ගසෙහි ළපටි පුෂ්ප මංජරිය (පොල් මල) මැදීමෙන් ලැබෙන යුෂ හෙවත් මී රා පැසීමට ඉඩ හැරීමෙනි. පැසීමේ ක්‍රියාවලියේ දී සිදු වන්නේ වාතයේ පාවෙන යීස්ට් වැනි දිලීරවල බීජාණු මී රා මත තැන්පත් වී, එහි ඇති සීනි උපස්තරයක් ලෙස යොදා වර්ධනය වීමත්, යීස්ට් සෛලවලින් නිපදවන එන්සයිමවලින් සීනි ක්‍රමයෙන් මද්‍යසාර හා කාබන්ඩයොක්සයිඩ් බවට පත් වීමත් ය.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{සුක්රේස්}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

සුක්රෝස් (ග්ලූකෝස්) (ෆ්‍රක්ටෝස්)

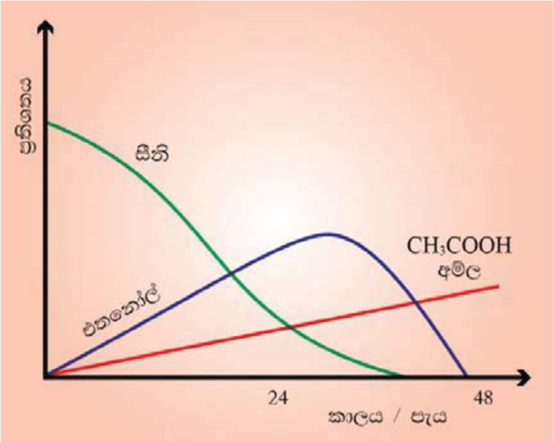
මොනොසැකරයිඩ සීනි

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{යීස්ට්}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

එතනෝල්

මී රා මෙලෙස දින දෙකක් පමණ කාලයක දී පැසුණු රා බවට පත් වන අතර, එවිට සීනි සාන්ද්‍රණය ක්‍රමයෙන් අඩු වේ.

පැසුණු රා තවදුරටත් තිබෙන්නට හැරියොත් බැක්ටීරියා මඟින් රාවල ඇති මධ්‍යසාරය ඔක්සිකරණය කිරීමට පටන් ගන්නා බැවින් ක්‍රමයෙන් ඇසිටික් අම්ලය බවට පත් වීමට පටන් ගනී. එනම්, මධ්‍යසාර ප්‍රතිශත අඩු වී අම්ල ප්‍රතිශතය ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ.



1.20 රූපය මී රා පැසීමේ දී කාලයත් සමඟ සිදු වන රසායනික ද්‍රව්‍යවල විචලනය

භාගික ආසවනය

තාපාංකය එකිනෙකට වෙනස්, එකිනෙක සමඟ හොඳින් මිශ්‍ර වන සංඝටකවලින් සැදුණු ද්‍රාවණයකින් ඒ සංඝටක වෙන් කර ගැනීම සඳහා භාවිත කරනු ලබන ආසවන ක්‍රමය භාගික ආසවනය නමින් හැඳින්වේ.

1.3 වගුව සංයෝග කිහිපයක තාපාංක

සංයෝගය	තාපාංකය/ °C
මෙතනෝල්	64.6
එතනෝල්	78.5
ප්‍රොපන් -1-ඕල්	97.1
ප්‍රොපන් -2-ඕල්	82.4
බියුටනැල්	74.7
බියුටනොන්	79.5
එතිල් එතනොඒට්	77.2

පොල් රාවලින් හැර වෙනත් කාබෝහයිඩ්‍රේට අඩංගු ශාක කොටස් ඇසුරෙන් ද එතනෝල් නිපදවීම සිදු කෙරේ. නිදසුන් ලෙස බීට්, අර්තාපල්, පලතුරු, හාල් යනාදිය සඳහන් කළ හැකි ය. මෙබඳු ශාක කොටස් පැසීමේ දී මධ්‍යසාරවලට අමරතව එස්ටර, ඇල්ඩිහයිඩ, කීටෝන වැනි සංයෝග ද නිපදවේ. ඒවා ද ජලීය මිශ්‍රණයට එකතු වේ. මේවායේ තාපාංකය ද එතනෝල්වල පරාසයේ වේ නම් ඒවා ද එතනෝල් සමඟ වාෂ්ප වී එතනෝල් අඩංගු ආසුතයට ගමන් කරයි.

මේ ක්‍රියාවලියේ පළමු වන ආසුත කොටසෙහි ප්‍රධාන වශයෙන් අඩංගු වන්නේ මෙතනෝල් ය. මෙය විෂ සහිත වන අතර, වයින් ස්ප්‍රීතුවලට යොදයි. ආසවනයේ දෙවන භාගයේ ප්‍රධාන වශයෙන් ඇත්තේ එතනෝල් ය. වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වයක දී ලැබෙන තුන්වන භාගයෙහි උච්ච මද්‍යසාරය අඩංගු වන අතර, එය “පියුසල් තෙල්” නමින් හැඳින්වේ.

1.12.3 සගන්ධ තෙල්

ශාක ද්‍රව්‍යවලින් නිස්සාරණය කරනු ලබන ජලයේ අද්‍රාව්‍ය වාෂ්පශීලි ද්‍රව සගන්ධ තෙල් වශයෙන් හඳුන්වනු ලැබේ. විවිධ සගන්ධ තෙල්වල ඒවාට ම ලාක්ෂණික වූ ගන්ධයක් ඇත. සගන්ධ තෙල් මඟින් ආහාර වර්ග සුවඳවත් කිරීමෙන් ආහාර රුචිය වැඩි වේ. එසේ ම සුවඳ විලවුන් නිපදවීම සඳහා ද සගන්ධ තෙල් යොදා ගැනේ. අද ලෝකයේ වාණිජ ක්ෂේත්‍රය තුළ සුවඳ විලවුන් සහ රසකාරක සඳහා අධික ඉල්ලුමක් පවතී. අතීත යුගයේ රජවරුන් පවා සුවඳ වර්ග ගැල්වූ බව ඉතිහාසයේ සඳහන් වේ.

කුරුඳු, කරාබු, පැඟිරි, කරදමුංගු, වින්ටග්‍රීන් වැනි ශාක කොටස්වලින් සගන්ධ තෙල් ලබා ගනී. ශාකවල සගන්ධ තෙල් අඩංගු වන විශේෂ දේහ කොටස් ඇත.

1.4 වගුව සගන්ධ තෙල් අඩංගු කොටස් හා උදාහරණ

සගන්ධ තෙල් අඩංගු කොටස	උදාහරණ
මුල	කුරුඳු, සැවැන්දරා
කඳ	සඳුන්
පොත්ත	කුරුඳු
පත්‍රය	පැඟිරි, සේර, යුකැලිප්ටස්, කුරුඳු
අංකුරය	කරාබු
පුෂ්පය	සමන් පිච්ච, රෝස
ඵල	දොඩම්, ලෙමන්
බීජය	කරදමුංගු, සාදික්කා

සගන්ධ තෙල් නිස්සාරණය කර ගන්නා ක්‍රම

1) හුමාලය ආසවනය
2) ද්‍රාවක නිස්සාරණය
3) තෙරපීම

හුමාල ආසවනය

සගන්ධය තෙල් බොහෝ වර්ග තාපය නිසා වියෝජනය වීමට හෝ බහුඅවයවීකරණය වීමට ඉඩ තිබේ. එනම් ඉහළ උෂ්ණත්වවලට රත් කිරීම සුදුසු නොවේ. එබැවින් හුමාල ආසවනයට ලක් කර පහළ උෂ්ණත්වවල දී නිස්සාරණය කරනු ලැබේ. එම සංසිද්ධිය ආංශික පීඩන නියමය ඇසුරින් පැහැදිලි කළ හැකි ය. සගන්ධ තෙල් අන්තර්ගත ශාක කොටස් හා ජලය සහිත පද්ධතිය රත් කරන විට දී එම පටක හානි වී වාෂ්පශීලි සංයෝග නිදහස් වේ. එම පද්ධතියේ වායු කලාපයේ ජල වාෂ්ප හා වාෂ්පශීලි සංයෝග ඇත. පද්ධතිය නටන උෂ්ණත්වයේ දී ජලවාෂ්ප හා සගන්ධ තෙල් වාෂ්පයෙන් ඇති කරන පීඩනවල එකතුව බාහිර වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන වේ. එමනිසා එම උෂ්ණත්වයේ දී,

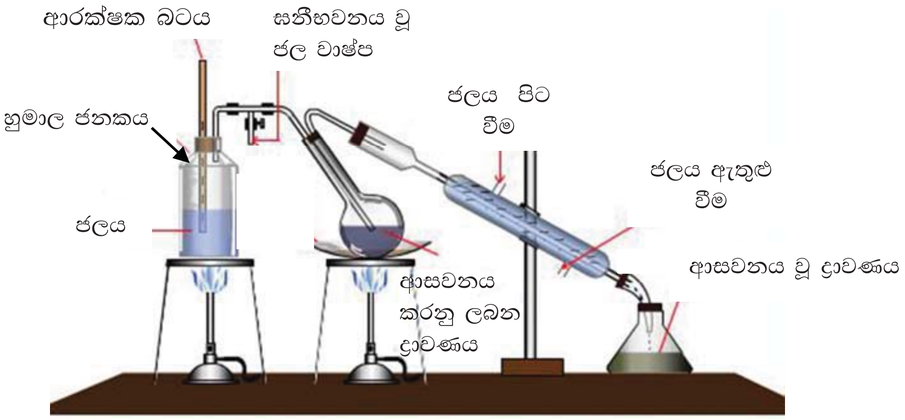
ජල වාෂ්පවල ආංශික පීඩනය (සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය) = p_{H_2O}

සගන්ධ තෙල් වාෂ්පයේ ආංශික පීඩනය (සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩනය) = p_A

ඩෝල්ටන්ගේ ආංශික පීඩන නියමය අනුව මුළු පීඩනය (P)

$$P = p_{H_2O} + p_A$$

P (මුළු පීඩනය) වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන වන විට මිශ්‍රණය නටයි. ඒ මිශ්‍රණයේ තාපාංකය, පිරිසිදු ජලයේ හා සගන්ධ තෙල්වල තාපාංකයට වඩා අඩු වේ. ඒ නිසා 100 °Cත් සගන්ධ තෙල්වල තාපාංකයත් යන දෙකට ම වඩා අඩු උෂ්ණත්වයක දී සගන්ධ තෙල් ආසවනය කර ගත හැකි ය.



1.21 රූපය විද්‍යාගාරයේ දී හුමාල ආසවනය මඟින් සගන්ධ තෙල් නිස්සාරණය

සගන්ධ තෙල් අඩංගු ශාක කොටස් ඇති භාජනයට වෙන ම හෝ හුමාල ජනකයක් මඟින් නිපදවන හුමාලය එවනු ලැබේ. මෙසේ වෙනම හෝ හුමාල ජනකයකින් හුමාලය එවන නිසා හුමාලයේ පරිමාමිතික ගැලීම පාලනය කිරීමට හැකි වීම වාසියකි. මෙසේ හුමාලය, ශාක කොටස් ඇති භාජනයට පැමිණීම හේතුවෙන්, හුමාලයෙන් ලැබෙන තාපය නිසා ශාක සෛල විනාශ වෙමින් වාෂ්පශීලී සංයෝග නිදහස් වේ. වාෂ්පය ඝනීභවනය වෙමින් යම් ප්‍රමාණයකට ද්‍රව ජලය එහි එකතු වේ. දිගින් දිගට ජල වාෂ්ප පැමිණෙන විට ද්‍රව ජලයට ඉහළින් ජල වාෂ්ප හා සගන්ධ තෙල් වාෂ්පය ඇත. එවිට ශාක කොටස්වල ඇති සගන්ධ තෙල් ද ජලය සමඟ වාෂ්ප කලාපයට එක් වෙයි. කෙසේ වෙතත් අඛණ්ඩව ජල වාෂ්ප ධාරාවක් ගැලීම නිසා භාජනයෙන් ඉවතට යන වාෂ්ප ධාරාවේ ජල වාෂ්පත් සගන්ධ තෙල් වාෂ්පත් අන්තගත වේ. මේ වාෂ්ප කොන්ඩෙන්සරයක් තුළින් යවා සිසිලනය කළ විට ආසුතය ජලය හා සගන්ධ තෙල් යන ස්තර දෙකක් වශයෙන් ලැබේ. එය පහසුවෙන් වෙන් කර ගත හැකි වේ.

උදාහරණය: කුරුඳු ශාකයේ විවිධ කොටස් යොදා ගනිමින් හුමාල ආසවනය මඟින් ලබා ගත් කුරුඳු තෙල්වල අඩංගු ප්‍රධාන සංඝටක පහත පරිදි වේ.

පත්‍ර - ඉයුජිනෝල්
පොතු - සිනමැල්ඩිහයිඩ්
මුලෙහි - කැම්පර්
පැඟිරි තෙල්වල අඩංගු ප්‍රධාන සංඝටකය - ජෙරනියෝල්

ද්‍රාවක මඟින් නිස්සාරණය

මෙහි මූලධර්මය නම් සගන්ධ තෙල් වඩා අධිකව ද්‍රාව්‍ය වන ද්‍රාවකයක දිය කර ගැනීමයි. සගන්ධ තෙල්හි ජලයෙහි ද්‍රාව්‍යතාව ඉතා අඩු නමුත් කාබනික ද්‍රාවකවල (උදා: පෙට්‍රෝලියම් ඊතර්, ක්ලෝරෆෝම්, ටොලුයීන්, එතනෝල්) වඩා පහසුවෙන් අධිකව ද්‍රාව්‍යය වේ.

ශාක කොටස් මෙවැනි ද්‍රාවකයක් සමග සෙලවූ විට සගන්ධ තෙල්වලින් වැඩි කොටසක් ද්‍රාවකය තුළට ගමන් කරයි. මේ ද්‍රාවකය වාෂ්ප කිරීමෙන් හෝ වෙන යම් ක්‍රමයකින් ඉවත් කිරීමෙන් සගන්ධ තෙල් ලබා ගත හැකි ය.

තෙරපීම

සුදුසු පීඩනයක් ශාක කොටස් මත යෙදීමෙන් ඒවායේ අඩංගු වාෂ්පශීලී තෙල් ලබා ගත හැකි ය. මෙහි දී වෙනත් අධිශෝෂක ද්‍රව්‍යයක් සහිතව තෙරපීම සිදු කිරීමෙන් සගන්ධ තෙල් ඒ ද්‍රව්‍ය මතට අධිශෝෂණය වේ. උදා: ඉටි ආලේපිත වීදුරු තහඩු දෙකක් අතර ශාක කොටස් තබා තෙරපීමෙන් ඒවායේ සගන්ධ තෙල් ඉටිවලට අධිශෝෂණය වේ. පසුව වෙනත් ද්‍රාවකයක් (ඊතර්) යොදා ගෙන අධිශෝෂකයෙන් සගන්ධ තෙල් නිස්සාරණය කර ගනී. තෙරපුම් ක්‍රමය කලාතුරකින් පමණක් භාවිත කෙරේ. ඊට හේතු වන්නේ,

1) ලැබෙන ඵල ප්‍රමාණය අඩු වීම
2) තෙල් වෙනත් කාබනික ද්‍රව්‍ය සමග මිශ්‍ර වීමත් නිසා ය.

කරදමුංගු බීජ මඟින් තෙල් නිස්සාරණයේ දී තෙරපුම් ක්‍රමය ද යොදා ගැනේ.

කුරුඳු තෙල් ප්‍රධාන වශයෙන් නිස්සාරණය කරන්නේ අම්බලන්ගොඩ, හික්කඩුව සහ බද්දේගම වැනි ප්‍රදේශවල ය. මෙහි දී පළමුව කුරුඳු පත්‍ර සෙවණ ඇති ස්ථානයක දින දෙක - තුනක් පමණ පවනේ වේලුණු ලැබේ. පවනේ වේළූ කුරුඳු පත්‍ර යොදා ගන්නේ අලුත් පත්‍රවලට වඩා ඒවායින් තෙල් නිස්සාරණය පහසු නිසා ය. එවිට පත්‍රවල උච්චර්ම කැඩී යෑමෙන් ආසවනයේ දී පහසුවෙන් සගන්ධ තෙල් ඉවත් කර ගත හැකි ය. වඩාත් සුදුසු වන්නේ ළපටි හෝ ඉතා මේරූ පත්‍ර නොව, මැදි වයසේ පත්‍ර බව සොයා ගෙන ඇත.

කලකට පෙර ආසවනය සඳහා තඹ බොයිලේරු භාවිත කළත් තෙල්වල අඩංගු ඉයුජිනෝල් තඹ සමග ප්‍රතික්‍රියා වීමෙන් තෙල්වලට අඳුරු වර්ණයක් ලැබේ. ඒ නිසා වර්තමානයේ තඹ වෙනුවට මළ නොබැඳෙන වානේ හෝ ඇලුමිනියම් භාවිතයට ගැනේ.

පැඟිරි සාමාන්‍යයෙන් දක්නට ලැබෙන්නේ හම්බන්තොට දිස්ත්‍රික්කයේ ය. ප්‍රධාන පැඟිරි වර්ග 3කි.

1. හීන් පැඟිරි (*Cymbopogon nadus*)
2. මහ පැඟිරි (*Cymbopogon winterianus*)
3. ලේන බටු

මෙයින් පළමු දෙවර්ගය ශ්‍රී ලංකාවට ආවේණික වන අතර, මහ පැඟිරි පිලිපීනයෙන් හඳුන්වා දෙන ලද්දකි. ජෙරනියෝල් නමින් හැඳින්වෙන සංයෝගයෙහි පැවැත්ම අනුව පැඟිරි තෙල්වල අගය රඳා පවතී. ජෙරනියෝල් යනු අසන්තෘප්ත ඇලිෆැටික මද්‍යසාරයකි. මහ පැඟිරිවල අධිකව ජෙරනියෝල් අඩංගු වන බැවින් එයට වැඩි ඉල්ලුමක් තිබේ.

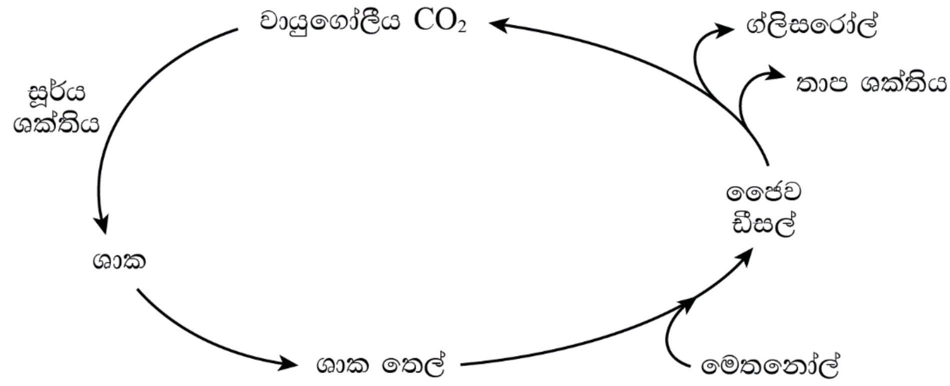
1.12.4 ජෛව ඩීසල්

පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන කාර්යක්ෂම ඉන්ධනයක් ලෙස යොදා ගත හැකි එන්ජින් නිපදවීමත් සමග ම ප්‍රවාහන ක්ෂේත්‍රයේ වේගවත් වර්ධනයක් ඇති විය. නූතන ශිෂ්ටාචාරයේ ප්‍රධානතම බලශක්ති ප්‍රභවය පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධනයි. පරිහරණය පහසු වීමත්, බොහෝ ආරක්ෂාකාරී ලෙස පරිහරණය කිරීමට හැකි වීමත් ඒවායේ විශේෂ ලක්ෂණ වේ. ඒ නිසා ම පෙට්‍රෝලියම් නිස්සාරණය වේගවත්ව පුළුල් විය.

පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන පුනර්ජනනීය නොවන බලශක්ති ප්‍රභවයකි. ඒ නිසා නුදුරු අනාගතයේ දී පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන ලොවෙන් තුරන්ව යනු ඇත. තව ද පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන දහනයේ දී පොසිල

ලෙස පැවතුණු කාබන්, කාබන්ඩයොක්සයිඩ් බවට පරිවර්තනය වේ. එයින් වායුගෝලයේ CO_2 ප්‍රමාණය ඉහළ යන අතර, ගෝලීය උණුසුම වැනි ප්‍රබල පාරිසරික ගැටලු පැන නගියි. මේ නිසා පුනර්ජනනීය සම්පත් යොදා ගෙන ශක්තිය නිපදවීම ගැන අවධානය යොමු වෙමින් පවතී. ජෛව ඩීසල් මෙවැනි පුනර්ජනනීය ඉන්ධනයකි.

ජෛව ඩීසල් නිපදවන්නේ වාෂ්පශීලී නොවන ශාක තෙල් මඟිනි. ශාක තෙල් පුනර්ජනනීය සම්පතකි. ඒ නිසා එය දහනය වීම මඟින් වායුගෝලයේ CO_2 ප්‍රමාණය වැඩි කිරීමට හේතු නො වේ.



1.22 රූපය ජෛව ඩීසල් නිපදවීම

ජෛව ඩීසල් නිපදවීම සඳහා මෙතනෝල් අවශ්‍ය වේ. මෙතනෝල් ලබා ගන්නේ පෙට්‍රෝලියම් කර්මාන්තයෙන් ලබා ගන්නා සංයෝග මඟිනි. එබැවින් එම මෙතනෝල් භාවිත කර සෑදෙන ජෛව ඩීසල් 100%ක් ම පුනර්ජනනීය සම්පත් භාවිතයෙන් නිපදවන ජෛව ඩීසල් නො වේ. මේ නිසා ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් යොදා ගෙන කාබෝහයිඩ්‍රේට හෝ වෙනත් ජෛව ස්කන්ධ මඟින් මෙතනෝල් නිපදවීම කෙරෙහි අවධානය යොමු වී ඇත. මේ ආකාරයට නිපදවන මෙතනෝල් ජෛව මෙතනෝල් නම් වේ. ජෛව මෙතනෝල් යොදා ගෙන නිපදවන ජෛව ඩීසල් 100%ක් ම පුනර්ජනනය වන අමුද්‍රව්‍ය පදනම් වූ ජෛව ඩීසල් ය.

ජෛව ඩීසල් නිපදවන්නේ ශාක තෙල්වල ඇති ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ මගින් ය. මේ ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ්වල අඩංගු මේද අම්ල කොටස මෙතිල් එස්ටර් (FAME = fatty acid methylester) බවට පරිවර්තනය කිරීමේ ප්‍රතික්‍රියාව ට්‍රාන්ස්එස්ටරීකරණ ප්‍රතික්‍රියාවක් ලෙස හැඳින්වේ. එක් එස්ටරයක්, වෙනත් එස්ටරයක් බවට පත් වීම මෙහි දී සිදු වේ. උත්ප්‍රේරකය ලෙස NaOH ද්‍රාවණයක් යොදා ගනී. සෑදෙන ජෛව ඩීසල් හා ග්ලිසරෝල් එකිනෙක මිශ්‍ර නොවන හෙයින් කලාප දෙකක් ලෙස වෙන් වේ. මේ නිෂ්පාදනයේ ප්‍රධාන අතුරු ඵලය ග්ලිසරෝල් ය. මේ අනුව ජෛව ඩීසල් යනු මේද අම්ලවල මෙතිල් එස්ටර කිහිපයක මිශ්‍රණයකි. ඝනත්වය අඩු ජෛව ඩීසල්, ග්ලිසරෝල් ස්ථරය මතුපිට පා වේ.

ශාක තෙල්වල RCOOH ආකාරයේ නිදහස් මේද අම්ල තිබේ නම් NaOH සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර සබන් (RCOONa) සෑදීමට ඉඩ ඇත. සබන් ඇති වුව හොත් පෙණ ඇති වන අතර, උත්ප්‍රේරක ක්‍රියාවට ද බාධා ඇති වේ. ඒ නිසා මේ සඳහා යොදා ගන්නා ශාක තෙල්වල නිදහස් මේද අම්ල ප්‍රමාණය 2%ට (w/w) වඩා අඩු විය යුතු ය. (ශාක තෙල්වල අම්ල අගය (acid value) 0.1 mg (KOH) g^{-1} විය යුතු ය).

ජෛව ඩීසල් නිෂ්පාදනය ආශ්‍රිත මූලික පියවර කීපයකි.

පියවර 1 - අමුද්‍රව්‍ය ලෙස ගනු ලබන ශාක තෙල් පිරියම් කිරීම

පියවර 2 - උත්ප්‍රේරක මිශ්‍රණය පිළියෙල කිරීම

පියවර 3 - ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ් හා මෙතනෝල් අතර ප්‍රතික්‍රියා සිදු කිරීම

පියවර 4 - ඵල වෙන් කිරීම

පියවර 5 - රොන් ජෛව ඩීසල් තව දුරටත් පවිත්‍ර කිරීම

පියවර 1

ශාක තෙල් ආශ්‍රිතව වූ නිදහස් මේද අම්ල හා සැපොනීකරණයට භාජනය නොවන සංයෝග ඉවත් කිරීම සිදු කරයි. මෙමඟින් ට්‍රාන්ස්එස්ටරිකරණ ප්‍රතික්‍රියාව මඟින් ඉහළ ඵලදාවක් ලබා ගැනීමට හා ලැබෙන ජෛව ඩීසල්හි ඉහළ සංශුද්ධතාවක් පවත්වා ගැනීමට හැකි ය.

පියවර 2

මෙතනෝල් තුළ NaOH උත්ප්‍රේරක දිය කිරීම මෙහි දී සිදු වේ. ඉන් පසුව ඒ ද්‍රාවණය ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ් (ශාක තෙල්) සමඟ මිශ්‍ර කරයි. මේ මධ්‍යසාරයේ ජලය නොතිබීම ඉතා වැදගත් වේ. යොදනු ලබන මෙතනෝල් ප්‍රමාණය ඉතා වැදගත් ය. මෙතනෝල් ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ් අනුපාතය 1:3 වුවත් මෙහි දී මෙතනෝල් ස්වල්ප ලෙස වැඩිපුර එක් කරයි. එයට හේතුව ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවර්තීය නිසා ඵලදායිබව වැඩි කිරීම කෙරෙහි එය බලපාන නිසා ය. එහෙත් වැඩිපුර මෙතනෝල් එක් කිරීම සිදු නො කරයි. වඩාත් වැඩිපුර මෙතනෝල් එක් කළ විට දී ජෛව ඩීසල් සහිත ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයේ වූ මෙතනෝල් වෙන් කිරීම තරමක් දුෂ්කර වේ. NaOHට අමතරව KOH, සෝඩියම් මෙතොක්සයිඩ් ($NaOCH_3$) වැනි සංයෝග සමජාතීය උත්ප්‍රේරක ලෙස යොදා ගනු ලැබේ. එසේ ම MgO, ZnO වැනි සංයෝග විෂමජාතීය උත්ප්‍රේරක ලෙස භාවිත කළ හැකි ය.

පියවර 3

මධ්‍යසාරය හා ශාක තෙල් එකිනෙක මිශ්‍ර නොවන හෙයින් අඛණ්ඩව කලතමින් මිශ්‍ර කරන අතර උෂ්ණත්වය 50-60 °C හි පවත්වා ගනු ලබයි. එවිට ට්‍රාන්ස්එස්ටරිකරණ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ජෛව ඩීසල් හා ග්ලිසරෝල් ප්‍රතිඵල වේ.

පියවර 4

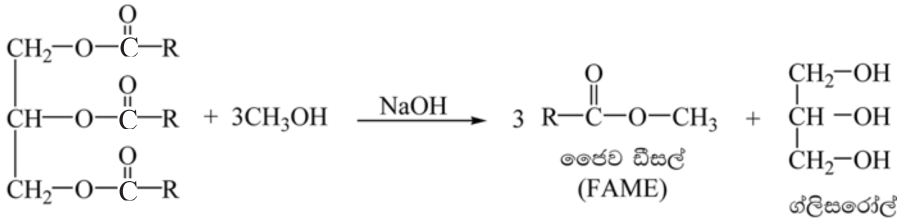
ප්‍රධාන ඵල එකිනෙක මිශ්‍ර නොවන නිසා කලාප දෙකක් ලෙස පවතී. ඉහළ ස්තරය ජෛව ඩීසල් හා ප්‍රතික්‍රියා නොකළ ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ්, ඩයිග්ලිසරයිඩ් හා සුළු ප්‍රමාණයෙන් ග්ලිසරෝල් හා මෙතනෝල් පවතී. පහළ ස්තරයේ ග්ලිසරෝල් සමඟ වැඩිපුර වූ මෙතනෝල් හා උත්ප්‍රේරකය ඇත. කලාප වෙන් වූ පසු මේ ස්තර වෙන් කරයි.

පියවර 5

ජෛව ඩීසල් කලාපය ජලයෙන් සෝදන විට දී ඒ කලාපය තුළ ද්‍රාව්‍ය වී ඇති ග්ලිසරෝල්, මෙතනෝල්, උත්ප්‍රේරක ඉවත් කළ හැකි ය. අවසානයේ එහි වූ ජලය ඉවත් කරනු ලැබේ.

සැදෙන ජෛව ඩීසල් හා ග්ලිසරෝල් යන ස්තර දෙක තුළ ම අපද්‍රව්‍ය ලෙස ඉතිරි CH_3OH තිබිය හැකි ය. මේ ස්තර වෙන් කරන ගෙන රත් කිරීමෙන් එහි අඩංගු මෙතනෝල් ඉවත් කළ හැකි ය. මේ

මෙතනෝල් නැවත භාවිත කළ හැකි ය. ජෛව ඩීසල්වල අපද්‍රව්‍ය ලෙස ඇති NaOH හා ග්ලිසරෝල් ඉවත් කිරීමට එය තුළින් ජලය බුබුළනය කර පිරිසිදු කරනු ලැබේ. ඉන් පසු ජෛව ඩීසල් තුළ රැඳුණු ජලය (තෙතමනය) ඉවත් කරනු ලැබේ.

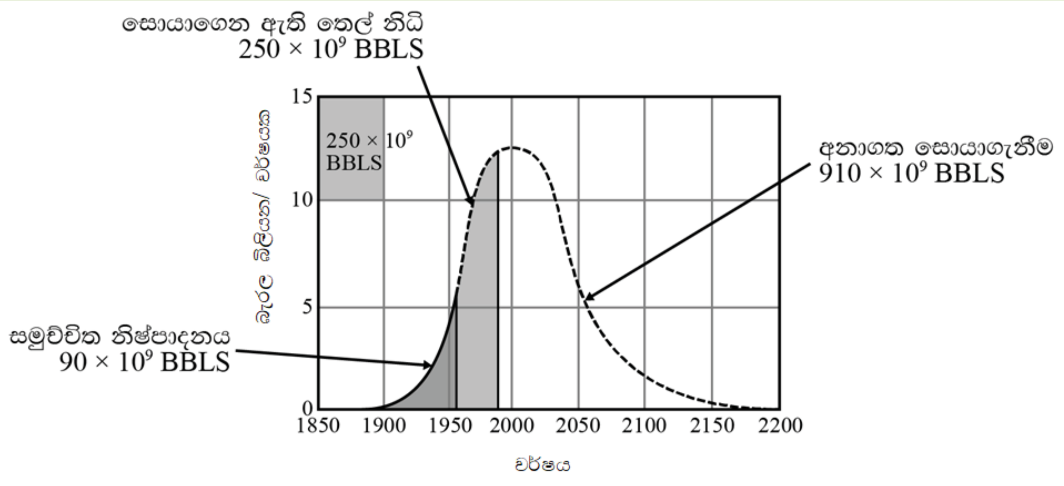


ජෛව ඩීසල් නියැදියක් පිළියෙල කිරීමට 0.75 g ප්‍රමාණයක NaOH, මෙතනෝල් 26 g ප්‍රමාණයක් දිය කරවා සෑදූ ද්‍රාවණය හා සෝයා තෙල් 250 g ප්‍රමාණයක් භාවිත කළ හැකි ය.

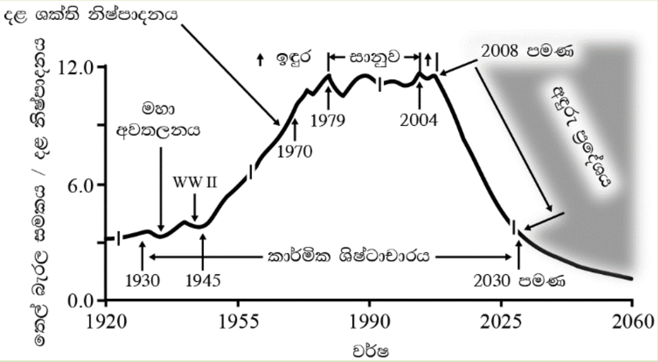
පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන පුනර්ජනනය නොවන (Nonrenewable) ශක්ති ප්‍රභවයකි. සීමිත ස්වාභාවික සම්පතක් වන පෙට්‍රෝලියම් භූගෝලීය වශයෙන් ලෝකය පුරා ඒකාකාරව ව්‍යාප්ත වී නැත. මේ නිසා ම අන්තර්ජාතික සම්බන්ධතා හා අන්තර්ජාතික දේශපාලනයේ දී අතිප්‍රබල තීරණාත්මක සාධකයක් බවට බොරතෙල් පත් වී ඇත. බොරතෙල් මූලික කර ගනිමින් පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන නිපදවීමටත්, අතුරු ඵල මඟින් ලබා ගන්නා කාබනික සංයෝග ඖෂධ නිෂ්පාදනය, ප්ලාස්ටික් හා කෘත්‍රිම රබර් නිපදවීමට අවශ්‍ය ඒකාවයවික නිපදවීමට යොදා ගනු ලබන නිසා පෙට්‍රෝලියම් කර්මාන්තය නූතන මානව ශිෂ්ටාචාරයේ ගාමක බලය වී ඇත. භූගතව ඇති බොර තෙල් මඟින් ලබා ගන්නා පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන දහනය සමඟ වායුගෝලීය කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණය ඉහළ යෑම නිසා ගෝලීය උණුසුම වැඩි වීම ද නූතන මානව ශිෂ්ටාචාරය අබියස වූ එක් ප්‍රධාන අභියෝගයකි.

අමතර දැනුම

පුනර්ජනනය නොවන සම්පතක් වූ මේ පෙට්‍රෝලියම් සම්පත මිනිස් පරිභෝජන රටාව අනුව ක්ෂය වීමේ ස්වරූපය පිළිබඳ විස්තර කළ භූ භෞතික විද්‍යාඥයෙකි, ආචාර්ය එම්.කේ. හර්බට්. ඔහු විසින් ඉදිරිපත් කරන ලද වාදයට අනුව (Hurbbert Peak Theory) යම් සලකනු ලබන භූගෝලීය ප්‍රදේශයක පෙට්‍රෝලියම් තෙල් නිෂ්පාදන ශීඝ්‍රතාව කාලයත් සමඟ විචලනය වනුයේ සීනු හැඩැති රටාවක් අනුව ය. ජනගහනය වැඩි වීම හා ඉන්ධන පරිභෝජනය වැඩි වීමත් සමඟ පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන කෙරෙහි ඉල්ලුම වැඩි වීම නිසා බොරතෙල් නිෂ්පාදන (වසරකට නිෂ්පාදනය කරන බොරතෙල් බැරල් ගණන) වැඩි කිරීමට සිදු වේ. නිෂ්පාදන ශීඝ්‍රතාව වැඩි කිරීමත් සමඟ තෙල් ළිං ආශ්‍රිත බොරතෙල් ප්‍රමාණය සීමා වීම නිසා නිෂ්පාදන ශීඝ්‍රතාව තවදුරටත් වැඩි කිරීමට නොහැකි මට්ටමකට පත් වේ. ඒ නිසා වසරකට නිපදවන බොරතෙල් බැරල් ප්‍රමාණය උපරිමයකට ළඟා වේ. ඉල්ලුම පැවතිය ද බොරතෙල් සම්පත වඩවඩාත් සීමා වීම නිසා නිෂ්පාදන ශීඝ්‍රතාව නියත උච්ච මට්ටමක පවත්වාගැනීමට නොහැකි වේ. එබැවින් වසරකට නිපදවිය හැකි බැරල් ප්‍රමාණය ක්‍රමයෙන් අඩු වී නිෂ්පාදන ශීඝ්‍රතාවේ බැස්මක් ඇති වේ. ඇමරිකා එක්සත් ජනපදය නිපදවන බොරතෙල් බැරල් ප්‍රමාණය වසර 1965 - 1970 වන විට දී උපරිමයකට ළඟා වන බව හර්බට් විසින් වසර 1965 දී පෙන්වා දෙන ලදී. වසර 1970 පසු කිරීමේ දී මේ අනාවැකියේ සාර්ථකත්වය තහවුරු විය. ඔහුගේ මේ වාදය අනුව ගෝලීයව බොරතෙල් නිපදවීම උපරිමයකට ළඟා වනුයේ වසර 2000 වන විට දී ය. ඉන් පසු වසරකට නිපදවන බොරතෙල් බැරල් ප්‍රමාණය අඩු වී යනු ඇත. කෙසේ වෙතත් වසර 1995 පසුව බොරතෙල් නිපදවීමේ ශීඝ්‍රතාව මේ ආකෘතිය පදනම් කර ගෙන ප්‍රකාශ කළ ආකාරයට වඩා තරමක් වෙනස් වුව ද, මූලික වශයෙන් ක්ෂය වීමේ කලාපය අද අපි පසු කරමින් සිටිමු. විශේෂයෙන් ගෝලීය දේශපාලන සාධක, විකල්ප බලශක්ති හා ඉන්ධන කාර්යක්ෂමතාව වැඩි එංජින් නිපදවීම ආදි කරුණු, මේ ක්ෂය වීමේ ශීඝ්‍රතාව තරමක් වෙනස් වීමට හේතු වී ඇත. පහත 1.23 (a) රූපය මඟින් බොරතෙල් නිෂ්පාදනය සඳහා ඉදිරිපත් කළ හර්බට් උච්ඡ තෙල් චක්‍රය දක්වා ඇත.



(a)



(b)

1.23 රූපය විකල්ප බලශක්ති හා ඉන්ධන කාර්යක්ෂමතාව

ඉහත රූපය 1.23 (b) මඟින් දක්වන්නේ වාර්ෂික බලශක්ති නිෂ්පාදන ව්‍යාප්තිය පිළිබඳ ඕල්ඩුවයි වාදය (Olduvai theory) මත ඉදිරිපත් කළ ප්‍රස්තාරයකි. බොහෝ විට 1930 දී නිෂ්පාදනයත් වසර 100කට පසු එනම් 2030 දී සිදු කෙරෙතියි අපේක්ෂිත බලශක්ති නිෂ්පාදනයත් බොහෝ දුරට සමාන වීමට ඉඩ ඇතැයි සලකනු ලැබේ. මේ නිසා ම පුනර්ජනනය කළ හැකි අමුද්‍රව්‍ය භාවිතයෙන් බලශක්තියට විසඳුම් සෙවීමටත් පුනර්ජනනය කළ හැකි අමුද්‍රව්‍ය පදනම් කර ගනිමින් විවිධ කාබනික සංයෝග නිෂ්පාදනය කිරීමේ ක්‍රමවේද පිළිබඳ ලෝක පරිමාණයේ අවධානය මේ වන විට යොමු වී ඇත.

1.13 කර්මාන්ත නිකුතු විසින් සිදු කෙරෙන වාත දූෂණයේ රසායනය

1.13.1 අම්ල වැසි

වර්ෂාව ජල චක්‍රයේ එක් සංරචකයෙකි. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ ඇති විවිධ ජල ප්‍රභව මඟින් වාෂ්පීකරණය හේතුවෙන් ජලය වායුගෝලයට පැමිණෙයි. මේ වායුමය ජලය වායුගෝලය තුළ දී විවිධ සාධක හේතුවෙන් ඝනීභවනය වී නැවත පෘථිවි පෘෂ්ඨයට පැමිණීම වර්ෂණය (precipitation) නම් වෙයි. වර්ෂණයේ ආකාර කිහිපයකි. ද්‍රව ජලය ලෙස පෘථිවියට පැමිණීම වර්ෂාව ද, ඝන ආකාරයට පෘථිවියට ළඟා වීම හිම (Snow) සහ අයිස් වර්ෂා (Hail) ද නම් වෙයි. මෙයට අමතර මීදුම, තුහින ලෙස කුඩා බිඳිති (aerosol) ආකාරයට ඝනීභවනය වීමෙන් ද පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ජලය ළඟා වෙයි. කුමන ආකාරයට පෘථිවියට ළඟා වුව ද වායුගෝලයෙන් පෘථිවියට ලැබෙන ජලය ජල චක්‍රයේ පිරිසිදු ම කොටසයි. වායුගෝලයේ ඇති ඝන අංශු සහ දිය වූ වායු කිහිපයකට (O_2, N_2, CO_2, NO_x, SO_x, H_2S ආදිය) අමතරව වෙනත් කිසිදු ද්‍රව්‍යයක් වායුගෝලීය ජලයේ නැත. මේ දිය වී ඇති වායු අතුරින් කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වඩාත් අවධානයට ලක් වී ඇත. ඒ වායුගෝලීය කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ජලයේ දිය වූ විට එය ජලය සමඟ සම්බන්ධ වී දුර්වල අම්ලයක් වන කබොනික් අම්ලය සාදන බැවිනි.

$$CO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2CO_3(aq)$$

කබොනික් අම්ලය දුබල ලෙස විඝටනය වී ජලයට H^+ අයන එක් කරයි.

$$H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

මේ හේතුවෙන් වර්ෂා ජලයේ pH අගය උදාසීන ජලයේ pH අගයට වඩා මඳක් අඩු ය.

දැනට වාතයේ පවතින කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය වන 400 mg dm^{-3} (400ppm /0.04%) සැලකූ කල වර්ෂා ජලයේ අවම pH අගය වන්නේ 5.6 වැනි අගයකි. එනම් වෙනත් කිසිදු බලපෑමක් නැති වුවද වර්ෂා ජලය මඳක් ආම්ලික වෙයි. මේ මඳ ආම්ලිකතාව ජලජ ජීවීන්ට, මිනිසාට හෝ වෙනත් කිසිදු ජලය සම්බන්ධ ක්‍රියාවලියකට හානිකර නොවෙයි. එය සාමාන්‍ය තත්ත්වයකි.

එහෙත් විවිධ ස්වාභාවික හා මිනිස් ක්‍රියාකාරකම් හේතුවෙන් වඩාත් ආම්ලික වායු, වායුගෝලයට එකතු වෙයි. මේවා නම්, නයිට්‍රජන්හි ආම්ලික ඔක්සයිඩයක් වන NO_2 වායුව සහ සල්ෆර්හි ආම්ලික ඔක්සයිඩ් (SO_x) වායූන් ය. නයිට්‍රජන්හි උදාසීන ඔක්සයිඩයක් වන NO වායුගෝලය තුළ දී තවදුරටත් ඔක්සිකරණය වී නයිට්‍රජන්හි ආම්ලික ඔක්සයිඩ් වායුවක් වන NO_2 බවට පත් වේ. සල්ෆර්හි ආම්ලික වායුමය ඔක්සයිඩ් වන්නේ සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් (SO_2) හා සල්පර් ට්‍රයොක්සයිඩ් (SO_3) යන වායු වර්ගයි.

නයිට්‍රජන්හි වායුමය ආම්ලික ඔක්සයිඩ වායුගෝලයට එක් වන ආකාර

ස්වාභාවික ක්‍රියාවලි

අකුණු ගැසීම් ක්‍රියාවලියේ දී වාතයේ ඇති නයිට්‍රජන් ඉහළ උෂ්ණත්ව තත්ත්ව යටතේ වායුගෝලීය ඔක්සිජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර NO හා NO_2 වායු නිපදවයි.

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$$

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

එසේ ම යමහල් විදාරණය සහ පරිසරයේ ජීවත් වන නයිට්‍රිහාරී බැක්ටීරියා මඟින් ද NO හා NO_2 නිපදවෙයි. එසේ ම නිර්වායු තත්ත්ව යටතේ දී නයිට්‍රජන් අඩංගු සංයෝග ක්ෂුද්‍රජීවී වියෝජනයට ලක් වීමෙන් නිපදවෙන ඇමෝනියා වායුව (NH_3) වායුගෝලයේ දී ඔක්සිකරණයට ලක් වීමෙන් ද නයිට්‍රජන්හි ආම්ලික වායුමය සංයෝග නිපදවෙයි. මෙම සියලු ස්වභාවික ක්‍රියාවලි තුළින් වායුගෝලයට ලැබෙන ආම්ලික වායුමය සංයෝගවල ප්‍රමාණය ඉතා කුඩා ය. මේ හේතුවෙන් වායුගෝලයේ ස්වාභාවිකව නිපදවූ නයිට්‍රජන්හි ආම්ලික වායු සංයුතිය ඉතා කුඩා අගයක් වන අතර වර්ෂා ජලය ආම්ලික වීමට සැලකිය යුතු බලපෑමක් නැත.

මිනිස් ක්‍රියාකාරකම්

නයිට්‍රජන් අඩංගු වායුමය ආම්ලික සංයෝග වායුගෝලයට මුදාහරින ප්‍රධාන මිනිස් ක්‍රියාකාරකම නම් වාහන ධාවනයේ දී සිදු කරන ඉන්ධන දහනයයි. අභ්‍යන්තර දහන එංජිම (වාහන එංජිම) තුළ ඉතා අධික පීඩනයක් තුළ වාතය සහ ද්‍රව ඉන්ධන අධික උෂ්ණත්වයක් යටතේ දී දහනයට ලක් කර ශක්තිය ලබා ගනී. සාමාන්‍ය තත්ත්ව යටතේ දී නිෂ්ක්‍රීය වන වායුගෝලීය N_2 වායුව මේ අධික උෂ්ණත්ව සහ පීඩන තත්ත්ව යටතේ දී ඔක්සිජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ප්‍රධාන වශයෙන් නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් නිපදවයි. මේ නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ තවදුරටත් වායුගෝලයේ දී ඔක්සිකරණය වී නයිට්‍රජන් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවයි.

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$$

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

මිනිස් ක්‍රියාකාරකම් නිසා ඇති වන ආම්ලික NO_x වැසි ජලය ආම්ලික වීමට හේතු වේ.

සල්ෆර්හි ඔක්සයිඩ් වායුගෝලයට එක් වන ආකාර

ස්වාභාවික ආකාර

යමහල් විදාරණයේ දී අළු සහ සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් බහුලව පවතින වායු නිදහස් වන අතර මේ වායු කෙළින්ම වායුගෝලයට එකතු වෙයි. එසේ ම නිර්වායු තත්ත්ව යටතේ දී සාගරයේ සහ ජලාශවල පතුලේ රොන්මඩ ආශ්‍රිතව සිදු වන ක්ෂුද්‍ර ජීවී ක්‍රියාකාරිත්වය හේතුවෙන් හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් වායුව නිපදවෙයි. මේ වායුව වායුගෝලයේ දී ඔක්සිකරණයට ලක් වීමෙන් සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් වායුව නිපදවෙයි. කෙසේ වෙතත් යමහල් විදාරණය හැරුණු කොට H_2S වායුගෝලයේ දී ඔක්සිකරණය වීම හේතුවෙන් නිපදවන SO_2 වායුගෝලයේ විශාල ප්‍රදේශයකට පැතිරීම නිසා වායුගෝලයේ යම් නිශ්චිත අවස්ථාවක පවත්නා SO_2 සාන්ද්‍රණය ඉතා අඩු අගයකි. එබැවින් ස්වාභාවිකව වායුගෝලයට එක් වන සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් හේතුවෙන් ද වැසි ජලය ආම්ලික වීමට දායකත්වයක් නැති තරම් ය. (යමහල් විදාරණය වූ පසු ඒ ආශ්‍රිත ප්‍රදේශවලට සීමා වූ අම්ල වැසි වාර්තා වී ඇත.)

මිනිස් ක්‍රියාකාරකම්

බොරතෙල් පිරිපහදුවෙන් ලැබෙන අඩු වාෂ්පශීලතාවකින් යුත් ඉන්ධන වර්ග වන ඩීසල් සහ දැවි තෙල් ආදියෙහි අපද්‍රව්‍ය ලෙස සල්ෆර් අඩංගු සංයෝග පවතී. මේ සල්ෆර් අඩංගු සංයෝග දහනයේ දී සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් බවට පත් වී වායුගෝලයට එකතු වෙයි.

එසේ ම ගල් අඟුරු සමඟ අපද්‍රව්‍ය ලෙස පවත්නා මූලද්‍රව්‍යමය සල්ෆර් සහ සල්ෆර් සංයෝග (FeS) ගල් අඟුරු දහනයේ දී ඔක්සිකරණය වී SO_2 ලෙස වායුගෝලයට එක් වෙයි. මෙසේ මිනිස් ක්‍රියාකාරකම් හේතුවෙන් නිපදවන SO_2 යම් නිශ්චිත ස්ථානයක දී ඉතා අධික ලෙස වායුගෝලයට

එක් වෙයි. මේ හේතුවෙන් අදාළ ස්ථානය (උදාහරණ: ගල් අඟුරු බලාගාරය) අවට වායුගෝලයේ ඉතා අධික සංයුතියකින් SO_2 පැවැතිය හැකි ය. මෙසේ මිනිස් ක්‍රියාකාරකම් නිසා ඇති වන ආම්ලික SO_x, වැසි ජලය ආම්ලික වීමට හේතු වේ.

ආම්ලික වායු වැසි ජලයේ pH අගය අඩු කරන ආකාරය

එංජිම තුළ සිදු වන දහනයේ දී NO සෑදේ.

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$$

වාහන දුම මඟින් පිට වන NO වායුගෝලයේ දී තවදුරටත් ඔක්සිකරණය වී NO_2 නිපදවයි.

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

වාතාශ්‍රය ඇති විට මේ NO_2 වායුව ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ප්‍රබල අම්ලයක් වන HNO_3 නිපදවයි.

$$4NO_2(g) + 2H_2O(l) + O_2(g) \longrightarrow 4HNO_3(aq)$$

එසේ ම වාතයට එක් වන SO_2 වායුව තවදුරටත් ඔක්සිකරණය වී SO_3 වායුව නිපදවයි.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$$

සෑදෙන SO_3 ජල වාෂ්ප සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර H_2SO_4 නිපදවයි. තව ද වාතාශ්‍රය ඇති විට SO_2 වායුව ද ජල වාෂ්ප සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර H_2SO_4 බවට පත් වේ.

$$SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

$$2SO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2H_2SO_4(aq)$$

ඉහත දී ලැබුණු HNO_3 හා H_2SO_4 යන සංයෝග ප්‍රබල අම්ල වෙයි. ඒ සංයෝග ජලයේ දී පූර්ණ ලෙස අයනීකරණය වී ජලයට අධික ලෙස H_3O^+ අයන එක් කරයි.

$$HNO_3(aq) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

$$H_2SO_4(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

මෙසේ ප්‍රබල අම්ල මඟින් ජලයට එක් වන H_3O^+ අයන හේතුවෙන් ජලයේ pH අගය, CO_2 දිය වීම නිසා නිපදවන කාබනික අම්ලය මඟින් අඩු වූ pH අගයට වඩා පහළ අගයක් දක්වා ගමන් කරයි.

මෙසේ වර්ෂා ජලයට ප්‍රබල අම්ල එකතු වීම නිසා pH අගය 5.6 වඩා පහළ අගයක් කරා ගමන් කිරීම වාතය ආම්ලීකරණය වීම නැතහොත් අම්ල වැසි ඇති වීම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙසේ ජලය අධික ලෙස ආම්ලික වීම නිසා ගැටලු රාශියක් පැන නගී.

ජලය ආම්ලීකරණයේ බලපෑම

ජලජ ජීවීන් ජලයේ pH අගයේ විචලනයට ඉතා සංවේදී වෙයි. ඒ නිසා ජලයේ pH අගය සුළුවෙන් හෝ අඩු වීම මේ ජීවීන්ට අහිතකර වෙයි. මේ හේතුවෙන් මසුන් සහ අනෙකුත් ජලජ ජීවීන්ගේ හැසිරීම් රටා වෙනස් වීම, ඉන්ද්‍රිය වර්ධනය අඩාළ වීම, බිත්තර සහ නොමේරූ සතුන් විනාශ වීම ආදිය සිදු වෙයි. එනම් ජෛව විවිධත්වයට හානි සිදු වේ.

1.24 රූපය ජලජ ජීවීන් විනාශ වීම

එසේ ම කොරල් පර නිර්මාණයට දායක වන කොරල් බුහුබාවන් වැනි සතුන් මිය යෑම හේතුවෙන් කොරල් පර සෑදීම නැවැතීම සහ විරංජනය (සුදු වීම) සිදු වෙයි.

එසේ ම වනාන්තර ප්‍රදේශවලට දිගින් දිගට ම අම්ල වැසි පතිත වීම හේතුවෙන් ශාක පත්‍රවල ක්ලොරොෆිල් විනාශ වීමෙන් ඒ ශාක ක්‍රමිකව මියයෑම සිදු වෙයි. වනාන්තරවල ශාක ඉහළ සිට පහළට ක්‍රමිකව මිය යෑම අම්ල වැසි නිසා ශාක විනාශ වීමේ එක් ලක්ෂණයකි.

1.25 රූපය වනාන්තර විනාශ වීම

එසේ ම අම්ල වැසි නිසා පස ආම්ලික වීමෙන් පසේ නොදියවෙන පාංශු ව්‍යුහය සමඟ තදින් බැඳී පවතින විෂ සහිත ලෝහ අයන (Al^{3+}, Cd^{2+}, Cr^{2+}, Hg^{2+}) සහ වෙනත් විෂ සහිත අයන වර්ග ආම්ලිකතාව නිසා දිය වී ජලයට එක් වෙයි. මේ හේතුවෙන් ජලයේ එම අයන සාන්ද්‍රණ ඉහළ යෑමෙන් ඒ ජලය ජලජ ජීවීන්ට සහ මිනිස් පරිභෝජනයට අහිතකර වෙයි.

උදාහරණ - Al^{3+}, Fe^{3+} සහ බැරලෝහවල ජලීය සාන්ද්‍රණය ඉහළ යෑම ජලජ ජීවීන්ට ඉතා අහිතකර වේ.

එසේ ම පසේ පවතින ක්ෂුද්‍ර පෝෂක මුලද්‍රව්‍ය වන Fe^{3+}, Zn^{2+}, Cu^{2+} වැනි ලෝහ අයන වර්ෂා ජලයේ ඉහළ ආම්ලිකතාව හමුවේ වේගයෙන් දිය වී පසෙන් ඉවත් වී යෑම හේතුවෙන් පස නිසරු වේ.

එසේ ම අධික ආම්ලිකතාව හේතුවෙන් පසේ පවත්නා කැල්සියම්, මැග්නීසියම් හා ඇලුමිනියම් අඩංගු පාෂාණ සහ ඛනිජ දිය වී ජලයට වැඩිපුර එකතු වීම නිසා ජලයේ කඨිනත්වය ඉහළ යයි.

එසේ ම ආම්ලිකතාව හේතුවෙන් ලෝහ ආශ්‍රිත ඉදිකිරීම්වල විඛාදනය වේගවත් වී ඒවායේ යාන්ත්‍රික ශක්තිය දුර්වල කරන අතර ආයු කාලය ද අඩු කරයි.

එසේ ම කිරිගරුඬ වැනි කැල්සියම් කාබනේට් පාෂාණ යොදා ගෙන සිදු කර ඇති ප්‍රතිමා සහ වෙනත් ඉදිකිරීම් වේගයෙන් විඛාදනයට ලක් වී, ඒවායේ සියුම් කැටයම් ඉවත් වී ඓතිහාසික වටිනාකම හීන වෙයි.

හුනුගල් ආශ්‍රිත බදාම සහ සිමෙන්ති යොදා ඉදි කරන ලද නිවාස සහ නිර්මිතවල යාන්ත්‍රික ශක්තිය හීන කරයි. මෙහි දී බදාම සහ සිමෙන්තිවල අඩංගු ද්‍රාව්‍යතාව අඩු කාබනේට් සංයෝග අම්ල වැසි සහ ආම්ලික වායු හේතුවෙන් වඩාත් ද්‍රාව්‍ය සල්ෆේට සහ නයිට්‍රේට සංයෝග බවට පත් වෙයි.

$$2CaCO_3 + 2SO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2CaSO_4.2H_2O + 2CO_2$$

අම්ල වැසි අවම කිරීමට සිදු කළ හැකි ක්‍රියාකාරකම්

1) ගල් අඟුරු හෝ ඩීසල් බලාගාර තුළ අඩු සල්ෆර් ප්‍රතිශතයක් සහිත ගල් අඟුරු සහ ඩීසල් යොදා ගැනීම.
2) බලාගාර මඟින් පිට වන SO_2 වැනි ආම්ලික වායු ඉවත් කිරීමට ක්‍රමවේද යොදා ගැනීම.
   I. SO_2 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කළ හැකි ද්‍රව්‍ය එක් කර ගල් අඟුරු දහනය කිරීම ($CaCO_3$) (Fluidized bed combustion).

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

   $$CaO(s) + SO_2(g) \longrightarrow CaSO_3(s)$$

   II. බලාගාර අපවායුවල ඇති SO_2 ඝන ද්‍රව්‍ය බවට පත් කිරීම ($Ca(OH)_2$ සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර වීම (Lime slurry process)).

   $$Ca(OH)_2(aq) + SO_2(g) \longrightarrow CaSO_3(s) + H_2O(l)$$

3) ගල් අඟුරු සහ ඩීසල් වෙනුවට පරිසර හිතකාමී ඉන්ධන හෝ විකල්ප බලශක්ති ප්‍රභව වන සූර්ය ශක්තිය, සුළං ශක්තිය, මුහුදු රළ ශක්තිය, භූතාප ශක්තිය සහ න්‍යෂ්ටික ශක්තිය යොදා ගැනීම.

1.13.2 ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම

අප පෘථිවිය තුළ සිදුවන සියලු ස්වාභාවික ක්‍රියාවලි සහ මිනිසා විසින් සිදු කෙරෙන සියලු ගතික ක්‍රියාවලි සඳහා ශක්තිය සපයනුයේ සූර්යා මඟිනි. සූර්යා සහ පෘථිවිය ඇතුළු සියලු ග්‍රහලෝක අතර පවතිනුයේ හිස් අවකාශයකි. මේ හේතුවෙන් සූර්ය ශක්තිය අප පෘථිවිය කරා ළඟා වනුයේ විකිරණ ආකාරයෙනි. මේ විකිරණ ශක්තිය ප්‍රධාන වශයෙන් දෘශ්‍ය විකිරණ, අධෝරක්ත විකිරණ සහ පාරජම්බුල විකිරණ ලෙස පෘථිවියට පැමිණෙයි. මෙසේ ලැබෙන සූර්ය විකිරණ ශක්තිය පෘථිවිය තුළ විවිධ පරිවර්තනවලට භාජනය වී නැවත පෘථිවියෙන් පිට වී යයි. එනම් පෘථිවිය තුළ ශක්ති සමතුලිතයක් පවතී.

පෘථිවියට ලැබෙන විකිරණ ශක්තිය පෘථිවියේ දී විවිධ පරිවර්තනවලට ලක් වීම හේතුවෙන් පෘථිවිය තුළ තාපයක් උපදී. මේ තාපය හේතුවෙන් පෘථිවිය රත් වීමකට ලක් වී යම් උෂ්ණත්වයකට ළඟා වෙයි. සූර්යා මඟින් ලැබෙන ශක්තිය මෙසේ පරිවර්තනවලට ලක් වී නැවත පිට වී සමතුලිතයකට ළඟා වීම හේතුවෙන් පෘථිවිය රත් වන ප්‍රමාණය ද නියතව පවතී. මේ හේතුවෙන් සමස්තයක් ලෙස ගත් කල පෘථිවියේ සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වය නියත අගයක් ගනී. මේ අගය සෙල්සියස් අංශක 15ක පමණ අගයකි. කෙසේ වෙතත් පෘථිවිය තම අක්ෂයට දක්වන අංශක 23.5ක ආනතිය සහ අක්ෂාංශගත පිහිටීම නිසා පෘථිවියේ විවිධ ප්‍රදේශවලට ලැබෙන සූර්ය ශක්තියේ තීව්‍රතාව වෙනස් වීම සහ ඍතු භේදය ආදි හේතු නිසා පෘථිවියේ විවිධ ප්‍රදේශවල, විවිධ කාල පරාස තුළ උෂ්ණත්වය වෙනස් අගයන් ගනී.

උදා: සමකාසන්න ප්‍රදේශවල ඉහළ උෂ්ණත්වයක් පවත්නා අතර, එය වසර පුරා ඒකාකාරී වෙයි. සමකයේ සිට ධ්‍රැව ප්‍රදේශ කරා යන විට ඍතු භේදය වඩාත් තීව්‍ර වන අතර, වර්ෂය තුළ උෂ්ණත්වය අධික ලෙස උච්ඡාවචනය වෙයි. ග්‍රීස්ම ඍතුවේ දී අධික උෂ්ණත්වයක් ද, සිසිර ඍතුවේ දී අධික සීතලක් ද පවතී. එසේ ම ධ්‍රැවාසන්න ප්‍රදේශවල වර්ෂය පුරා අධික ශීතලක් පවතී.

පෘථිවියේ සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වය වන සෙල්සියස් අංශක 15 යනු ජීවයේ පැවැත්මට හිතකර තත්ත්වයකි. පෘථිවියේ මේ හිතකර උෂ්ණත්වය පැවැතීමට ප්‍රධාන හේතුව පෘථිවියේ පවතින හරිතාගාර ආචරණයයි. පෘථිවියේ හරිතාගාර ආචරණයේ ප්‍රබලතාව ඒ තුළ ජීවයට හිතකර ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වයක් පවත්වා ගෙන යෑමට උපකාරී වෙයි.

හරිතාගාර ආචරණය

හරිතාගාර ආචරණය හැදෑරීමට පෙර හරිතාගාරයක් යනු කුමක් දැයි තේරුම් ගනිමු. අප සියලු දෙනා දන්නා පරිදි කෘෂි භෝග වගා කිරීම සඳහා යම් ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වයක් අදාළ භෝගයේ ජීව කාලය පුරා අත්‍යවශ්‍ය වේ. අප පෘථිවියේ සමකයේ සිට මධ්‍ය අක්ෂාංශ ප්‍රදේශ කරා යන විට වසරක් තුළ මේ ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වය පවත්නා කාලය ක්‍රමයෙන් අඩු වී යයි. ධ්‍රැවාසන්න ප්‍රදේශ කරා ළඟා වන විට ශාක වර්ධනයට අවශ්‍ය ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වය සහිත කාලය ඉතා කෙටි බැවින් ඒ ප්‍රදේශවල ශාක නොවැඩෙයි. වැඩුණත් ඒවා ඉතා කෙටි ආයුකාලයක් සහිත ශාක වෙයි. (උදාහරණ: තුන්ද්‍රා ප්‍රදේශවල වැවෙන ශාකවල ආයු කාලය සති 2-3ක් පමණ වෙයි.) එසේ ම කඳුකර ප්‍රදේශවල වසර පුරා පාහේ අඩු උෂ්ණත්වයක් පවතී (උදාහරණ: නුවරඑළිය, බණ්ඩාරවෙල ආදි ප්‍රදේශ).

මේ අනුව යම් ප්‍රදේශයක යම් භෝගයක් සඳහා අවශ්‍ය ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වය පවත්නා කාල පරාසය ඒ භෝගයේ ආයු කාලයට වඩා අඩු නම් අදාළ භෝගය ඒ ප්‍රදේශයේ වගා කිරීම අපහසු ය. හරිතාගාරයක් මඟින් සිදු කරන්නේ අදාළ ප්‍රදේශයේ ආරක්ෂිත ගෘහයක් තුළ මේ ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වය පවත්නා කාල පරාසය බාහිර තාප සැපයුමකින් තොරව දිගු කර ගැනීමයි. හරිතාගාරයක් තුළ උෂ්ණත්වය ඒ හරිතාගාරයට පිටතින් ඇති උෂ්ණත්වයට වඩා අංශක 2-6 අතර ප්‍රමාණයකින් ඉහළ වෙයි. මේ හේතුව නිසා බාහිර උෂ්ණත්වය ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වයට අඩු වුව ද හරිතාගාරය තුළ අදාළ ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වය පවත්වා ගත හැකි ය. මේ හේතුවෙන් හරිතාගාර තුළ දී අදාළ ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වය ඇති කාල පරාසය සාමාන්‍ය පරිසරයට වඩා සති 2-3ක් පමණ දීර්ඝ කරගත හැකි ය. මෙය සිදු වන්නේ කෙසේ දැයි දැන් විමසා බලමු.

හරිතාගාර ක්‍රියාකාරිත්වය

1.26 රූපය හරිතාගාරයක රූප සටහන

හරිතාගාරයක් යනු සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ ආරක්ෂිත ගෘහයක් වන අතර, එහි වහල සහ බිත්ති සූර්ය කිරණ විනිවිද යන පරිදි පාරදෘශ්‍ය ද්‍රව්‍ය මඟින් ආවරණය කර ඇත. මේ පාරදෘශ්‍ය ද්‍රව්‍ය තුළින් සූර්යාගේ සිට පැමිණෙන දෘශ්‍ය සහ පාරජම්බුල කිරණ හරිතාගාරය තුළට ගමන් කරයි. හරිතාගාරය තුළ දී මේ විකිරණ ඒ තුළ ඇති පස සහ වෙනත් ද්‍රව්‍ය මඟින් උරාගනු ලැබේ. මෙසේ උරාගන්නා විකිරණ, ශක්තිය අඩු පාරජම්බුල හෝ දෘශ්‍ය විකිරණ ලෙස නැවත ප්‍රතිවිකිරණ කරයි. මෙසේ ප්‍රතිවිකිරණය කිරීමේ දී උරා ගත් විකිරණ ශක්තියෙන් කොටසක් අධෝරක්ත විකිරණ ආකාරයට ද ප්‍රතිවිකරණය කරයි. හරිතාගාරයේ වහල සහ බිත්ති සඳහා යොදා ගෙන ඇති ආවරණ පටල තෝරා ගෙන ඇත්තේ දෘශ්‍ය සහ පාරජම්බුල

විකිරණවලට පාරදෘශ්‍ය වන ආකාරයටත් අධෝරක්ත කිරණ පරාවර්තනය වන ආකාරයටත් ය. මෙසේ අධෝරක්ත විකිරණ වැඩි කාලයක් හරිතාගාරය තුළ පරාවර්තනය වීමේ දී හරිතාගාර තුළ ඇති CO_2 සහ ජල වාෂ්ප මගින් ඒ කිරණ උරා ගෙන තාපය බවට පත් කර හරිතාගාරය ඇතුළත උෂ්ණත්වය ඉහළ නංවයි. මෙය හරිතාගාරයක් තුළ සිදු වන ක්‍රියාවලියයි. අප පෘථිවියේ ඇති වායුගෝලය ද හරිතාගාරයක ක්‍රියාකාරිත්වයට තරමක් සමාන ක්‍රියාවලියක් පෙන්නුම් කරයි. මෙය පෘථිවියේ හරිතාගාර ආවරණය නම් වෙයි.

පෘථිවියේ හරිතාගාර ආවරණය

පෘථිවියට හිරුගෙන් ලැබෙන සූර්ය විකිරණය ප්‍රධාන වශයෙන් පාරජම්බුල සහ දෘශ්‍ය කලාපයට අයත් වේ. මෙයින් පාරජම්බුල කලාපයට අයත් වන විකිරණ වැඩි ප්‍රමාණයක් ඉහළ වායුගෝලයේ දී උරා ගැනීමට ලක් වීම නිසා පෘථිවි පෘෂ්ඨය කරා පැමිණෙනුයේ ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකි. එසේ පැමිණෙන්නේ ද ශක්තිය ඉතා අඩු පාරජම්බුල කිරණ පමණි. මෙසේ පෘථිවි පෘෂ්ඨය කරා පැමිණෙන දෘශ්‍ය කිරණ සහ අඩු ශක්ති ඇති පාරජම්බුල කිරණ හරිතාගාරයේ මෙන් පෘථිවි පෘෂ්ඨය (පස) මගින් උරා ගෙන අඩු ශක්තිය ඇති දෘශ්‍ය කිරණ සහ අධෝරක්ත කිරණ ලෙස විමෝචනය කරයි. මෙසේ පිට වන දෘශ්‍ය කිරණ සැලකිය යුතු වෙනසකට භාජනය නොවී පෘථිවියෙන් අභ්‍යවකාශයට පිට වී යයි. එහෙත් පිට වූ අධෝරක්ත විකිරණ වාතයේ ඇති සමහර වායු මගින් උරා ගත හැකි ය. වාසනාවකට පෘථිවියේ ඇති ප්‍රධාන වායු වන N_2 (78%), O_2 (21%), Ar (1%) වායුවලට මේ අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත නොහැකි ය. එසේ පෘථිවි වායුගෝලයේ 99%ටත් වඩා ප්‍රතිශතයකින් යුතු මේ ප්‍රධාන වායු, අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත්තේ නම් අප පෘථිවියේ උෂ්ණත්වය ඉතා ඉහළ අගයක් ගැනීමට ඉඩ තිබිණි.

හරිතාගාර වායු

වායුගෝලයේ ඇති අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත හැකි මෙන් ම දිගු කාලයක් වායුගෝලයේ ස්ථායිව පවතින වායු හරිතාගාර වායු ලෙස හැඳින්වෙයි.

දෙකකට වැඩි පරමාණු සංඛ්‍යාවක් සහිත ඕනෑ ම වායුවකට අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත හැකි ය. එසේ ම විෂම ද්විපරමාණුක වායුවකට ද (CO) අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත හැකි ය. සම ද්විපරමාණුක (N_2, O_2) සහ ඒක පරමාණුක වායුවලට (Ar) අධෝරක්ත කිරණ උරාගත නොහැකි ය. මේ අනුව ඒක පරමාණුක සහ සම ද්විපරමාණුක නොවන ඕනෑ ම වායුවකට අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත හැකි ය. එහෙත් පෘථිවි වායුගෝලයේ හරිතාගාර වායුවක් ලෙස ක්‍රියා කිරීමට නම් එම වායුවට පහත ලක්ෂණ තිබිය යුතු ය.

1) අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත හැකි වීම.
2) වායුගෝලයේ දිගු කාලයක් ස්ථායිව පැවතිය හැකි වීම.

වායුගෝලයේ පවතින අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත හැකි වුව ද අස්ථායි හෝ කෙටි කාලයක් පවතින වායු හරිතාගාර වායු ලෙස සලකනු නොලැබේ. ඉහත කරුණු අනුව පෘථිවි වායුගෝලයේ පවත්නා ප්‍රධාන හරිතාගාර වායු පහත දැක්වේ.

1) ජල වාෂ්ප (H_2O)
2) කාබන් ඩයොක්සයිඩ් (CO_2)
3) මීතේන් (CH_4)
4) නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් (N_2O)
5) වාෂ්පශීලී හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන් (CFC, HFC, HCFC)

වායුගෝලයේ යම් ප්‍රමාණයකින් පැවතිය ද SO_2, NO_2, NO, CO වැනි වායු වායුගෝලයේ පවත්නා කාලය (ආයු කාලය) ඉතා කෙටි බැවින් අධෝරක්ත කිරණ උරා ගත හැකි වුව ද හරිතාගාර වායු

ලෙස නොසලකයි. ඉහත සියලු හරිතාගාර වායුවලින් හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන් හැරුණු විට ඉතිරි සියලු වායු ස්වභාවයේ පවතින වායු වෙයි.

ඉහත දක්වන ලද හරිතාගාර වායු පෘථිවියෙන් ප්‍රතිවිකරණය වන අධෝරක්ත කිරණ උරා ගෙන පෘථිවිය තුළ වැඩි කාලයක් රඳවා තබාගැනීම හේතුවෙන් පෘථිවිය රත් වීමට ලක් වෙයි. මේ රත් වීමේ ප්‍රතිඵලය නම් පෘථිවියේ සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 15 පමණ පවත්වාගෙන යැමයි. එනම් පෘථිවියේ පවතින හරිතාගාර ආවරණය ජීවයේ පැවත්මට අවශ්‍ය හිතකර සාධකයකි.

අමතර දැනුම

අප සෞරග්‍රහ මණ්ඩලයේ උණුසුම් ම ග්‍රහයා සූර්යාට ආසන්නව ම පිහිටි බුද ග්‍රහයා නොව, දෙවැනියට පිහිටි සිකුරු ග්‍රහයා වෙයි. සිකුරුට ලැබෙනුයේ බුද ග්‍රහයාට ලැබෙන සූර්ය ශක්තියෙන් 25%ක් පමණ අගයකි. එහෙත් මෙසේ වීමට හේතුව නම් සිකුරු ග්‍රහයා තුළ පවත්නා ප්‍රබල හරිතාගාර ආවරණයයි. සිකුරු ග්‍රහයාගේ වායුගෝලයෙන් 95%ක් පමණ සමන්විත වනුයේ CO_2 වායුවෙනි. මේ හේතුවෙන් සිකුරු ග්‍රහයාගේ වායුගෝලය ඉතා අධික ලෙස අධෝරක්ත කිරණ උරා ගැනීම නිසා ප්‍රබල හරිතාගාර ආවරණයක් පවතී. මේ හේතුවෙන් සිකුරු ග්‍රහයා සූර්යාගේ සිට දෙවැනියට පිහිටිය ද සෞරග්‍රහ මණ්ඩලයේ උණුසුම් ම ග්‍රහයා යන වාර්තාව උසුලයි.

අප පෘථිවියේ ඇති හරිතාගාර වායු ප්‍රතිශත පහත 1.5 වගුවේ දැක්වෙයි.

1.5 වගුව පෘථිවියේ ඇති හරිතාගාර වායු ප්‍රමාණ

හරිතාගාර වායුව	ප්‍රමාණය
ජල වාෂ්ප (%)	0.001 – 0.5
කාබන් ඩයොක්සයිඩ් (ppm)	415
මීතේන් (ppb)	1745
නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් (ppb)	315
වාෂ්පශීලී හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන් (CFC, HFC, HCFC) (ppt)	53.3

පෘථිවියේ හරිතාගාර වායු ප්‍රතිශතය ප්‍රශස්ත මට්ටමට වඩා ඉහළ ගිය හොත් කුමක් සිදු වේ ද? හරිතාගාර වායු ප්‍රතිශතය ඉහළ ගිය විට සිදු වනුයේ වැඩි වන හරිතාගාර වායු ප්‍රමාණය මඟින් වැඩිපුර අධෝරක්ත කිරණ උරා ගැනීම හේතුවෙන් පෘථිවිය තුළ වැඩිපුර තාපය නිපදවී වැඩි කාල පරාසයක් ඒ තාපය පෘථිවිය තුළ සංසරණය වීමයි. මෙහි අවසන් ප්‍රතිඵලය වන්නේ වැඩිපුර කාලයක් සංසරණය වන තාපය හේතුවෙන් පෘථිවි උෂ්ණත්වය ඉහළ යැමයි. මිනිසා විසින් කාර්මික දියුණුවත් සමඟ සිදු කරන විවිධ කාර්මික ක්‍රියාකාරකම් සමඟ හරිතාගාර වායු සංයුතිය ක්‍රමයෙන් ඉහළ යමින් පවතී. මෙය කාර්මික විප්ලවය සමඟ ඇරඹී දෙවන ලෝක යුද්ධයෙන් පසු ඇති වූ කාර්මික ප්‍රබෝධය සමඟ ශීඝ්‍රයෙන් ඉහළ ගියේ ය.

1.6 වගුව කාර්මික විප්ලවයට පෙර සහ වර්තමානයේ හරිතාගාර වායු සංයුතිවල වෙනස්කම්

වායුව	වර්ෂ 1750 දී අගය (පරිමා ප්‍රතිශතය)	වර්තමාන අගය (පරිමා ප්‍රතිශතය)
CO_2	0.028	0.041
CH_4	0.00007	0.00018
N_2O	0.000027	0.0000314
හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන්	0	0.0000000533

ඉහත 1.6 වගුවට අනුව පෙනී යන්නේ ප්‍රධාන හරිතාගාර වායු ඉතා අධික ලෙස ඉහළ ගොස් ඇති බවයි. පෘථිවියේ වායුගෝලයේ ඇති ජල වාෂ්ප ප්‍රමාණය කෙටිකාලීනව සහ භූගෝලීය සාධක මත හා වෙනත් කාලගුණ සාධක මත වෙනස් වුව ද දිගුකාලීනව සැලකූ කල පෘථිවියේ සමස්ත ජල වාෂ්ප ප්‍රමාණය නොවෙනස්ව පවතී. මේ නිසා ජල වාෂ්ප හරිතාගාර වායුවක් වුව ද ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමට දායකත්වයක් නොදක්වයි. පෘථිවියේ හරිතාගාර වායු ඉහළ යෑම හේතුවෙන් පෘථිවි උෂ්ණත්වය වර්ෂ 1750 සිට අංශක 0.95 පමණ ඉහළ ගොස් ඇත. මේ වැඩි වීම වර්ෂ 1950 පසු අංශක 0.65ක අගයකි. මේ අනුව පෙනී යන්නේ ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම ආසන්න දශක කිහිපය තුළ සීඝ්‍රයෙන් ඉහළ ගොස් ඇති බව ය.

1.27 රූපය පෘථිවි උෂ්ණත්වය ඉහළ යෑමේ බලපෑම

හරිතාගාර වායු සාන්ද්‍රණය ඉහළ යෑමට හේතු වූ මිනිස් ක්‍රියාකාරකම්

කාබන්ඩයොක්සයිඩ් (CO_2)

ගල් අඟුරු සහ පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන ශක්ති අවශ්‍යතා සපුරාලීම සඳහා අධික ලෙස දහනය කිරීම හේතුවෙන් වසර මිලියන ගණනක් තිස්සේ පෘථිවි අභ්‍යන්තරයේ අක්‍රියව පැවැති මේ කාබන් සංචිත ඉතා කෙටි කාලයක් තුළ වායුගෝලයට CO_2 ලෙස එක් කරන ලදි. වායුගෝලයට CO_2 එක් කරන වේගයට වඩා වායුගෝලයෙන් CO_2 ඉවත් කෙරෙන යන්ත්‍රණවල වේගය අඩු වීම හේතුවෙන් වායුගෝලයේ CO_2 එක්රැස් වෙයි.

එසේ ම අධික ලෙස සිදු කරන වන විනාශය හේතුවෙන් කපා දමන ලද ශාක තුළ වසර සිය ගණනක් තැන්පත් වී ඇති කාබන් සංචිත ක්ෂුද්‍ර ජීවී ක්‍රියාකාරිත්වය හේතුවෙන් වියෝජනය වී වසර කිහිපයක් තුළ CO_2 ලෙස වාතයට එක් වීම ද වායුගෝලයේ CO_2 ඉහළ යෑමට හේතු වෙයි.

මීතේන්

දිරා යන කාබනික අපද්‍රව්‍ය පරිසරයේ අක්‍රමවත් ලෙස එක්රැස් වී එම හේතුවෙන් ඒ කාබනික ද්‍රව්‍ය නිර්වායු බැක්ටීරියා මඟින් වියෝජනයට ලක් වීමෙන් මීතේන් නිපදවෙයි. නාගරික අපද්‍රව්‍ය කුණු කඳු ලෙස බැහැර කිරීම ද මීතේන් වැඩිපුර ඇති වීමට හේතු වෙයි. එසේ ම වගුරු හෝ ජලය ආශ්‍රිතව

කරන කෘෂිකර්මාන්තය (වී වගාව) නිසා ද කාබනික ද්‍රව්‍ය නිර්වායු වියෝජනයට ලක් වී මීතේන් නිපදවයි.

එසේ ම හරකුන්, එළුවන්, බැටලුවන් වැනි වමාරා කන සතුන්ගේ බඩවැල් තුළ ශාක ද්‍රව්‍ය නිර්වායු තත්ත්ව යටතේ දී බැක්ටීරියා වියෝජනයට ලක් වීමේ දී මීතේන් නිපදවයි. මේ අනුව අධික ලෙස මෙවැනි සතුන් පරිභෝජනය සඳහා ඇති කිරීම ද අධික ලෙස මීතේන් වායුව වායුගෝලයට එකතු වීමට හේතු වෙයි. එසේ ම බොරතෙල් කැණීමේ දී බොරතෙල් නිධි ආශ්‍රිතව ස්වාභාවික වායුව ලෙස පවතින මීතේන් වායුගෝලයට එක් වීමෙන් ද වායුගෝලයේ මීතේන් වායු ප්‍රමාණය ඉහළ යයි.

නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ්

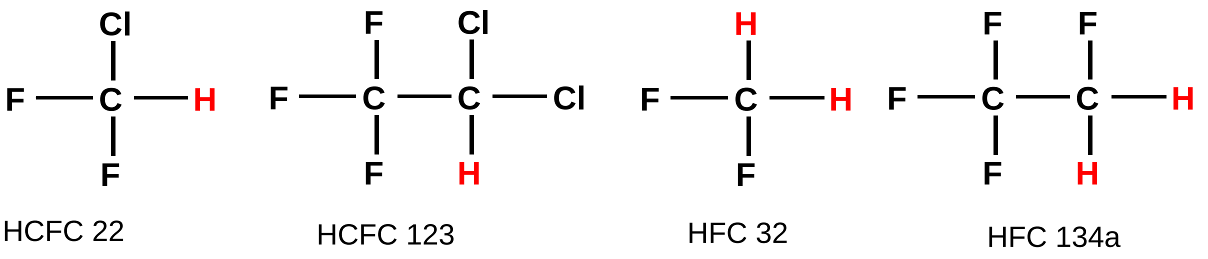
නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් ප්‍රධාන වශයෙන් වායුගෝලයට එක් වනුයේ නයිට්‍රජන් අඩංගු සංයෝග මත බැක්ටීරියා ක්‍රියාකාරිත්වය හේතුවෙනි. කෘෂිකර්මාන්තයේ දී පොහොර වශයෙන් පසට එකතු කරන නයිට්‍රජන් සංයෝග මත නයිට්‍රිහාරි බැක්ටීරියා ක්‍රියාකාරිත්වයෙන් N_2O වායුව නිපදවෙයි.

වායුමය හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන්

හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන් ඉතා ප්‍රබල හරිතාගාර වායු වෙයි. මේවායේ ප්‍රබලතාව කාබන් ඩයොක්සයිඩ් මෙන් දස දහස් ගුණයකි. මේ හේතුව නිසා හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන් වායුගෝලයේ ඉතා කුඩා ප්‍රමාණවලින් පැවතිය ද ඒවායේ අධික ප්‍රබලතාව හේතුවෙන් ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමට සැලකිය යුතු දායකත්වයක් දක්වයි.

ස්වභාවයේ හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන් සංයෝග ඉතා අඩුවෙන් පවතී. ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමට හේතු වන හැලජනීකෘත සංයෝගය කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

1) ක්ලෝරොෆ්ලුවොරොකාබන් (CFC)
2) හයිඩ්‍රොක්ලෝරොෆ්ලුවොරොකාබන් (HCFC)
3) හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරොකාබන් (HFC)



1.28 රූපය හැලජනීකෘත හයිඩ්‍රොකාබන අණු කිහිපයක්

මේ සංයෝග තුන් වර්ගය ම මිනිසා විසින් සංශ්ලේෂණය කරන ලද සංයෝග වන අතර, වායුසමන යන්ත්‍ර සහ ශීතකරණවල සිසිලන වායු ලෙස මේවා භාවිත කරයි. මේ වායු සවිවර ප්ලාස්ටික් නිපදවීමේ දී පිපුම්කාරක වායුවක් ලෙස ද විසිරුම්කාරක, සුවඳ විලවුන් සහ පළිබෝධනාශක බඳුන් තුළ විසිරුම්කාරක වායු ලෙස ද භාවිත කරයි. ඉහත උපකරණ අලුත්වැඩියා කිරීමේ දී සහ භාවිතයෙන් ඉවත දැමීමේ දී මේ සංයෝග වායුගෝලයට එක් වෙයි. මේවායේ වායුගෝලීය ආයු කාලය වසර සිය ගණනකි.

ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමෙන් සිදු වන අහිතකර බලපෑම්

- ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම නිසා ධ්‍රැවාශ්‍රිත ප්‍රදේශවල ඇති අයිස් තට්ටු සහ උස් කඳුකර ප්‍රදේශවල සහ ධ්‍රැවාශ්‍රිත ප්‍රදේශවල ඇති ග්ලැසියර දිය වීම සහ ඉහළ යන උෂ්ණත්වය නිසා සාගර ජලය ප්‍රසාරණය වීම හේතුවෙන් වෙරළාශ්‍රිත පහත් බිම් (බංගලාදේශයේ ගංගානම් ගඟ, බ්‍රහ්මපුත්‍ර ගඟ ආශ්‍රිත ඩෙල්ටාව සහ වියට්නාමයේ මීකොන් ඩෙල්ටාව) මුහුදට යට වීම සිදු විය හැකි ය. මේ අනුව ජනාවාස අහිමි වීම, වෙරළාශ්‍රිත පරිසර පද්ධති විනාශ වීම, කරදිය ගොඩබිමට පැමිණීම හේතුවෙන් පස නිසරු වීම, වගා පාළු වීම් ආදිය සිදු වෙයි. එසේ ම මාලදිවයින සහ ශාන්තිකර සාගරයේ ඇති කුඩා දූපත් රාජ්‍ය සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ ලෝක සිතියමෙන් මැකී යා හැකි ය.
- ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම නිසා වසංගත රෝග බහුලව සහ ශීඝ්‍රයෙන් පැතිර යෑම (ඩෙංගු, එබෝලා වැනි) සිදු වෙයි.
- වසරක් තුළ අධික උෂ්ණත්වය සහිත දින ගණන ඉහළ යෑම, ශීත දින ගණන අඩු වීම සහ ප්‍රබල තාප තරංග (කෙටිකාලයක් තුළ යම් ප්‍රදේශයක උෂ්ණත්වය ශීඝ්‍රයෙන් ඉහළ යෑම) වැඩි වශයෙන් සහ දීර්ඝව ඇති වීම.
- සුළි සුළං, ටොනාඩෝ වැනි තත්ත්ව නිතර නිතර ඇති වීම සහ ඒවා ඉතා ප්‍රබලව ඇති වීම.
- ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම හේතුවෙන් ආක්‍රමණකාරී ශාක සහ සතුන් පෙර නොසිටි ප්‍රදේශ කරා සංක්‍රමණය වීම (සර්පයන් සහ උරගයන් වැනි චලතාපී සතුන් වඩාත් ශීත ප්‍රදේශවලට සංක්‍රමණය වීම)
- ලෝකයේ සමහර ප්‍රදේශ අධික ලෙස වියළී යෑම (දකුණු ආසියාව, මධ්‍යම අප්‍රිකාව) සහ සමහර ප්‍රදේශවලට අධික වර්ෂාපතනයක් ලැබීම (යුරෝපය).
- දිගුකාලීන නියං තත්ත්ව සහ කෙටි කාලයක් තුළ අධික වර්ෂා ඇති වීමෙන් ඇති වන ක්ෂණික ගංවතුර තත්ත්ව නිතර නිතර ඇති වීම.

1.29 රූපය ධ්‍රැවාශ්‍රිත ප්‍රදේශවල ඇති අයිස් තට්ටු දියවීම

ලෝක දේශගුණික රටා වෙනස් වීම

ලෝකයේ බොහෝ මිනිස් ක්‍රියාකාරකම් අදාළ ප්‍රදේශයේ දේශගුණය සමග සම්බන්ධ වී පවතී. උදාහරණ ලෙස කෘෂිකර්මාන්තය, සත්ත්ව පාලනය, සංචාරක කර්මාන්තය, මැටි කර්මාන්තය දේශගුණික රටා සමග තදින් ම බද්ධ වී පවති. මේ දේශගුණික රටා ඇති වනුයේ ලෝකයේ විවිධ ප්‍රදේශවලට ලැබෙන සූර්ය ශක්තියේ වෙනස් වීම් හේතුවෙනි. ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම හේතුවෙන් මේ ශක්ති සංසරණය විතැන් වීම නිසා ඇති වන ප්‍රධාන පාරිසරික ප්‍රශ්නය වන්නේ දේශගුණ රටා වෙනස් වීමයි. මෙය කෙටියෙන් දේශගුණ වෙනස්වීම් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යාම නිසා ඇති වන අනෙකුත් බොහෝ පාරිසරික ප්‍රශ්න දේශගුණ රටා වෙනස් වීමේ ද්විතීයික ප්‍රතිඵල වේ.

කලට වැසි නොලැබීම, අකල්හි වැසි ලැබීම, නියං කාල ඇති විම, සුළි සුළං, ටොනාඩෝ මින් පෙර නොතිබුණු ප්‍රදේශවල ඇති වීම ආදිය සිදු විය හැකි ය. දිගු කාලයක් නියං තත්ත්වයක් පැවතීම හේතුවෙන් සමහර ප්‍රදේශ කාන්තාරකරණයට ලක් වීම හේතුවෙන් ජනයාට ඒ ප්‍රදේශවලින් ඉවත් වීමට

සිදු වෙයි. එසේ ම දේශගුණ රටා වෙනස් වීම නිසා රටවල් අතර දේශපාලනික අර්බුද මෙන් ම යුද්ධ වක්‍රකාරයෙන් ඇති විය හැකි ය.

උදාහරණ ලෙස යම් රටක ජනයා විතැන් වීම හේතුවෙන් ඔවුන් යාබද රටවලට සංක්‍රමණය වීම සිදු වේ. ඔවුන්ට දේශපාලන රැකවරණ සැපයීමට සිදු වීම හා රටවල් කිහිපයකට පොදු ගංගාවල (නයිල්, බ්‍රහ්මපුත්‍ර, මීකොං) ජල ප්‍රමාණය අඩු වීමෙන් ඒ ජලය බෙදා ගැනීම සඳහා දේශපාලනික අර්බුද මෙන් ම යුද්ධ ද ඇති විය හැකි ය.

ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම සහ ඒ ආශ්‍රිත දේශගුණ වෙනස් වීම ලෝකයටම පොදු ප්‍රශ්නයකි. මේ මඟින් ප්‍රධාන බලපෑමට ලක් වනුයේ ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමට අඩු දායකත්වයක් දක්වන සංවර්ධනය වෙමින් පවත්නා හා ඌන සංවර්ධිත රටවල් ය. මෙනිසා ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑම පාලනය කිරීම සඳහා ලොව සියලු රටවල් එක් වී ඊට හේතුවන හරිතාගාර වායු විමෝචනය අවම කරන ක්‍රියාමාර්ගවලට එළඹිය යුතු ය.

මේ සඳහා විසඳුම් ලෙස පහත යෝජනා ඉදිරිපත් කළ හැකි ය.

- පොසිල ඉන්ධන දහනය සීමා කර විකල්ප ඉන්ධන සඳහා යොමු වීම සුදුසු ය. හොඳ ම විකල්පය නම් සූර්ය ශක්තිය යොදා ගැනීමයි. ඊට අමතරව න්‍යෂ්ටික ශක්තිය, සුළං බලය ආදිය ද යොදා ගත හැකි ය. එසේ ම දැනට පවත්නා යන්ත්‍ර සූත්‍ර යාවත්කාලීන කර ඒවායේ ඉන්ධන කාර්යක්ෂමතාව ඉහළ දැමීම ද සිදු කළ හැකි ය.
- ඉන්ධන සඳහා පොසිල ඉන්ධන වෙනුවට පුනර්ජනනීය බලශක්ති ප්‍රභවයක් වන එතනෝල් සහ ජෛව ඩීසල් යොදා ගැනීම සුදුසු ය. මේ ජෛව ඉන්ධන දහනය හේතුවෙන් වායුගෝලයට එක් වන ශුද්ධ කාබන් ප්‍රමාණය ශුන්‍ය වේ.
- සරල දිවි පෙවෙතකට හුරු වීම මඟින් සුඛෝපභෝගී ජීවිතයකට අවශ්‍ය කරන අධික බලශක්ති ඉල්ලුම අවම කර ගත හැකි ය.
- වන විනාශය අවම කිරීම, ශාක රෝපණය, ලී බඩු, දර, කඩදාසි වැනි ද්‍රව්‍ය සෑදීමට වනාන්තර විනාශ නොකර ඒ සඳහා වේගයෙන් වැඩෙන, වගා කරන ලද ශාක යොදා ගත හැකි ය.
- අක්‍රමවත් කසළ බැහැර කිරීම වෙනුවට මනා කළමනාකරණයකින් යුක්තව කසළ බැහැර කිරීමෙන් වාතයට මීතේන් පිට වීම අවම වේ.
- මාංස අනුභවයෙන් හැකි තරම් ඈත් වී, නිර්මාංස ආහාරවලට හුරු වීමෙන් මස් සඳහා හරකුන්, එළුවන්, සහ බැටළුවන් වැනි සතුන් ඇති කිරීම අවම කළ හැකි ය.
- රසායනික පොහොර වෙනුවට කොම්පෝස්ට් පොහොර යොදා ගනිමින් වගා කටයුතු කිරීමෙන් වායුගෝලයට N_2O නිකුත් වීම අවම කර ගත හැකි ය.
- ශීතකරණ සහ වායු සමන යන්ත්‍ර ඉතා අඩුවෙන් භාවිත කිරීම සහ ඒ යන්ත්‍රවල භාවිත කරන ප්‍රබල හරිතාගාර වායු වන CFC, HCFC වැනි වායු වෙනුවට ප්‍රබලතාවෙන් අඩු HFO (Hydrofluoroolefins), අයිසොබියුටේන් (R600a), ඇමෝනියා වැනි සිසිලනකාරක වායු භාවිත කිරීම සුදුසු ය.

1.13.3 ඕසෝන් වියන හායනය

අප පෘථිවියේ සිදු වන සියලු ක්‍රියාවලි සඳහා ශක්තිය සපයනුයේ සූර්යා මඟිනි. ශක්තිය යම් තැනක සිට තවත් තැනකට සම්ප්‍රේෂණය වන ක්‍රම තුනකි. ඒවා නම් සන්නයනය, සංවහනය සහ විකිරණයයි. මේ අතුරින් සන්නයනය සහ සංවහනය මඟින් ශක්ති සම්ප්‍රේෂණයට මාධ්‍යයක් අවශ්‍ය වෙයි. විකිරණය මඟින් ශක්ති සම්ප්‍රේෂණයට මාධ්‍යයක් අවශ්‍ය නො වෙයි. අප සෞරග්‍රහ මණ්ඩලයේ සූර්යා සහ ග්‍රහලෝක අතර පවතිනුයේ හිස් අවකාශයකි (රික්තකයකි). මේ හේතුව නිසා සූර්යාගේ සිට පෘථිවියට ශක්ති සම්ප්‍රේෂණය සන්නයනය හා සංවහනය යන ක්‍රම දෙක මඟින් සිදු

වීමට කිසිදු ඉඩක් නැත. මේ නිසා සූර්ය ශක්තිය අප පෘථිවියට පැමිණෙනුයේ සම්ප්‍රේෂණයට මාධ්‍යයක් අවශ්‍ය නොවන විකිරණය මඟිනි. සූර්යාගේ සිට අප පෘථිවිය කරා ශක්තිය රැගෙන එන විකිරණ හඳුන්වනුයේ විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ ලෙස ය.

විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ ඒවා සතු ශක්තිය අනුව වර්ග කර ඇත. ඒ X කිරණ, පාරජම්බුල කිරණ, දෘශ්‍ය කිරණ, අධෝරක්ත කිරණ, ක්ෂුද්‍ර තරංග කිරණ සහ ගුවන් විදුලි තරංග කිරණ ලෙසයි. පහත වගුව මඟින් විවිධ විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල ගුණ දැක්වේ.

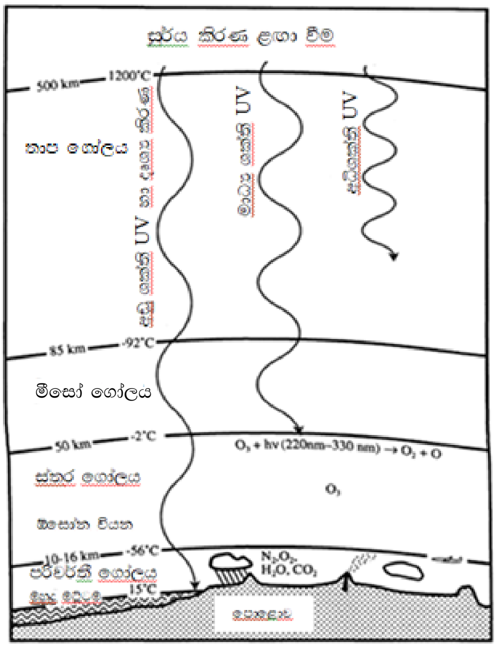
1.7 වගුව විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල ගුණ

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග	මධ්‍යන්‍ය තරංග ආයාමය	මධ්‍යන්‍ය සංඛ්‍යාතය/ s^{-1}	මධ්‍යන්‍ය ශක්තිය/ $kJ\ mol^{-1}$
ගුවන් විදුලි තරංග	1 cm	3×10^{10}	1.2×10^{-2}
ක්ෂුද්‍ර තරංග	1 mm	3×10^{11}	1.2×10^{-1}
අධෝරක්ත තරංග	10 μm	3×10^{13}	12
දෘශ්‍ය තරංග	500 nm	6×10^{14}	240
පාරජම්බුල තරංග	250 nm	1.2×10^{15}	479
X කිරණ	1 nm	6×10^{17}	1.2×10^{5}

මේ තරංග අතුරින් X කිරණ සහ පාරජම්බුල කිරණවල ශක්තිය ඉතා අධික බැවින් ඒ කිරණවලට නිරාවරණය වීමේ දී අප ශරීරයේ ඇති ජෛව අණුවල රසායනික වෙනස්කම් සිදු වෙයි. මේ නිසා අප ශරීරයේ ඇති ක්‍රියාකාරි ජෛව අණු වන DNA, RNA සහ ප්‍රෝටීන (එන්සයිම) අණුවල ව්‍යුහාත්මක වෙනස්කම් සිදු වීම මඟින් ඒවායේ ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා පැමිණෙයි. මේ හේතුවෙන් අප ශරීරයේ විවිධ සංකූලතා හට ගනියි. මේ සංකූලතා සම්බන්ධයෙන් අපි ඉදිරියේ දී දීර්ඝව කථා කරමු.

සූර්යාගේ සිට පෘථිවියට ප්‍රධාන වශයෙන් ශක්තිය සම්ප්‍රේෂණය වනුයේ පාරජම්බුල කිරණ, දෘශ්‍ය කිරණ සහ අධෝරක්ත කිරණ වශයෙනි. මේ කිරණ අතුරින් දෘශ්‍ය කිරණ සහ අධෝරක්ත කිරණවල ශක්තිය අඩු බැවින් ඒ කිරණවලට නිරාවරණය වීමෙන් අපට හානි සිදු නො වෙයි. විද්‍යුත් චුම්බක වර්ණාවලියේ අප ඇසට සංවේදී එක ම කිරණ වර්ගය දෘශ්‍ය කිරණ වන අතර ඒවා අපට පෙනීම ලබා දීමට උපකාරි වෙයි. අධෝරක්ත කිරණවලට අප සංවේදී වනුයේ උණුසුම දැනීම ලෙසයි.

පහත 1.30 රූපයෙන් දක්වෙනුයේ පෘථිවියට ළඟා වන සූර්ය කිරණවල ස්වභාවය සහ ඒවායේ තීව්‍රතාවයි. ඒ රූපයට අනුව දැකිය හැක්කේ පෘථිවි වායුගෝලයේ ඉහළ සීමාවට ලැබෙන සූර්ය ශක්තියෙන් සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයක් පෘථිවි පෘෂ්ඨයට පැමිණීමට පෙර ඉවත් වී ගොස් ඇති බවයි. තවදුරටත් මේ රූපය නිරීක්ෂණය කළ විට ඔබට පෙනෙනුයේ පෘථිවි වායුගෝලයට ලැබෙන UV කිරණවලින් වැඩි ප්‍රමාණයක් පෘථිවි පෘෂ්ඨයට පැමිණීමට පෙර ඉවත් වී ඇති බවයි. මෙසේ වන්නේ ඇයි? මෙසේ වනුයේ සූර්ය කිරණ පෘථිවි වායුගෝලය හරහා පෘථිවි පෘෂ්ඨය කරා ළඟා වීමේ දී වායුගෝලයේ ඉහළ ස්තරවල දී ඒ ස්තරවල ඇති වායු අණු මඟින් ඒ කිරණ උරා ගැනීම හේතුවෙනි.



1.30 රූපය වායුගෝලයේ ස්තරීකරණය සහ සූර්ය කිරණ ස්තර හරහා ගමන් කිරීම

වායුගෝලයේ ස්තරීකරණය

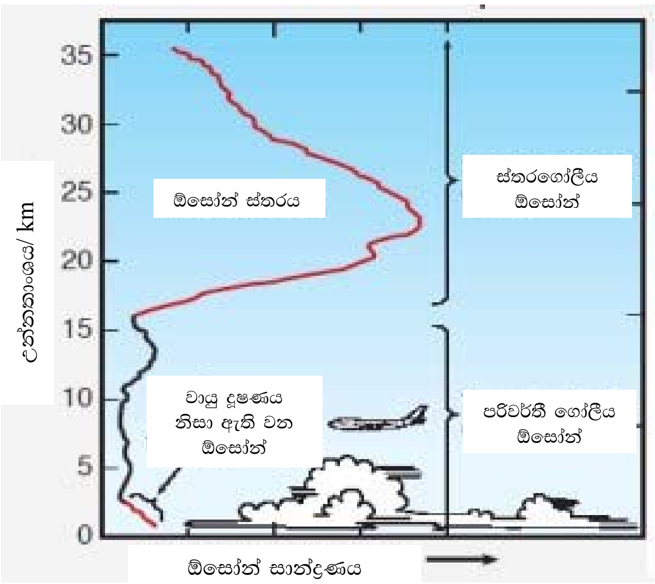
අප වායුගෝලය අධ්‍යයනයේ පහසුව තකා ස්තර කිහිපයකට වෙන් කරනු ලැබේ. මේ ස්තර වෙන් කිරීම අදාළ ප්‍රදේශය තුළ උෂ්ණත්ව විචලනය වන වායූන්ගේ ඝනත්වය මත සිදු කෙරේ.

පරිවර්තී ගෝලය - පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට ඉහළට 15 kmක් පමණ දක්වා විහිදී පවතී. පෘථිවි වායුගෝලයේ වායූන්ගෙන් වැඩි ප්‍රතිශතයක් (99%ක් පමණ) මේ ප්‍රදේශයේ පවතින අතර, පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට ඉහළට යන විට උෂ්ණත්වය අඩු වෙයි.

ස්ථර ගෝලය - පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 15 km සිට 50 km දක්වා ප්‍රදේශය ස්තර ගෝලය වෙයි. මෙහි ඇති වායු ප්‍රතිශතය ඉතා පහළ අතර ඉහළට යන විට උෂ්ණත්වය වැඩි වෙයි.

මීසෝ ගෝලය - මීසෝ ගෝලය පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 50 kmට ඉහළ ප්‍රදේශය වෙයි. වායු ප්‍රමාණය ඉතා අඩු අතර ඉතා ඉහළ උෂ්ණත්වයක් පවතී.

ඕසෝන් වියන - ස්තර ගෝලය තුළ පවත්නා උප කලාපයක් ඕසෝන් වියන ලෙස හැඳින්වෙයි. මේ කලාපය නැත හොත් ඕසෝන් වියන පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 20 km සිට 35 km පමණ ප්‍රදේශයක් පුරා පවතී. මේ ප්‍රදේශය ඕසෝන් වියන යනුවෙන් හඳුන්වනුයේ පෘථිවියේ ස්වාභාවිකව පවත්නා ඕසෝන් වායුවෙන් වැඩි ම ප්‍රමාණයක් (95% පමණ) මේ ප්‍රදේශයේ පැවතීම හේතුවෙනි. එය ඕසෝන්වලින් පමණක් සමන්විත ප්‍රදේශයක් නොවන බව සිත්හි තබාගන්න.



1.31 රූපය ඕසෝන් වියන සහ වායුගෝලයේ ස්තරීකරණය

ස්තර ගෝලයේ ඕසෝන වියන කලාපයේ, ඕසෝන් වායුව පවත්වාගෙන යෑම සඳහා සූර්යාගෙන් ලැබෙන පාරජම්බුල කිරණවලින් වැඩි ප්‍රමාණයක් වැය වෙයි. මේ හේතුව නිසා සූර්යාගෙන් ලැබෙන හානිකර පාරජම්බුල කිරණ වැඩි ප්‍රමාණයක් පෘථිවි පෘෂ්ඨය කරා ළඟා නො වෙයි. වෙනත් අයුරකින් කිව හොත් ඕසෝන් වියන මේ අධිශක්ති පාරජම්බුල කිරණ සඳහා පෙරණයක් ලෙස ක්‍රියා කර ඒ කිරණවලට නිරාවරණය වීමෙන් අපව ආරක්ෂා කරයි. මේ සංසිද්ධිය පෘථිවිය තුළ ජීවයේ පැවැත්මට අත්‍යවශ්‍යය ජලය පැවතීම සහ ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වයක් පැවතීම යන කරුණු තරම් ම ජීවයේ පැවැත්මට උපකාරි වේ.

ඕසෝන් වියනේ ක්‍රියාකාරිත්වය

සූර්යාගෙන් ලැබෙන අධි ශක්ති පාරජම්බුල කිරණ ස්තර ගෝලය කරා ළඟා වීමේ දී එය ඔක්සිජන් වායුව වියෝජනය කර පරමාණුක ඔක්සිජන් නිපදවයි.

$$O_2(g) \xrightarrow{h\nu} O(g) + O(g) \quad \Delta H > 0 \quad \text{------------ (1)}$$

මේ පරමාණුක ඔක්සිජන් ඉතා ප්‍රතික්‍රියාශීලි බැවින් එය තවත් ඔක්සිජන් අණුවක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ඕසෝන් නිපදවයි.

$$O_2(g) + O(g) \longrightarrow O_3(g) \quad \Delta H < 0 \quad \text{------------ (2)}$$

ඕසෝන් වායුව අස්ථායි වායුවක් බැවින් එය UV කිරණ හමුවේ වියෝජනය වී O_2 බවට පත් වෙයි.

$$O_3(g) \xrightarrow{h\nu} O_2(g) + O(g) \quad \Delta H > 0 \quad \text{------------ (3)}$$

$$O_3(g) + O(g) \longrightarrow 2O_2(g) \quad \Delta H < 0 \quad \text{------------ (4)}$$

$$(1) + (2)\times 2, \quad 3O_2(g) \longrightarrow 2O_3(g) \text{ ; } O_3 \text{ සෑදීම}$$

$$(3) + (4), \quad 2O_3(g) \longrightarrow 3O_2(g) \text{ ; } O_3 \text{ බිඳ වැටීම}$$

ඕසෝන් වියන තුළ දී මෙසේ ස්වභාවිකව ඕසෝන් බිඳවැටෙන සහ සෑදෙන වේග සමාන වූ විට ගතික සමතුලිතතාවයට පත් වී නියත O_3 ප්‍රමාණයක් මේ ප්‍රදේශය තුළ පවත්වා ගනී. එනම් ඕසෝන් වියන තුළ දී පහත සඳහන් සමතුලිත ක්‍රියාව සිදු වෙයි.

$$2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$$

මේ සමතුලිතය පවත්වාගෙන යෑම සඳහා සූර්යාගෙන් පැමිණෙන හානිකර UV කිරණ අවශෝෂණය වීම හේතුවෙන් ඒවා පෘථිවි පෘෂ්ඨය කරා ළඟා වීම වැළකෙයි.

ඕසෝන් වියන හායනය

ඕසෝන් වියනේ පවත්නා ඕසෝන් මට්ටම වර්ෂ 1950 සිට පමණ කාලගුණ බැලූන ආධාරයෙන් සංතතිකව මැනීම සිදු කරන ලදි. මෙසේ මැනීම සිදු කරන අතරතුර හැත්තෑව දශකයේ මැද භාගයේ සිට ඕසෝන් වියනේ ඕසෝන් මට්ටම වාර්ෂිකව පහළ යෑමක් නිරීක්ෂණය කරන ලදි.

සාමාන්‍යයෙන් ඕසෝන් වියනේ ඕසෝන් මට්ටම සෑම දිනක ම නියතව නොපවතී. එය පරිසර උෂ්ණත්වය, ඍතු වෙනස් වීම සහ භූගෝලීය සාධක මත යම් පමණකට වෙනස් වෙයි. එහෙත් එය වාර්ෂිකව ක්‍රමයෙන් පහත යාමක් 1970 සිට නිරීක්ෂණය කරන ලදි. මෙසේ ඕසෝන් වියනේ ඕසෝන් මට්ටම සංතතිකව පහළ යෑම ඕසෝන් වියනේ හායනය (ozone layer depletion) ලෙස හැඳින්වේ. මෙලෙස ඕසෝන් වියන හායනයට ලක් වීම ඉතා බරපතළ පාරිසරික ප්‍රශ්නයකි.

ඕසෝන් වියනේ පැවැත්ම නිසා හානිකර පාරජම්බුල කිරණ පෘථිවි පෘෂ්ඨයට පැමිණීම වළකාලයි. එනම් ඉහත ප්‍රදේශයේ ඕසෝන් ප්‍රමාණය අඩු වීම හේතුවෙන් හානිකර UV කිරණ වැඩිපුර පෘථිවි පෘෂ්ඨය කරා ළඟා වීම සිදු වෙයි. මේ නිසා පෘථිවි වාසීන් මේ හානිකර UV කිරණවලට වැඩිපුර නිරාවරණය වීමෙන් විවිධ වූ සංකූලතා ඇති වේ.

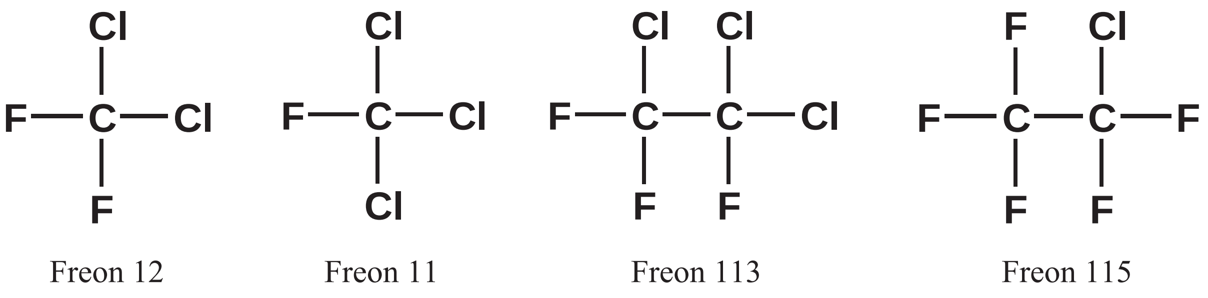
ඕසෝන් වියනේ හායනයට හේතු වන කරුණු

ඕසෝන් වියනේ හායනයට ස්වාභාවික සාධක මෙන් ම මිනිස් ක්‍රියාකාරකම් ද හේතු වෙයි. මේ අතුරින් ස්වාභාවික හේතු තාවකාලික වන අතර, සිදු වූ හානිය කෙටි කලකින් නැවත යථා තත්ත්වයට පත් වෙයි. ප්‍රබල ගිනිකඳු පිපිරීම් මඟින් ඉහළ වායුගෝලයට එක් වන සල්ෆර් අඩංගු සංයෝග ඕසෝන් වියනට හානි කිරීම එක් ස්වාභාවික ක්‍රියාවලියකි.

ඕසෝන් වියනට ඉතා බරපතළ මෙන් ම ප්‍රතිවර්ති නොවන හානිය සිදු කෙරෙනුයේ මිනිසා විසිනි. මිනිසා විසින් වායුගෝලයට එක් කරන වාෂ්පශීලි සංයෝග මෙයට හේතු වෙයි. මේ සඳහා නිදසුන් පහත දැක්වේ.

1) ක්ලොරොෆ්ලුවොරොකාබන් (chlorofluorocarbon)
   මීට අමතරව බ්‍රෝමීන් අඩංගු වාෂ්පශීලි කාබනික සංයෝග ද (bromofluorocarbon) චක්‍රාකාරයෙන් ඕසෝන් වියන හායනයට දායක වෙයි.
2) ඉහළ වායුගෝලයට ආසන්නව ගමන් කරන ගුවන් යානා මඟින් පිට කරනු ලබන නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් (NO) වායුව ද ඕසෝන් වියන හායනයට ලක් කරයි.

ඕසෝන් වියන හායනයට දායක වන ප්‍රධාන ම සංයෝග කාණ්ඩය වනුයේ ක්ලෝරොෆ්ලුවොරො කාබන් ය. ක්ලෝරොෆ්ලුවොරො කාබන් යනු කාබන් පරමාණු 1ක් හෝ 2ක් සහිත හයිඩ්‍රොකාබන්වල ව්‍යුත්පන්න වෙයි. මේ හයිඩ්‍රොකාබන්වල ඇති සියලු H පරමාණු ක්ලෝරින් හා ෆ්ලුවොරින් පරමාණුවලින් ආදේශ වී ඇත.



1.32 රූපය CFC අණු කිහිපයක් සහ ඒවායේ කාර්මික නාම

මේ CFC සම්පූර්ණයෙන් ම සංශ්ලේෂිත සංයෝග වන අතර, ස්වභාවයේ දී හමු නො වෙයි. CFCවලට ප්‍රධාන වශයෙන් පහත කාර්මික භාවිත පවතී.

1) වායු සමන යන්ත්‍ර සහ ශීතකරණ තුළ සිසිලන වායුව ලෙස භාවිත කෙරේ.
2) සුවඳ විලවුන් කර්මාන්තයේ දී අධි පීඩනයකට ලක් කර විසුරුවා හරින ආකාරයේ (spray) සුවඳ විලවුන් බෝතල් තුළ විසුරුවා හරිනයක් (විසරණ ප්‍රවාහකයක්) ලෙස භාවිත කෙරේ.
3) ප්ලාස්ටික් කර්මාන්තයේ දී අදාළ නිෂ්පාදනවලට සවිවර ගතියක් ලබා ගැනීම සඳහා පිම්බුම් කාරකයක් (blowing agent) ලෙස භාවිත කරයි (උදා: රිජිෆෝම්, කුෂන් මෙට්ට, තාප පරිවාරක සවිවර බිත්ති).
4) එසේ ම බ්‍රෝමීන් අඩංගු සංයෝග (bromofluorocarbon) ධූමකරණයේ දී සහ ගිනි නිවීමේ උපකරණවල භාවිත කෙරේ.

CFC සහ අනෙකුත් සංයෝග ඕසෝන් වියනට හානි කරන ආකාරය

ඉහත කුමන සංයෝගය වුව ද අප මතක තබා ගත යුත්තේ මේ සංයෝග ඕසෝන් සමඟ කෙලින් ම ප්‍රතික්‍රියා නොකරන බවයි. ඉහත සඳහන් කරන ලද CFC සංයෝග ඉතා ස්ථායි සංයෝග වේ. ඒවා තාප වියෝජනයට ලක් නොවන අතර (තාප ස්ථායි) ජෛව හායනයට ද ප්‍රතිරෝධී වෙයි. ඒ හේතුවෙන් මේ සංයෝග වායුගෝලයේ දිගු කාලයක් පැවැතිය හැකි ය. කෙසේ වෙතත් මේ සංයෝග ඉතා වාෂ්පශීලී බැවින් වේගයෙන් වාෂ්ප වී ඉහළ වායුගෝලයට එනම් ඕසෝන් වියන පවතින ස්තර ගෝලයට ළඟා විය හැකි ය. එලෙස මේ සංයෝග ඕසෝන් වියන ප්‍රදේශයට ළඟා වූ විට පහළ වායුගෝලයේ දී හමු නොවන නමුත් ඉහළ වායුගෝලයේ පවත්නා ශක්තිය අධික පාරජම්බුල කිරණවලට නිරාවරණය වෙයි. මේ අධිශක්ති පාරජම්බුල කිරණවලට නිරාවරණය වීම හේතුවෙන් ඒ සංයෝගවල C - Cl බන්ධනය විඛණ්ඩනය වී $Cl^{\cdot}$ මුක්ත ඛණ්ඩ සාදයි. ඕසෝන් සමඟ මේ $Cl^{\cdot}$ මුක්ත ඛණ්ඩ ප්‍රතික්‍රියා කරනු ලබයි. මේ $Cl^{\cdot}$ මුක්ත ඛණ්ඩ ඕසෝන් බිඳවැටීමේ ප්‍රතික්‍රියාව උත්ප්‍රේරණය කර ඕසෝන් බිඳවැටීම වේගවත් කරයි. මෙවිට ඕසෝන් බිඳවැටීමේ ස්වාභාවික ක්‍රියාවලියට අමතරව තවත් බිඳවැටීමේ ක්‍රියාවලියක් එක් වීම හේතුවෙන් ඕසෝන් සෑදෙන ක්‍රියාවලියට වඩා බිඳවැටෙන ක්‍රියාවලිය වේගවත් වී, ඕසෝන් හායනයට ලක් වෙයි. මෙය පහත ආකාරයට සරල සමීකරණ කිහිපයකින් පෙන්වා දිය හැකි ය.

Cl මුක්ත ඛණ්ඩ O_3 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීම.

$$^{\cdot}Cl(g) + O_3(g) \longrightarrow O_2(g) + {}^{\cdot}OCl(g) \quad \text{------------ (1)}$$

මෙසේ සෑදුණ $^{\cdot}OCl$ මුක්ත ඛණ්ඩ ඕසෝන් ස්වාභාවිකව බිඳවැටීමෙන් හට ගන්නා ඔක්සිජන් පරමාණුවක් සමඟ සම්බන්ධ වී නැවත මුක්ත ඛණ්ඩය හට ගනී.

$$O_3(g) \longrightarrow O_2(g) + {}^{\cdot}O(g) \quad \text{------------ (2)}$$

$$^{\bullet}OCl(g) + {^{\bullet}O}(g) \longrightarrow O_2(g) + {^{\bullet}Cl}(g) \quad \text{------------} (3)$$

(1) + (2) + (3),

$$2O_3(g) \longrightarrow 3O_2(g)$$

මේ අනුව ඔබට පෙනී යන්නේ $Cl^{\bullet}$ මුක්ත ඛණ්ඩයක් මගින් O_3 අණුවක් වියෝජනය කළ පසු $Cl^{\bullet}$ මුක්ත ඛණ්ඩය විනාශ වී නොගොස් නැවත එය සෑදෙන බවකි. එනම් මේ $Cl^{\bullet}$ මුක්ත ඛණ්ඩයකට වෙනත් ප්‍රතික්‍රියාවකින් විනාශ වී යන තුරු O_3 අණු විශාල ප්‍රමාණයක් බිඳහෙළිය හැකි ය. එනම් $Cl^{\bullet}$ මුක්ත ඛණ්ඩ O_3 බිඳ හෙළීම සඳහා උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස ක්‍රියාකර ඇත.

ඕසෝන් වියන හායනයෙන් සිදු වන අහිතකර බලපෑම්

ඕසෝන් වියන හායනයෙන් සිදු වන අහිතකර බලපෑම නම් සූර්යාගෙන් පැමිණෙන, ශක්තිය අධික, අහිතකර පාරජම්බුල කිරණ වැඩි තීව්‍රතාවකින් පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ළඟා වීමයි. ඕසෝන් වියන හායනයට පෙර පෘථිවියට ළඟා වූ UV කිරණවලට වඩා වැඩි ශක්තිය අධික UV කිරණ ප්‍රමාණයක් ඕසෝන් වියන හායනය වූ පසු පෘථිවියට ළඟා වෙයි. මෙවිට පෘථිවි ජීවීන් අහිතකර, ශක්තිය අධික UV කිරණවලට වැඩිපුර නිරාවරණය වීම හේතුවෙන් ඒ UV කිරණ මගින් ඇති කරන අහිතකර බලපෑම්වලට වැඩිපුර ගොදුරු වෙයි.

ඒ අහිතකර බලපෑම් පහත දැක්වේ.

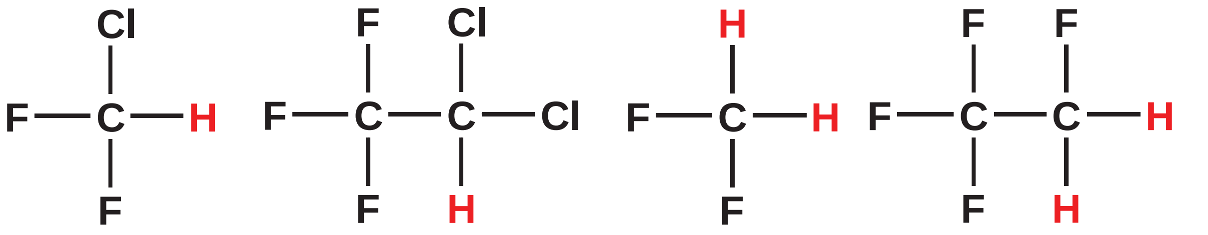
1) සමේ පිළිකා ඇති වීම.
   UV කිරණවල ඇති ඉහළ ශක්තිය හේතුවෙන් එයට නිරාවරණය වූ විට සම ආශ්‍රිත සෛලවල ඇති DNA වැනි අණුවල ව්‍යූහාත්මක වෙනස්කම් සිදු වේ. UV කිරණ හමුවේ දී මේ විශාල අණුවල ඇති හයිඩ්‍රජන් බන්ධන බිඳී ගොස් නැවත වෙනස් ආකාරයට සැකසීම නිසා මෙය සිදු වෙයි. මෙම අණුවල ඇති වන විකෘතිතා නිසා පිළිකා සෛල හට ගෙන සම මත වේගයෙන් පැතිරීමෙන් සමේ පිළිකා ඇති වෙයි.
2) ඇසේ සුද මතු වීම.
   DNA මෙන් ම ප්‍රෝටීන ද හයිඩ්‍රජන් බන්ධන මගින් තම ව්‍යූහය පවත්වා ගනී. UV කිරණ හේතුවෙන් මේ බන්ධන බිඳී නැවත සකස් වීමෙන් එම ප්‍රෝටීන්වල ව්‍යූහය වෙනස් වෙයි. ඇසේ පෙනීමට උපකාරී වන ඇසේ කාචය සමන්විත වනුයේ පාරදෘශ්‍ය ද්‍රවමය ප්‍රෝටීනයකිනි. UV කිරණ හේතුවෙන් මේ කාචයේ පවත්නා ප්‍රෝටීනවල ව්‍යූහය වෙනස් වී එහි පාරදෘශ්‍යභාවය ක්‍රමයෙන් අඩු වීම ඇසේ සුද මතු වීම ලෙස හඳුන්වයි (උදාහරණ: අවර්ණ බිත්තර සුදු මදය රත් කිරීමේ දී සුදු පැහැ වීම සිදු වනුයේ ද බිත්තර සුදු මදයේ ඇති ඇල්බියුමින් ප්‍රෝටීනයේ ව්‍යූහය වෙනස් වීමෙනි). මේ ඇසේ සුද මතු වීම මිනිසාගේ පමණක් නො ව, එළිමහනේ වැඩිපුර ගැවසෙන ගවයන්, එළුවන් වැනි සතුන්ගේ ද සිදු වේ.
3) එසේ ම වැඩිපුර UV කිරණවලට ශාක නිරාවරණය වීම හේතුවෙන් විවිධ ජාන විකෘති සහිත ශාක බිහි විය හැකි ය (කුරුශාක, පත්‍ර විකෘතිතා සහිත ශාක ආදිය).
4) වර්ණක විරංජනය වීමෙන් රෙදිවල ගුණාත්මක බව අඩු වීම.
5) ඕසෝන් රබර් අණු සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර එහි ඇති ද්විත්ව බන්ධන බිඳ දමා රබර් දාම කෙටි කරයි. මේ නිසා රබර් ආශ්‍රිත නිෂ්පාදනවල යාන්ත්‍රික ශක්තිය අඩු වීම මෙන් ම ඒවායේ ආයු කාලය කෙටි වීම ද සිදු වෙයි.

ඕසෝන් වියන ආරක්‍ෂා කිරීමට ගත යුතු ක්‍රියා මාර්ග

වර්තමානයේ දී සිදු වන වේගයෙන් ම ඕසෝන් වියන දිගට ම හායනයට ලක් වුව හොත් තව දශක කිහිපයක් යන විට අප පෘථිවිය ජීවයේ පැවැත්මට නුසුදුසු ස්ථානයක් බවට පත් වෙයි. නැතහොත් ඉතා අධික ලෙස ඇසේ සුද මතු වීම සහ සමේ පිළිකා සහිත රෝගීන් අධික ලෙස වාර්තා වෙයි.

මේ නිසා ඕසෝන් වියන හායනය වන වේගය අඩු කිරීම සඳහා ඉක්මන් ක්‍රියාමාර්ග ගත යුතු ය. CFC ඕසෝන් වියනට හානිකර ප්‍රධානම කාරකය බැවින් එය නිපදවීම සහ භාවිතය නැවැත්විය යුතු ය. මේ සඳහා දැනටමත් ක්‍රියාමාර්ග ගෙන ඇති අතර මොන්ට්‍රියල් සම්මුතිය මඟින් CFC නිෂ්පාදනය 1996 දී පමණ නවතා දමන ලදි. මෙවිට CFC යොදාගත් කාර්මික භාවිත සඳහා විකල්ප වායු යොදා ගැනීමට සිදු වෙයි.

CFC සඳහා ප්‍රථමයෙන් යොදා ගත් විකල්ප වායුව වනුයේ HCFC (Hydrochloroflurocarbon) හයිඩ්‍රොක්ලෝරෝෆ්ලුවොරොකාබන් ය. මේ අණුව CFCවලට බොහෝ සෙයින් සමාන අතර වෙනස නම් ක්ලෝරීන් සහ ෆ්ලුවොරීන් පරමාණුවලට අමතරව හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවක් ද පැවතීමයි.



HCFC 22 (a) | HCFC 123 (b) | HFC 32 (c) | HFC 134a (d)

1.33 රූපය (a) හා (b) HCFC අණු කිහිපයක් සහ (c) හා (d) HFC අණු කිහිපයක්

මෙම අණුවල පවතින C - H බන්ධනය, පහළ වායුගෝලයේ පවතින, සාපේක්‍ෂව අඩු ශක්තියක් ඇති සූර්ය කිරණ හමුවේ දී වියෝජනයට ලක් වෙයි. මේ හේතුවෙන් සංයෝග අණු සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයක් ඕසෝන් වියන ප්‍රදේශයට ළඟා වීමට පෙර වියෝජනයට ලක් වෙයි. එහෙත් අධික වාෂ්පශීලීතාව හේතුවෙන් මේ වායුව ද ස්තර ගෝලයට ගමන් කළ හැකි අතර, එසේ ඕසෝන් වියන ප්‍රදේශයට ළඟා වුව හොත් C – Cl බන්ධනය අධි ශක්ති UV කිරණ හමුවේ දී විඛණ්ඩනය වී $^{\cdot}$Cl මුක්ත ඛණ්ඩ නිපදවීම මඟින් ඕසෝන් වියනට හානි කිරීමේ යම් විභවයක් පවතී. ඕසෝන් වියන ආරක්ෂා කිරීම සඳහා යොදා ගත් දෙවන විකල්පය වනුයේ ශීතකාරක වායුව ලෙස හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරොකාබන් (HFC) යොදා ගැනීමයි. HFC හි Cl පරමාණු නැති අතර ඇත්තේ F හා H පරමාණු පමණි. H පරමාණු පැවතීම හේතුවෙන් එහි ස්ථායිතාව අඩු වන අතර, (HCFC මෙන්) Cl පරමාණු නැති නිසා ඉහළ වායුගෝලයේ දී $^{\cdot}$Cl මුක්ත ඛණ්ඩ නිපදවීමක් සිදු නොවන හෙයින් HFC මඟින් ඕසෝන් වියනට කිසිදු හානියක් සිදු නොකරයි. මේ හේතුවෙන් අද වන විට ලෝකයේ භාවිත කරන වායු සමන යන්ත්‍ර සහ ශීතකරණ තුළ භාවිත කරනු ලබන සිසිලන වායුව වනුයේ HFC (HFC 134a) ය.

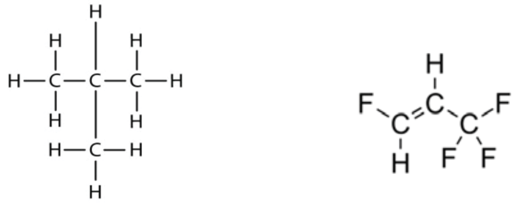
සටහන- මේ HFC වායුව ඕසෝන් වියනට කිසිදු හානියක් සිදු නොකළත් HFC, CFC, HCFC යන සියල්ල ඉතා ප්‍රබල හරිතාගාර වායු වෙයි. මේ වායූන්ගේ හරිතාගාර වායු ප්‍රබලතාව (Global warming potential - GWP) කාබන් ඩයොක්සයිඩ් මෙන් දහස් ගුණයකි.

1.8 වගුව හරිතාගාර වායු සහ ඒවායේ GWP අගය

වායුව	**GWP** අගය
CO_2	1
CH_4	22
N_2O	310
HFC 23	11700
HFC 134a	1300
CFC 12	10600
HCFC 22	1700

මේ හේතුවෙන් ඉහත සඳහන් වායු, වායුගෝලයේ ඉතා කුඩා සාන්ද්‍රණයකින් (ppt) පැවැතිය ද ඉතා ඉහළ GWP අගයන් නිසා ඒවාට ගෝලීය උණුසුම ඉහළ දැමීමට සැලකිය යුතු දායකත්වයක් දැක්විය හැකි ය. මේ නිසා HFC ඕසෝන් වියන හායනය වැළැක්වීම සඳහා හොඳ විකල්පයක් වුව ද එය තවත් ලෝක පාරිසරික ප්‍රශ්නයක් වන ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමට දායක වීම හේතුවෙන් එහි භාවිතය ප්‍රශ්නාර්ථයක් වී ඇත. මේ හේතුවෙන් ඕසෝන් වියනට හානි නොකරන සහ ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමට ඉතා අඩු දායකත්වයක් දක්වන සිසිලන වායු යොදා ගැනීමට ලෝක ප්‍රජාව පෙලඹෙමින් සිටිති.

මේ සඳහා විකල්ප ලෙස වාෂ්පශීලී හයිඩ්‍රොකාබන් (R600a) සහ වායුගෝලයේ දී ස්ථායිතාව ඉතා අඩු අසංතෘප්ත හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරොකාබන් සංයෝගය (Hydrofluoroolefin) HFO-1234a යොදා ගැනීම ඇරඹී ඇත. වාෂ්පශීලී හයිඩ්‍රොකාබන් සඳහා අයිසොබියුටේන් යොදා ගැනේ. මේ අයිසොබියුටේන්, R600a වායුව ලෙස කාර්මිකව හඳුන්වයි. එසේ ම අසන්තෘප්ත හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරොකාබන් ලෙස හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරොඔලිෆීන (HFO) භාවිතය නිර්දේශ කර ඇත. HFO ව්‍යුහමය වශයෙන් HFCට සමාන අතර එහි ද්විත්ව බන්ධනයක් පවතී. ද්විත්ව බන්ධන සහිත සංයෝග වඩාත් ප්‍රතික්‍රියාශීලී වන හෙයින් මේ HFO සංයෝග පහළ වායුගෝලයේ දී ඉක්මනින් වියෝජනය වී වායුගෝලයෙන් ඉවත් වෙයි. මේ නිසා ගෝලීය උණුසුම ඉහළ යෑමට දක්වන දායකත්වය ඉතා අඩු ය.



(a) (b)

1.34 රූපය **(a)** අයිසොබියුටේන් (R600a) **(b)** හයිඩ්‍රොෆ්ලුවොරොඔලිෆීන (HFO-1234a)

1.13.4 ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව

ඔබ වාහන තදබදය අධික නගරයක ජීවත් වන කෙනෙක් ද? එසේ නම් මෙවැනි නගරයක අපර භාගයේ දී තරමක් ඉහළ ගොඩනැගිල්ලක සිට නගරය දෙස බැලූ විට අදාළ ගොඩනැගිලිවලට ඉහළින් පාරදෘශ්‍යතාව අඩු දුඹුරු පැහැති තිමිර පටලයක් දැකගැනීමට හැකි වනු ඇත. මහනුවර නගරය, කොළඹ පිටකොටුව, බොරැල්ල, කඩුවෙල ආශ්‍රිත ප්‍රදේශවල සමහර සුළං රහිත, අහස

පැහැදිලි දිනවල මෙය දැක ගත හැකි ය. ලංකාවේ තරමක් විරල වුව ද නවදිල්ලිය, මුම්බායි, කල්කටා, ශැංහයි, බීජිං සහ ක්වාලාලාම්පූර් වැනි නගර ආශ්‍රිත ව මේ තත්ත්වය දරුණුවට දැක ගත හැකි ය.

මෙසේ අපර භාගයේ දුඹුරු පැහැති අඩු පාරදෘශ්‍යතාවකින් යුත් පටලයක් ඇති වීමට හේතුව කුමක් ද? මේ පටලය ඇති වීමට හේතු වන සංකීර්ණ ප්‍රකාශ රසායනික ක්‍රියාවලිය ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව වශයෙන් හැඳින්වෙයි. සූර්ය කිරණ හමුවේ පරිසර දූෂක කාරක කිහිපයක් එකිනෙක ප්‍රතික්‍රියා කර ඇති වන රසායන ද්‍රව්‍ය, සියුම් අංශු හා ජල බිඳිති මඟින් සූර්ය කිරණ ප්‍රකිරණය (scattering) වීමෙන් සිදු වන වායුගෝලයේ පාරදෘශ්‍යභාවය අඩු වීම ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව ලෙස හඳුන්වයි.

ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව ඇති වීමට හේතු වන රසායනික දූෂක සහ ඒවායේ ප්‍රභව

ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව ඇතිවීමට රසායනික දූෂක වර්ග දෙකක් දායක වෙයි. ඒවා නම් නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් වායුව (NO) සහ වාෂ්පශීලි හයිඩ්‍රොකාබන (නොදැවුණු ඉන්ධන) වෙයි. මීට අමතරව සූර්යාලෝකය සහ 15 °C ට වැඩි උෂ්ණත්වයක් තිබීමද අවශ්‍ය වේ.

ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවට හේතු වන රසායන ද්‍රව්‍ය වන්නේ, **NO, $CH_3(CH_2)_nCH_3$ (n = 1 – 4)**

මේ රසායන ද්‍රව්‍ය දෙක ම සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ වාතයට එක් වනුයේ රථවාහන ගමනාගමනය හේතුවෙනි. හයිඩ්‍රොකාබන් යනු ද්‍රව පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධනවල ප්‍රධාන සංඝටක වෙයි. වාහන ගමනාගමනය සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ රැඳී ඇත්තේ ද්‍රව පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන මතයි. වාහනවලට යොදන ඉන්ධන විවිධ ආකාරයෙන් නොදැවුණු ඉන්ධන ලෙස පරිසරයට එකතු වෙයි. විශේෂයෙන් ගැසොලින් ඉන්ධනවල අධික වාෂ්පශීලීතාව හේතුවෙන් වාහනයේ ඉන්ධන ටැංකියෙන් වාෂ්පීකරණය වීම නිසා වාෂ්පශීලී හයිඩ්‍රොකාබන පරිසරයට එකතු වෙයි. එසේ ම කාබියුලේටරය තුළින් ද සැලකිය යුතු හයිඩ්‍රොකාබන ප්‍රමාණයක් වාෂ්ප වී යයි. එහෙත් වැඩි ම ප්‍රමාණයක් වාතයට එක් වනුයේ වාහනයේ අපවහන (exhaust) පද්ධතිය හරහා ය. වාහනයේ එංජිම තුළ දී ඉන්ධන අධික පීඩනයක් සහ අධික උෂ්ණත්වයක් හමුවේ දහනයට ලක් වුව ද එංජිමේ පිස්ටන තුළට ඇතුළු වන සියලු ඉන්ධන අණු දහනය වන්නේ නැත. විශේෂයෙන් පිස්ටනයේ පිටත බිත්තියට ආසන්නව පවතින හයිඩ්‍රොකාබන අණු දහනය වන්නේ නැත. මේ නොදැවුණු ඉන්ධන අණු අපවහන පද්ධතිය හරහා වාතයට නිදහස් වෙයි.

වාහනයේ එංජිම තුළ ඉන්ධන දහනය කෙරෙනුයේ ඉන්ධන සහ වාතය ප්‍රශස්ත අනුපාතයකට මිශ්‍ර කර අධික පීඩනයක් යටතේ ජ්වලනයට පත් කිරීමෙනි. මෙහි දී දහනයෙන් පිට වන තාපය හේතුවෙන් එංජිම තුළ අධික උෂ්ණත්ව සහ පීඩන තත්ත්වයක් නිර්මාණය වෙයි. සාමාන්‍ය තත්ත්ව යටතේ දී අක්‍රිය වායුවක් ලෙස සැලකෙන නයිට්‍රජන් මේ ඉහළ උෂ්ණත්ව සහ පීඩන තත්ත්ව යටතේ දී ඔක්සිජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් නිපදවයි. මෙසේ නිපදවන නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් වායුව වාහනයේ අපවහන පද්ධතිය හරහා වාතයට එකතු වෙයි. මේ අනුව ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවට හේතු වන දූෂක කාරක දෙක ම වාතයට එකතු වනුයේ වාහන ධාවනය හේතුවෙනි. මේ අනුව අධික වාහන තදබදය ඇති නාගරික ප්‍රදේශවල ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව ප්‍රබලව ඇති වෙයි.

ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවේ රසායනය

ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව ඇති වීම පහළ වායුගෝලයේ සූර්යාලෝකය හමුවේ සිදු වන ඉතා සංකීර්ණ රසායනික ප්‍රතික්‍රියා ජාලයකි. එහෙත් අධ්‍යයනයේ පහසුව තකා ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවේ දී සිදු වන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා පහත ආකාරයට ඉතා සරල ව දැක්විය හැකි ය.

අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමෙන් පිට වන NO වායුව වායුගෝලයේ දී තවදුරටත් ඔක්සිකරණය වී NO_2 සෑදෙයි. මේ NO_2 සූර්ය කිරණ හමුවේ දී වියෝජනයට ලක් වී පරමාණුක ඔක්සිජන් නිපදවෙයි.

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

$$NO_2(g) \xrightarrow{h\nu} NO(g) + O(g)$$

සෑදෙන පරමාණුක ඔක්සිජන් අණුක ඔක්සිජන් (O_2) සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවේ එක් ප්‍රධාන දූෂකයක් වන ඕසෝන් (O_3) නිපදවයි.

$$O(g) + O_2(g) \longrightarrow O_3(g)$$

$^{\bullet}OH$ මුක්ත ඛණ්ඩ ඇතිවීම: $O(g) + H_2O(g) \longrightarrow {}^{\bullet}OH(g)$

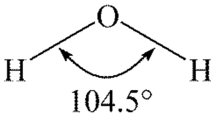
මීට අමතරව ඉහත සෑදුණු $^{\bullet}OH$ මුක්ත ඛණ්ඩ සහ පරමාණුක ඔක්සිජන් මඟින් සාදන ඕසෝන් වාෂ්පශීලී හයිඩ්‍රොකාබන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ඇල්කයිල් සහ පෙරොක්සි ඇල්කයිල් මුක්ත ඛණ්ඩ සාදයි. මේ ඇල්කයිල් ($R^{\bullet}$) හා පෙරොක්සි ඇල්කයිල් ($ROO^{\bullet}$) මුක්ත ඛණ්ඩ NO_2 හා O_2 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර වාෂ්පශීලී කෙටිදාම ඇල්ඩිහයිඩ, පොරොක්සි ඇසිටයිල් නයිට්‍රේට (PAN), පොරොක්සි බෙන්සයිල් නයිට්‍රේට (PBN) ආදි අහිතකර ඵල හටගනී. එසේ ම නිපදවූ ඇල්ඩිහයිඩ, බහුඅවයවීකරණයට ලක් වීමෙන් වාතයේ අවලම්බනය වන කුඩා අංශු හට ගනී. මේ අංශු මත දූවිලි, ජලවාෂ්ප ආදිය තැන්පත් වීම හේතුවෙන් වඩා විශාල අංශු හට ගන්නා අතර, මේ අංශු මඟින් සූර්ය ආලෝකය ප්‍රකිරණය (scattering) වීම නිසා පහළ වායුගෝලයේ පාරදෘශ්‍යතාව අඩු වී තිමිර පටලයක් සේ දිස් වෙයි. ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාව යනු අප පියවි ඇසට පෙනෙන එකම වායු දූෂණ අවස්ථාවයි.

ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවේ අහිතකර බලපෑම්

- ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවේ ප්‍රධාන ඵලයක් ලෙස ඕසෝන් නිපදවෙයි. ඕසෝන් විෂ වායුවකි. ඕසෝන් ආඝ්‍රාණය වීම හේතුවෙන් ශ්වසන ආබාධ, ශ්වසන මාර්ගයේ ශ්ලේෂ්මල පටල විනාශ වීම, කැස්ස ආදිය ඇති වෙයි.
- එසේ ම ඕසෝන් අස්ථායි අධික ප්‍රතික්‍රියාශීලි වායුවක් වීම හේතුවෙන් ඕසෝන්වලට නිරාවරණය වූ විට විශේෂයෙන් ළපටි ශාක පත්‍රවල හරිතප්‍රද විනාශ වීමෙන් ශාක පත්‍ර මත කහ පැහැති පැල්ලම් ඇති වෙයි. මේ හේතුවෙන් ශාකවල ආහාර නිෂ්පාදනය අඩාළ වීමෙන් වර්ධන දුර්වලතා හටගන්නා අතර කෘෂි භෝගවල අස්වැන්න අඩු වෙයි.
- එසේ ම ඕසෝන් රබර් අණුවල ඇති ද්විත්ව බන්ධන විච්ඡේදනය කරයි (ඕසෝන් විච්ඡේදනය). මෙවිට රබර් අණුවල දාම කෙටි වීම නිසා රබර් ආශ්‍රිත නිෂ්පාදනවල යාන්ත්‍රික ශක්තිය අඩු වෙයි. මේ නිසා රබර්වල ප්‍රත්‍යාස්ථතාව අඩු වීම, ටයර්වල පැළුම් ඇති වීම ආදිය සිදු වේ.
- ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවෙන් ඇති වන වාෂ්පශීලි ඇල්ඩිහයිඩ රාශියක් වෙයි. මේවා ආඝ්‍රාණයෙන් ශ්වසන ආබාධ ඇති වීම සහ ඇදුම, හතිය, බ්‍රොන්කයිටිස් වැනි ආබාධ සහිත පුද්ගලයන්ගේ ආබාධ තත්ත්ව උත්සන්න වීම සිදු වෙයි. එසේ ම ඒ සංයෝග ආඝ්‍රාණය වීම හේතුවෙන් අසාත්මික ලක්ෂණ ද ඇති වෙයි.
- ප්‍රකාශ රසායනික ධූමිකාවෙන් ඇති වන පෙරොක්සි ඇසිටයිල් සංයෝග (PAN හා PBN) පිළිකාකාරක වන අතර ජාන විකෘතිතා ඇති කරයි. එසේ ම මේ සංයෝග ශරීරයේ ක්‍රියාකාරි ප්‍රෝටීන සහ එන්සයිමවල රසායනික වෙනස්කම් ඇති කිරීම හේතුවෙන් ඒ එන්සයිමවල ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා ඇති කරයි.
- ඕසෝන් මඟින් වර්ණක විරංජනය වේ. ඒ නිසා රෙදිපිළිවල ගුණාත්මක බව අඩු වේ.

1.14 කර්මාන්ත නිකුතු විසින් සිදු කෙරෙන ජල දූෂණයේ රසායනය

ජලය යනු පෘථිවියේ ජීවයේ පැවැත්මට අත්‍යවශ්‍ය එක් සාධකයකි. ඒ ජලය ජෛව රසායනික ප්‍රතික්‍රියා සඳහා දායක වීම සහ එම ප්‍රතික්‍රියා සඳහා ද්‍රාවකය ලෙස ක්‍රියා කිරීම හේතුවෙනි. එසේ ම ජලය ස්වාභාවික පාරිසරික ප්‍රතික්‍රියා සඳහා ද්‍රාවකය ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. ජලය මෙසේ ජෛව - පාරිසරික ප්‍රතික්‍රියා සඳහා ද්‍රාවකය ලෙස ක්‍රියා කරනුයේ ජල අණුවේ අපූර්ව ලක්ෂණ හේතුවෙනි. ජල අණුවේ ජ්‍යාමිතික හැඩය සැලකූ විට එය කෝණික හැඩයක් ගනී (රූපය 1.35).



1.35 රූපය ජල අණුවේ ජ්‍යාමිතික හැඩය

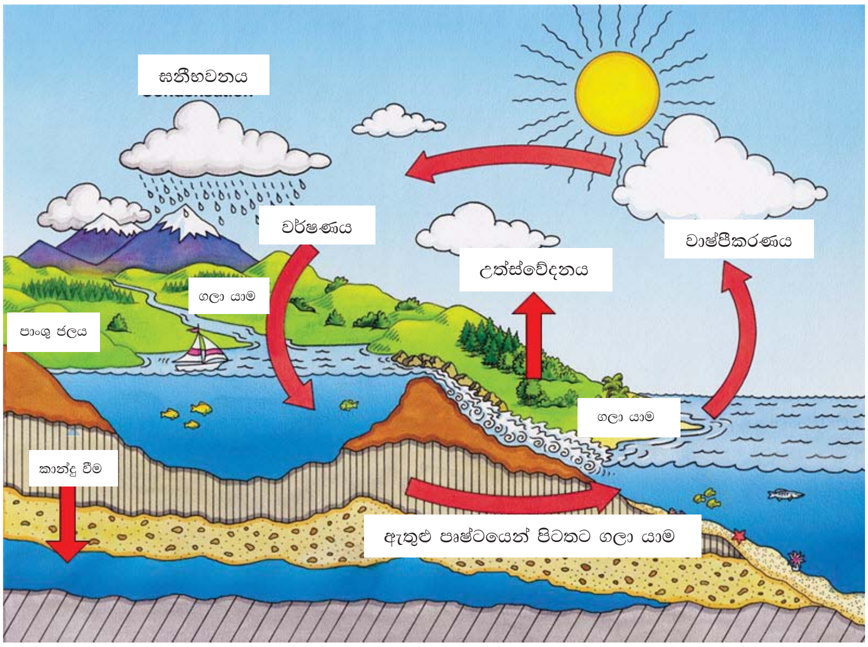
එහි HOH කෝණයේ අගය 104.5° වෙයි. ජල අණුව සෑදීමට හේතු වූ H හා O පරමාණුවල විද්‍යුත්-සෘණතා වෙනස හේතුවෙන් ජල අණුවේ O-H බන්ධන ධ්‍රැවීය වෙයි. මේ ධ්‍රැවීය O-H බන්ධන යුගලය අවකාශයේ කෝණිකව පිහිටන බැවින් ජල අණුවට සම්ප්‍රයුක්ත ධ්‍රැවීයතාවක් පවතී. මේ ධ්‍රැවීයතාව ඩෙබායි ඒකක 1.85 (1.85 D) පමණ වෙයි. මේ හේතුවෙන් ජල අණුව ප්‍රබල ධ්‍රැවීය අණුවක් ලෙස සැලකිය හැක. ජල අණුවේ මේ ප්‍රබල ධ්‍රැවීයතාව හේතුවෙන් අණු අතර ප්‍රබල හයිඩ්‍රජන් බන්ධන හට ගැනීම නිසා නිකර ජලය (Bulk Water) කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ද්‍රවයක් ලෙස පවතී. එනම් ජලය යනු ප්‍රබල ධ්‍රැවීය ද්‍රවයකි. ජලයේ මේ ප්‍රබල ධ්‍රැවීයතාව හේතුවෙන් බොහෝ ධ්‍රැවීය සංයෝග ජලයේ ද්‍රාවණය වෙයි. එනම් ජලය ධ්‍රැවීය සංයෝග සඳහා හොඳ ද්‍රාවකයකි. අප පරිසරයේ ඇති බොහෝ ස්වාභාවික සංයෝග ධ්‍රැවීය වෙයි. එසේ ම ජෛව රසායනික ක්‍රියාවලිය සඳහා දායක වන බොහෝ සංයෝග ධ්‍රැවීය වෙයි. මේ හේතුවෙන් ජලය ජෛව රසායනික සහ පාරිසරික ක්‍රියාවලි සඳහා ද්‍රාවකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මේ හේතුවෙන් පරිසර රසායනික විද්‍යාවේ දී ජලය පාරිසරික ධ්‍රැවීය ද්‍රාවකය (environmental polar solvent) ලෙස ද නම් කරයි.

ජලය මෙසේ ධ්‍රැවීය සංයෝග සඳහා හොඳ ද්‍රාවකයක් ලෙස ක්‍රියා කිරීමේ අහිතකර ලක්ෂණ ද පවතී. එනම් විවිධ අහිතකර ධ්‍රැවීය සහ අයනික සංයෝග ජලයේ හොඳින් දිය වී ජලය ශීඝ්‍රයෙන් දූෂණයට ලක් වීමයි. මෙසේ විවිධ සංයෝග ජලයේ ද්‍රාවණය වී ජලය අදාළ කාර්යය සඳහා සුදුසු නොවීම ජලය දූෂණය නම් වෙයි. ජල දූෂණය ජලය යොදා ගෙන කරන කාර්යය අනුව වෙනස් වෙයි. උදාහරණයක් ලෙස බීමට සුදුසු නොවන ආකාරයට දූෂණය වූ ජලය කෘෂිකර්මාන්තය සඳහා දූෂණය නොවූ ජලය ලෙස සැලකිය හැකි අවස්ථා ඇත. එසේ ම කාර්මිකව ආහාර සැකසුම් සඳහා සුදුසු නොවන ආකාරයට ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් මඟින් දූෂිත වූ ජලය හුමාලය ලබා ගැනීම සඳහා සුදුසු වේ.

ජලය ප්‍රබල ධ්‍රැවීය ද්‍රාවකයක් වුවත් නිර්ධ්‍රැවීය සංයෝග ද ජලයේ සුළු වශයෙන් දිය වෙයි. මෙවැනි සමහර නිර්ධ්‍රැවීය සංයෝග ඉතා විෂ සහිත වන අතර අංශු මාත්‍ර ප්‍රමාණවලින් ද්‍රාවණය වුව ද ඒ ප්‍රමාණය අහිතකර අවම මට්ටමට වඩා ඉහළ විය හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස ඉතා ප්‍රබල පිළිකාකාරකයක් වන බෙන්සීන්වල ජල ද්‍රාව්‍යතාව මිලියනයකට කොටස් 1780 (1780 ppm) පමණ වෙයි. එහෙත් බීමට ගන්නා ජල පරාමිති අගය අනුව බොන ජලයේ බෙන්සීන් තිබිය හැකි උපරිම අගය බිලියනයක කොටස් 5කි (5 ppb). එනම් බෙන්සීන්වල ජල ද්‍රාව්‍යතාව අදාළ අවම අගයට වඩා 350,000 වාරයක් ඉහළ අගයකි. මේ අනුව අපට නිගමනය කළ හැක්කේ ධ්‍රැවීය මෙන් ම නිර්ධ්‍රැවීය සංයෝග ද ජලයේ ද්‍රාවණය වීමෙන් ජලය දූෂණයට ලක් වන බවයි. එසේ ම සම්පූර්ණයෙන් ම නිර්ධ්‍රැවීය අණුවක් වන ඔක්සිජන් අණුව ද සුළු වශයෙන් ජලයේ ද්‍රාවණය වෙයි (8 ppm). මේ ඉතා සුළු වශයෙන් ජලයේ දිය වූ ඔක්සිජන් සියලු ජලජ ජීවී ක්‍රියාවලි සඳහා අත්‍යවශ්‍ය සාධකයකි. සියලු ජලජ ජෛව ක්‍රියාවලි සිදු වනුයේ මෙසේ ඉතා සුළුවෙන් ජලයේ ද්‍රාවණය වූ O_2 නිසා ය.

1.14.1 ජල චක්‍රය සහ ජල දූෂණය

රූපය 1.36 මඟින් දක්වෙනුයේ පාරිසරික ජල චක්‍රයයි. මෙහි දී ජලය පරිසරයේ විවිධ කොටස් අතර හුවමාරුව දක්වෙයි. ජල චක්‍රයේ සියලු අවස්ථාවල දී ජලය දූෂණයට ලක් වේ. ජල චක්‍රයේ අඩු ම දූෂිත ජලය වනුයේ වායුගෝලීය ජලයයි. (වලාකුළු, ජල වාෂ්ප, මීදුම, තුහින සහ වර්ෂා ජලය) වායුගෝලයට ජලය එක් වනුයේ භෞමික ජලය වාෂ්පීකරණයට ලක් වීමෙනි. ජලයේ ද්‍රාවණය වී ඇති බොහෝ ධ්‍රැවීය සංයෝගවල (ලවණ ආදිය) තාපාංකය ඉහළ අගයක් ගන්නා බැවින් එම සංයෝග ජලයේ වාෂ්පීකරණයත් සමඟ වායුගෝලයට ගමන් නොකරයි. මේ හේතුවෙන් වාෂ්පීකරණය මඟින් වායුගෝලයට එක් වන ජලය පරිසරයේ ඇති පිරිසිදු ම සහ අවම දූෂණයට ලක් වූ ජලය වේ. කෙසේ වෙතත් වාෂ්පශීලි ධ්‍රැවීය සංයෝග වායුගෝලයේ දී ජලයේ දිය වේ (H_2S, NH_3, NO_2). එසේ ම ප්‍රකාශ රසායනික ක්‍රියාවලි හේතුවෙන් වායුගෝලයේ නිපදවෙන විවිධ රසායනික සංයෝග ද වායුගෝලීය ජලයේ ද්‍රාවණය වේ (NO_2, SO_2, H_2SO_4, HNO_3, NH_4NO_3 ආදිය). එසේ ම වායුගෝලයේ පවත්නා ඉතා කුඩා අවලම්බිත අංශු ද (දුවිලි, පරාග, බැක්ටීරියා ආදිය) වායුගෝලීය ජලය සමඟ එක් වී වායුගෝලීය ජලය දූෂණයට ලක් කරයි.



1.36 රූපය ජල චක්‍රය

මේ වායුගෝලීය ජලය වර්ෂණය (precipitation) (වර්ෂාව, හිම, තුහින, මීදුම, අයිස් කැට වර්ෂා (Hale)) ලෙස පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ළඟා වෙයි. මෙලෙස පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ළඟා වන ජලයෙන් කොටසක් පෘථිවි පෘෂ්ඨය හරහා ගලා යෑම හේතුවෙන් තවදුරටත් දූෂණයට ලක් වෙයි. ඛනිජ ද්‍රව්‍ය දිරාපත් වීමෙන් සෑදෙන ලවණ (බැරලෝහ ලවණ), පසේ ඇති විවිධ ලවණ වර්ග, මිනිසා විසින් නිපදවා පරිසරයට එක් කරන ලද විවිධ රසායන ද්‍රව්‍ය (පොහොර, කාර්මික රසායන ද්‍රව්‍ය, කෘෂි රසායන ද්‍රව්‍ය) ආදිය ජලයේ දිය වීමෙන් ජලය තවදුරටත් දූෂණයට ලක් වෙයි. වර්ෂණය මඟින් පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ළඟා වූ ජලයෙන් කොටසක් පෘථිවියේ පාෂාණ ස්තර හරහා පෘථිවි අභ්‍යන්තරයට ගමන් කරයි (Ground Water). මෙලෙස ජලය පසේ ඛනිජ ස්තර හා පාෂාණ ස්තර හරහා ගමන් කිරීමේ දී මේ ස්තර විඛාදනයට ලක් වීමෙන් විවිධ ඛනිජ ලවණ වර්ග ජලයට එක් වී පෘථිවි අභ්‍යන්තර ජලය ද දූෂණයට ලක් වෙයි.

1.14.2 ජල තත්ත්ව පරාමිති (Water quality parameters)

අප මීට පෙර සඳහන් කළ පරිදි ධ්‍රැවීය මෙන් ම නිර්ධ්‍රැවීය බොහෝ දෑ අඩු වැඩි වශයෙන් ජලයේ ද්‍රාවණය වෙයි. සමහර දෑ ඉතා විශාල වශයෙන් ද්‍රවණය වුව ද අහිතකර නැත (උදා: NaCl). සමහර දෑ ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයක් ද්‍රවණය වුව ද ඉතා විෂ සහිත ය (උදා: බැරලෝහ අයන). මේ හේතුව නිසා ජලය අදාළ ප්‍රයෝජනයට ගන්නා කාර්යය සඳහා යෝග්‍යතාව මැන බැලීම සඳහා ජලයේ ද්‍රවණය වී සහ ද්‍රවණය නොවී පවත්නා ද්‍රව්‍ය සඳහා උපරිම අවම මට්ටම් හෝ පරාස තීරණය කර ඇත. මේවා

ජල තත්ත්ව පරාමිති වේ. පානීය ජලයේ රසායනික පරාමිති සහ අපජලය බැහැර කිරීම සඳහා වන පරාමිති ලෙස විවිධ රටවල් සහ අන්තර්ජාතික ආයතන විසින් ප්‍රකාශයට පත් කර ඇත. මේ පරාමිති අදාළ සීමාවලින් ඉවතට ගිය විට ජලය අදාළ කාර්යය සඳහා සුදුසු නොවේ යැයි සලකනු ලැබේ.

පහත වගුවේ දැක්වෙනුයේ ශ්‍රී ලංකා ප්‍රමිති ආයතනය විසින් ප්‍රකාශයට පත් කරන ලද ශ්‍රී ලංකාවේ ගෙදර දොර පරිහරණයට සුදුසු ජලයේ තිබිය යුතු පරාමිතිවල උපරිම අගය හෝ පරාස වෙයි.

1.9 වගුව ශ්‍රී ලංකා ප්‍රමිති ආයතනය විසින් ප්‍රකාශයට පත් කරන ලද ගෙදර දොර පරිහරණයට සුදුසු ජලයේ තිබිය යුතු පරාමිතිවල උපරිම අගය හෝ පරාස

පරාමිතිය	ඒකකය	උපරිම අගය හෝ පරාසය
වර්ණය	හේසන් ඒකක (Hazen Units)	15
ආවිලතාව	නෙෆෙලෝමෙට්‍රික් අවිලතා ඒකකය (NTU)	2
pH අගය		6.5 - 8.5
රසායනික ඔක්සිජන් ඉල්ලුම (COD)	$mg\ L^{-1}$	10
පූර්ණ ද්‍රාවිත ඝන ද්‍රව්‍ය	$mg\ L^{-1}$	500
ජලයේ කඨිනත්වය ($CaCO_3$ ලෙස)	$mg\ L^{-1}$	250
මුළු පොස්ෆේට් (PO_4^{3-} ලෙස)	$mg\ L^{-1}$	2.0
ආසනික් (As^{3+} ලෙස)	$mg\ L^{-1}$	0.01
කැඩ්මියම් (Cd^{2+} ලෙස)	$mg\ L^{-1}$	0.003
ලෙඩ් (Pb^{2+} ලෙස)	$mg\ L^{-1}$	0.01
මර්කරි (Hg^0 සහ Hg^{2+} ලෙස)	$mg\ L^{-1}$	0.001

1.14.3 අපජල තත්ත්ව පරාමිති

අපජල තත්ත්ව පරාමිති කිහිපයක් ඉතා කෙටියෙන් සලකා බලමු.

- **pH අගය**

pH යන අකුරු දෙකෙන් කියවෙනුයේ හයිඩ්‍රජන් විභවය (Potential of Hydrogen) යන්නයි. pH පරිමාණය (pH scale) යනු ද්‍රාවණයේ අම්ලිකතාව හෝ භාස්මිකතාව ප්‍රකාශ කරන පරිමාණයකි. pH අගය ලෙස දැක්වෙනුයේ ද්‍රාවණයක හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය ($mol\ dm^{-3}$) ඍණ ලඝු අගයක් ලෙස ප්‍රකාශ කළ විටයි.

ද්‍රාවණයක pH අගය නිර්ණය කිරීමට ක්‍රම කිහිපයක් ඇත.

1. අනුමාපනයක් හෝ වෙනත් ක්‍රමයක් මඟින්: ද්‍රාවණයේ H^+ සාන්ද්‍රණය නිර්ණය කර එහි සෘණ ලඝු අගය ගැනීමෙන් ඉතා නිරවද්‍ය ලෙස pH අගය තීරණය කළ හැකි ය.
2. pH දර්ශක භාවිතයෙන් (එනම් ද්‍රාවණයේ H^+ අයන සාන්ද්‍රණයට අනුව වර්ණ වෙනස් වන පත්‍ර අනුසාරයෙන්): මෙහි දී අදාළ pH පත්‍රය ද්‍රාවණයේ පොඟවා ලැබෙන වර්ණය සම්මත pH වර්ණ පරිමාණය හා ගැළපීමෙන් දළ pH අගයක් ලබා ගත හැකි ය.
3. pH මීටරයක් භාවිතයෙන්: මෙහි දී ජලයේ H^+ අයන සාන්ද්‍රණය සමඟ විභවය වෙනස් වන විශේෂ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක විභවය (වීදුරු ඉලෙක්ට්‍රෝඩය) සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක (Ag/ AgCl ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක) විභවයට සාපේක්ෂව මැන එමඟින් ද විවිධ ජලීය ද්‍රාවණවල pH අගය සෘජුවම සෙවිය හැකි ය.

පහත 1.37 රූපය මඟින් අපට එදිනෙදා ජීවිතයේ දී හමු වන ජලීය ද්‍රාවණ කිහිපයක pH අගය දක්වයි. ශ්‍රී ලංකාවේ පානීය ජලයේ තිබිය යුතු ප්‍රශස්ත pH පරාසය 6.5 -8.5 ලෙස තීරණය කර ඇත.

1.37 රූපය එදිනෙදා ජීවිතයේ දී හමුවන ජලීය ද්‍රාවණ කිහිපයක pH අගය

- **සන්නායකතාව (Conductivity)**

ජලීය ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව යනු ඒ ජලීය මාධ්‍ය මඟින් විද්‍යුතය සන්නයනය කිරීමේ හැකියාව පිළිබඳ මිනුමකි. මේ සඳහා ජලයේ නිදහස් අයන තිබිය යුතු ය. පිරිසිදු ජලයේ සන්නායකතාව ඉතා අඩු ය. පිරිසිදු ජලයේ ඇත්තේ ජලය ස්වයංඅයනීකරණය හේතුවෙන් ඇති වන OH^- හා H^+ ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකි (1×10^{-7} mol dm^{-3} බැගින්). ජලයේ සන්නායකතාවට ප්‍රධාන වශයෙන් හේතුවනුයේ ජලයේ දිය වී ඇති ලවණ ප්‍රමාණයයි. ලවණ ජලයේ දිය වූ විට ඒ ලවණ අදාළ කැටයාන සහ ඇනායන බවට වෙන් වී සජලනය වූ අයන ලෙස පවතී. මේ අයනවලට ජලයේ ඔබ-මොබ ගමන් කළ හැකි බැවින් විභව අන්තරයක් යෙදූ කල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ වෙත ගමන් කිරීම මඟින් සන්නායකතාව ඇති කරයි. සන්නායකතාව සඳහා ජලයේ ද්‍රාවණය වන අකාබනික ලවණ, ජලයේ දී අයන බවට විඝටනය විය හැකි කාබනික සංයෝග (කාබනික අම්ල, භස්ම ආදිය) දායක වෙයි. ජලයේ හොඳින් දියවන එහෙත් අයන බවට විඝටනය නොවන ග්ලූකෝස්, සුක්‍රෝස් වැනි කාබනික සංයෝග මඟින්

ජලයේ සන්නායකතාවට දක්වන දායකත්වය ඉතා අල්පය. සන්නායකතාව මැනීම සඳහා සන්නායකතා මානය (Conductivity meter) භාවිත කරයි. සෙන්ටිමීටරයට සීමන්ස් (S cm^{-1}) සන්නායකතාව මනින ඒකකය වේ. එහෙත් අපට හමු වන බොහෝ ජලීය ද්‍රාවණවල මේ අගය කුඩා අගයක් බැවින් සෙන්ටිමීටරයට මයික්‍රෝසීමන්ස් (μS cm^{-1}) ලෙස සන්නායකතාව බොහෝ විට වාර්තා කරයි.

පහත 1.10 වගුවේ දැක්වෙනුයේ අපට එදිනෙදා හමු වන ජලීය ද්‍රාවණ කිහිපයක සන්නායකතා අගය කිහිපයකි.

1.10 වගුව එදිනෙදා හමු වන ජලීය ද්‍රාවණ කිහිපයක සන්නායකතා අගය

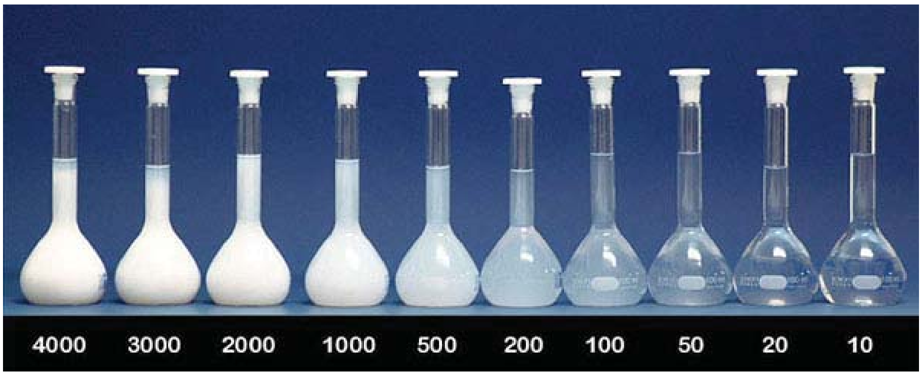
ද්‍රාවණය	සන්නායකතාව/ μS cm^{-1}
අයන ඉවත් කළ ජලය	0.1- 5
ආස්‍රැත ජලය	1-10
පානීය ජලය	50-1000
කිරි	1000
0.01 M KCl ද්‍රාවණය (සන්නායකතා සම්මත ද්‍රාවණය)	1410
භූ ජලය	100-8000
මුහුදු ජලය	2000-60000
ඇපල් යුෂ	10000
සාන්ද්‍ර අම්ල	60000-900000

- ආවිලතාව (**Turbidity**)

පිරිසිදු ජලය පූර්ණ පාරදෘශ්‍ය බවකින් යුක්ත වෙයි. එනම් ජලය තුළින් කිසිදු බාධාවකින් තොරව අලෝකය ගමන් කරයි. එහෙත් ජලයට යම් යම් ද්‍රව්‍ය එකතු වීම හේතුවෙන් ජලයේ පාරදෘශ්‍යතාව අඩු වී ජලය අපැහැදිලි ලෙස දිස් වෙයි. මෙසේ ජලයේ පාරදෘශ්‍යතාව අඩු වී දිස් වීම ජලයේ ආවිලතාව ලෙස හැඳින්වේ. ආවිලතාව ඇති වනුයේ ජලයේ ද්‍රාවණය නොවූ අවලම්බිත අංශු එනම් ගුරුත්වය මඟින් තැන්පත් නොවන සියුම් අංශු පැවතීම හේතුවෙනි. මේ කුඩා අංශු පැවතීම හේතුවෙන් ජලය තුළින් ගමන් කරන අලෝකය ප්‍රකිරණයට (scattering) ලක් වෙයි. මෙවිට ජල සාම්පලය වලාකුළක් සේ හෝ තිමිර පටලයක් සේ හෝ දිස් වෙයි. මෙසේ අවලම්බිත අංශු පැවතීම ජල දූෂණයේ එක් දෘශ්‍යමාන අවස්ථාවකි.

එසේ ම ජලයේ ඉතා සියුම් කලිල අංශු පැවතීම ද ආවිලතාවට හේතු වෙයි. ජලයේ ආවිලතාවට හේතු වන අවලම්බිත අංශු වනුයේ සියුම් මැටි අංශු, ඉතා කුඩා කාබනික හෝ අකාබනික අංශු, ඒකසෛලික ජීවීන්ගේ කොලනි සහ ඉතා සියුම් බහුඅවයවක අංශු ආදිය යි.

ජලයේ ආවිලතාව මැනීම සඳහා ආලෝක කදම්බයක් ජලය තුළින් කොපමණ ප්‍රකිරණය වනවා ද යන්න (scatter) හෝ සම්ප්‍රේෂණය වනවා ද (transmittance) යන්න මැනීම මඟින් සිදු කරයි. මෙහි දී ද්‍රාවණයේ ආලෝකය ප්‍රකිරණය වන ප්‍රමාණය, දන්නා ආවිලතාවක් ඇති ද්‍රාවණයක එම ආලෝකය ප්‍රකිරණය වන ප්‍රමාණය සමඟ සංසන්දනය කර ආවිලතාව මනිනු ලබයි. ආවිලතාව මනින ඒකකය nephelometric turbidity unit (NTU) වෙයි. සම්මත ආවිලතාව ඇති ද්‍රාවණ කිහිපයක NTU අගය පහත රූපයෙන් දැක්වේ.



1.38 රූපය සම්මත ආවිලතාව ඇති ද්‍රාවණ ශ්‍රේණියක NTU අගය

- **ජලයේ කඨිනත්වය**

ඔබ ලංකාවේ වියළි කලාපයේ ජීවත් වන්නකු ද? නැතහොත් ඒ ප්‍රදේශයට ගිය විට ළිඳකින් හෝ ජල මූලාශ්‍රයකින් ජලය පානය කර තිබේ ද? ඔබ පානය කළ ජලයේ රසය සිහියට නගන්න. ඒ ජලය යම් කිවුල් රසයකින් යුක්ත බව ඔබට මතක ඇත. එසේ ම එම ජලය ස්නානය කළ විට ඔබගේ හිසකෙස් ඇලෙන ස්වභාවයකට සහ රළු ගතියකට හැරවෙන ආකාරය නිරීක්ෂණය කරන්නට ඇත. මෙසේ වන්නේ ඇයි? එසේ කිවුල් රසයක් ලැබෙනුයේ සහ හිසකේ රළු බවක් ඇති වනුයේ ජලයේ කඨිනත්වය අධික වීම හේතුවෙනි.

ජලයේ කඨිනත්වය අර්ථ දක්වනුයේ ජලයේ සබන් අවක්ෂේප කිරීමේ ධාරිතාව ලෙසයි. ජලයේ කඨිනත්වයට හේතු වන රසායනික විශේෂ වනුයේ ජලයේ දිය වී පවතින බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායනයි. එනම් Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+} හෝ වෙනත් ඕනෑ ම බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායනවල සමස්ත සාන්ද්‍රණයයි. ස්වාභාවිකව ජලයේ වැඩිපුර ම පවතින බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායන වනුයේ Ca^{2+} සහ Mg^{2+} ය. මේ නිසා ස්වාභාවික ජලයේ කඨිනත්වයට සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ දායක වනුයේ මේ Ca^{2+} සහ Mg^{2+} කැටායනයි. එහෙත් ඉතා කලාතුරකින් Mn^{2+}, Fe^{2+}, Al^{3+} වැනි අයන ද කඨිනත්වයට දායක වන අවස්ථා ඇත. සබන් යනු මේද අම්ලවල සෝඩියම් හෝ පොටෑසියම් ලවණ වෙයි. මේ ලවණවල කාබොක්සිලේට් කාණ්ඩය අදාළ බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායන සමඟ සම්බන්ධ වූ විට සෑදෙන මේද අම්ලයේ බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායන ලවණය, ජලයේ ද්‍රාව්‍යතාව අඩු බැවින් අවක්ෂේපනයට ලක් වෙයි. මේ අවක්ෂේපයේ ඝනත්වය ජලයේ ඝනත්වයට වඩා අඩු බැවින්, සබන් උඩු මන්ඩි (soap scum) ලෙස ජලයේ පාවේ. මෙවිට සබන්වල ශෝධන ක්‍රියාව මේ සියලු බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායන ඉවත් වන තෙක් සිදු නො වෙයි. එසේ ම මේ බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායන හිසකෙස් පෘෂ්ඨයේ ස්වභාවයෙන් ම ඇති ඍණ ආරෝපණ සමඟ සම්බන්ධව ඒ ආරෝපණ උදාසීන කරයි. එවිට මින් පෙර පෘෂ්ඨීය ආරෝපණ හේතුවෙන් විකර්ෂණය වූ හිසකෙස් ආරෝපණ නැති වීම නිසා නැවත එකිනෙක එකතු වී ඇලෙන සුලු ස්වභාවයක් ඇති කරයි.

මෙහි දී ජලයේ පවතින වෙනත් ඇනායන (Cl^-, SO_4^{2-}) ස්ථිර කඨිනත්වයට කිසිදු සම්බන්ධයක් නැත. ජලයේ කඨිනත්වය ප්‍රකාශ කරන ඒකකය වනුයේ කැල්සියම් කාබනේට් මිලියනයකට කොටස් (ppm $CaCO_3$) ලෙසයි. ජලයේ කඨිනත්ව මට්ටම් පහත 1.11 වගුවේ ආකාරයට වර්ගකර ඇත (දළ වර්ගීකරණයකි).

1.11 වගුව ජලයේ කඨිනත්ව මට්ටම්

කැල්සියම් කාබනේට්/ mg L^{-1}	ජලයේ තත්ත්වය
0 -50	මෘදු ජලය
50 -100	මධ්‍යස්ථ මෘදු ජලය
100 - 200	මඳක් කඨින ජලය
200 - 300	මධ්‍යස්ථ කඨින ජලය
300 - 450	කඨින ජලය
450 +	අධික කඨින ජලය

- **තාවකාලික කඨිනත්වය (temporary hardness)**

ජලයේ ඉහත බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායන සමඟ ඒ මුළු සාන්ද්‍රණයට වඩා වැඩිපුර සාන්ද්‍රණයකින් බයිකාබනේට් අයන සහ කාබනේට් අයන පැවතීම තාවකාලික කඨිනත්වයයි. මෙය තාවකාලික කඨිනත්වය ලෙස සඳහන් කරනුයේ එය ජලය නැටවීම මගින් ඉවත් කිරීමට හැකි බැවිනි. මෙහි දී ජලය නැටවීමේ දී අදාළ ලෝහ කැටායන ඒවායේ කාබනේට් ලෙස අවක්ෂේප වෙයි.

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \xrightarrow{\Delta} CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$Mg^{2+} + 2HCO_3^- \xrightarrow{\Delta} MgCO_3 + CO_2 + H_2O$$

ස්ථිර කඨිනත්වය (permanent hardness)

ස්ථිර කඨිනත්වය ලෙස හැඳින්වෙනුයේ අදාළ බහු-සංයුජ ලෝහ කැටායනවල මුළු සාන්ද්‍රණයට වඩා ඉතා අඩුවෙන් කාබනේට් හෝ බයිකාබනේට් අයන පැවතීමයි.

මෙහි දී කාබනේට් හා බයිකාබනේට් අයනවල සමතුල්‍ය සාන්ද්‍රණයට (equivalent concentration) වඩා වැඩිපුර පවතින ලෝහ අයන රත් කිරීම මගින් අවක්ෂේප කළ නොහැකි නිසා එය ස්ථිර කඨිනත්වය ලෙස නම් කරයි. මේ කඨිනත්වය ඉවත් කිරීම බැහැරින් ජල ද්‍රාවිත කාබනේට් සංයෝග (Na_2CO_3) එක් කිරීමෙන් සිදු කළ හැකි ය.

$$Ca^{2+} + 2Cl^- + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2Na^+ + 2Cl^-$$

- **ජලයේ රසායනික ඔක්සිජන් ඉල්ලුම (chemical oxygen demand)**

ජලයේ රසායනික ඔක්සිජන් ඉල්ලුම යනු ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිකරණය කළ හැකි ද්‍රව්‍ය ඔක්සිකරණය කිරීම සඳහා අවශ්‍ය වන ඔක්සිජන් ප්‍රමාණයයි. ජලයේ බහුලව ම පවතින ඔක්සිකරණය කළ හැකි සංයෝග වනුයේ විවිධ කාබනික සංයෝගයි. මේවා විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථාවල පවතින අතර අවසානයේ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් (හෝ කාබනේට්) බවට ඔක්සිකරණය කළ හැකි ය. මේද අම්ල, ඇමයිනෝ අම්ල, ග්ලූකෝස් හා ෆෘක්ටෝස් වැනි සීනි වර්ග, පිෂ්ඨය, ප්‍රෝටීන මේ ගණයට අයත් වෙයි.

එසේ ම අකාබනික සංයෝග වන Fe^{2+}, Mn^{2+} වැනි අයන ද ජලයේ රසායනික ඔක්සිජන් ඉල්ලුමට දායක වෙයි. ජලයේ රසායනික ඔක්සිජන් ඉල්ලුම නිර්ණය කිරීම අනුමාපනයක් මගින් සිදු කරයි. ප්‍රබල ඔක්සිකාරකයක් වන ආම්ලික පොටෑසියම් ඩයික්‍රොමේට් ද්‍රාවණය දන්නා ප්‍රමාණයක් සමඟ

ආසවනය කර ඉතිරිවන ඩයික්‍රොමේට් අයන ප්‍රමාණය සම්මත Fe^{2+} අයන ද්‍රාවණයක් මඟින් අනුමාපනය සිදු කර ජලයේ COD අගය නිර්ණය කරයි.

ජලයේ COD මට්ටම බොහෝ විට මිනිනුයේ කර්මාන්ත මඟින් පිට කරන අපජලයේ ය. ඒ COD අධිකව ඇති අපජලය ජලාශවලට එක් වූ විට එම ජලාශ දූෂණයට ලක් වන බැවිනි.

ශ්‍රී ලංකා මධ්‍යම පරිසර අධිකාරිය දක්වා ඇති පරිදි විවිධ ස්ථානවලට බැහැර කරන අපජලයේ තිබිය යුතු උපරිම COD මට්ටම් පහත වගුවේ දැක්වේ.

1.12 වගුව ශ්‍රී ලංකා මධ්‍යම පරිසර අධිකාරිය මඟින් ප්‍රකාශිත අපජලයේ තිබිය යුතු උපරිම COD මට්ටම

අපවාහය	උපරිම **COD** අගය / mg L^{-1}
මතුපිට ජලයට බැහැර කරන කාර්මික අපජලය	250
වාරිමාර්ග ජලයට බැහැර කරන කාර්මික අපජලය	400
සාගර ජලයට බැහැර කරන කාර්මික අපජලය	250
රබර් කර්මාන්තශාලාවලින් ඉවත ලන අපජලය	400
රෙදි කර්මාන්තශාලාවලින් ඉවත ලන අපජලය	250

- **ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම (dissolved oxygen level)**

ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම ජලයේ ඒකක පරිමාවක දිය වී ඇති අණුක ඔක්සිජන් (O_2) ප්‍රමාණය ලෙස අර්ථ දැක්වේ. වායුගෝලයේ සියයට 21 පමණ ඇති ඔක්සිජන් වායුව කෙළින් ම ජලයේ දිය වීමෙන් සහ ජලයේ තිබෙන ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය සිදු කළ හැකි ජලජ ශාක සහ ජීවීන් (ඇල්ගී, සයනොබැක්ටීරියා) විසින් සූර්යාලෝකය හමුවේ දී නිපදවන O_2 වලින් ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් ඇති වෙයි. ජල අණු ධ්‍රැවීය නිසාත්, ඔක්සිජන් අණුව නිර්ධ්‍රැවීය නිසාත් ඔක්සිජන්හි ජල ද්‍රාව්‍යතාව ඉතා කුඩා අගයකි. උදාහරණයක් ලෙස මුහුදු මට්ටමේ දී වායුගෝලයේ ඔක්සිජන් වායුවේ ආංශික පීඩනය සැලකූ කළ උෂ්ණත්වය 21 °C හිදී හා 1 atm වායුගෝලීය පීඩනයේ දී ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම 9 mg L^{-1} (9 ppm) පමණ වෙයි. ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම ජලයේ සිදු වන විවිධ රසායනික සහ ජෛව ක්‍රියාවලි හේතුවෙන් අඩු වෙයි. ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම 5 ppmට වඩා අඩු වූ විට ජලජ ජීවීන් ආතතියට (stress) ලක් වෙයි. ජලයේ ජීවත් වන මසුන් ජල පෘෂ්ඨයට පැමිණ මුඛය වායුගෝලයට විවෘතව තබා ගැනීම වැනි ආතති ලක්ෂණ මෙවැනි අවස්ථාවක නිරීක්ෂණය කළ හැක. මේ අගය 1 -2 ppm අගයට පත් වූ විට ජලයේ ජීවත් වන මසුන් මිය යැමට පටන් ගනී. සමහර කාලවල දී රටේ විවිධ ප්‍රදේශවල ජලාශවල එකවර මසුන් දහස් ගණනක් මිය ගිය අවස්ථා පිළිබඳ පුවත් දක්නට ලැබෙයි. මෙසේ වීමට ප්‍රධාන හේතුව වන්නේ ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම ඉතා පහළ අගයකට පත් වීමයි.

ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම ඉතා අඩු වීම මඟින් (0 ppm ට ආසන්න වූ විට) ජලයේ නිර්වායු තත්ත්ව ඇති වෙයි. ගැඹුරු ජලාශවල පතුලේ මෙවැනි නිර්වායු තත්ත්ව පවතී. ජලයේ ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටමට නිර්ණය කිරීමට ක්‍රම කිහිපයක් ඇත.

1. ද්‍රාවිත ඔක්සිජන්වලට සංවේදී ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මීටරයක් මඟින් කෙළින් ම මැන ගැනීම.

2. අනුමාපනයක් මඟින් (වින්ක්ලර් ක්‍රමය - Winkler method) මෙහි දී ප්‍රත්‍යානුමාපනයක් (Back titration) මඟින් ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම නිර්ණය කෙරේ.

   මෙහි දී ප්‍රථමයෙන් ද්‍රාවිත O_2 භාෂ්මික මාධ්‍යයේ දී Mn^{2+} අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවා MnO_2 සාදයි.

$$2\,Mn(OH)_2 + \underset{1\ mol}{\overset{\text{ජලයේ}}{O_2}} \longrightarrow \underset{2\ mol}{2MnO_2} + 2H_2O \quad \text{------------- (1)}$$

   මෙසේ සාදන මැංගනීස් ඔක්සයිඩ් ආම්ලික මාධ්‍යයක දී අයඩයිඩ් අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවයි.

$$\underset{1\ mol}{MnO_2} + 4H^+ + 2I^- \longrightarrow Mn^{2+} + \underset{1\ mol}{I_2} + 3H_2O \quad \text{------------- (2)}$$

   මෙහි දී පිට වන I_2 ප්‍රාමාණික තයෝසල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් සමඟ අනුමාපනය කරනු ලැබේ.

$$\underset{1\ mol}{I_2} + \underset{2\ mol}{2S_2O_3^{2-}} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-} \quad \text{------------- (3)}$$

   මෙහි දී එක් ඔක්සිජන් මවුලයක් සඳහා තයෝසල්ෆේට් මවුල 4ක් වැය වෙයි. විද්‍යාගාරයේ දී විවිධ ජල සාම්පලවල ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම මේ ක්‍රමය මඟින් නිර්ණය කළ හැකි ය.

   (1), (2), (3) අනුව

$$\underset{1\ mol}{O_2} \;\equiv\; \underset{2\ mol}{MnO_2} \;\equiv\; \underset{2\ mol}{I_2} \;\equiv\; \underset{4\ mol}{S_2O_3^{2-}}$$

   1 mol : 2 mol : 2 mol : 4 mol

ජලයේ සුපෝෂණය (Eutrophication)

පෝෂක ද්‍රව්‍ය ජලයට එක් වීම හේතුවෙන් ජලයේ අධික ලෙස ඇල්ගී වර්ධනය ජලයේ සුපෝෂණය ලෙස අර්ථ දැක්වෙයි.

අධික ලෙස ඇල්ගී වර්ධනය වූ විට එම ඇල්ගී ගහණය ජල පෘෂ්ඨයේ ඝන කොලනි ස්තරයක් ලෙස පවතී. මේ හේතුව නිසා සූර්ය කිරණ ජල තටාකයේ පහළ ස්තරවලට ගමන් නොකිරීමෙන් පහළ ස්තරවල ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය සිදු නොවීමෙන් සහ ඔක්සිජන් ද්‍රාවණය නොවීමෙන් පහළ ස්තරවල ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම පහළ යෑමෙන් ජලජ ශාක සහ සතුන් මිය යයි. මෙසේ මිය යන ශාක සහ සතුන් ස්වායු බැක්ටීරියා මඟින් වියෝජනයට ලක් කිරීමේ දී ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම තව දුරටත් පහළ ගොස් නිර්වායු තත්ත්ව ඇති කරයි. මේ නිර්වායු තත්ත්ව යටතේ දී H_2S වැනි වායු නිපදවීම හේතුවෙන් ජලාශය අධික දුර්ගන්ධයක් ඇති ප්‍රදේශයක් බවට පත් වීම සිදු වෙයි. ඇල්ගී වර්ධනයට විවිධ පෝෂක ද්‍රව්‍ය අවශ්‍ය වුව ද බොහෝ අවස්ථාවල දී සීමාකාරී පෝෂකය වනුයේ පොස්පේට් (PO_4^{3-}) අයන වෙයි. එසේ ම නයිට්‍රේට් අයන (NO_3^-) ද සමහර අවස්ථාවල දී සීමාකාරී වෙයි. මේ

පෝෂක අයන දෙවර්ගය සීමාකාරී වීම හේතුවෙන් ජලාශවල ඇල්ගී වර්ධනය ස්වාභාවිකව ම පාලනය වෙයි. එහෙත් විවිධ මිනිස් ක්‍රියාකාරකම් හේතුවෙන් (කෘෂිකර්මාන්තය), කාර්මික අපජලය මඟින් හා නිවසේ භාවිත කරනු ලබන පිරිසිදුකාරක (cleaning agents) මඟින් ප්‍රධාන වශයෙන් ජලාශවලට PO_4^{3-} අයන එක්වෙයි. මෙවිට අදාළ පෝෂකයේ සීමාකාරී තත්ත්වය ඉවත් වීම හේතුවෙන් අධික වේගයෙන් ඇල්ගී වර්ධනය වෙයි. මෙය සුපෝෂණයයි. උදාහරණයක් ලෙස ඇල්ගී වර්ධනය නැවැත්වීමට නම් අදාළ ජලාශයේ PO_4^{3-} මට්ටම 0.05 ppm මට්ටමට පවත්වාගෙන ගත යුතු යි. එහෙත් බොහෝ නාගරික අපද්‍රව්‍යවල මේ පොස්පේට් මට්ටම 25 ppm වැනි ඉහළ අගයක පවතී.

1.39 රූපය සුපෝෂණය හේතුවෙන් මසුන් මිය යෑම

- **ජලයේ බැර ලෝහ අයන පැවතීම**

බැර ලෝහ අයනයක් තීරණය කිරීමට ඉතා නිවැරදි නිර්වචනයක් නැතත් පහත නිර්වචන භාවිත කරයි.

1. ලෝහ විද්‍යාවේ දී බැර ලෝහයක් ලෙස හැඳින්වෙනුයේ අදාළ ලෝහයේ ඝනත්වය 5 g cm^{-3} හෝ සාපේක්ෂ ඝනත්වය 5ට ඉහළ ලෝහයි.
2. භෞතික විද්‍යාවේ දී මෙය පරමාණුක ක්‍රමාංකය 20ට ඉහළ ලෝහ ලෙස නිර්වචනය කරයි.
3. රසායන විද්‍යාවේ දී සල්ෆයිඩ් (S^{2-}) හා හයිඩ්‍රොක්සයිඩ (OH^-) අයන සමඟ අද්‍රාව්‍ය අවක්ෂේප සාදන කැටායන නිපදවන ලෝහ ලෙස නිර්වචනය කරයි.

මේ බැර ලෝහ අයන සමහර අවස්ථාවල දී අපට අත්‍යවශ්‍ය ක්ෂුද්‍ර පෝෂක වේ (උදා.: Zn^{2+}, Fe^{2+}). බොහෝ අවස්ථාවල මේවා අහිතකර හා විෂදායි වෙයි (Hg^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}). එසේ ම සමහර අවස්ථාවල දී අඩු සාන්ද්‍රණයෙන් යුක්ත වීම අත්‍යවශ්‍ය මූලද්‍රව්‍යයක් ලෙසත්, ඉහළ සාන්ද්‍රණවලින් යුක්ත වීම අහිතකර මූලද්‍රව්‍යයක් ලෙසත් ක්‍රියා කරයි (Cu^{2+}). එසේ ම සමහර බැරලෝහ අයන කිසිදු ජෛව ක්‍රියාවලියකට දායක නොවෙයි. බැර ලෝහ පසේ, ජලයේ මෙන් ම ජලාශවල පතුලේ ද අවසාදිත (sediment) ලෙස පවතී.

පෘථිවි කබොලේ පාෂාණ සහ ඛනිජ ලෙස පවතින හෝ පාෂාණ සහ ඛනිජවල අපද්‍රව්‍ය ලෙස පවතින බැර ලෝහ පාෂාණ ජීර්ණයට ලක් වීමෙන් ජලයට සහ පසට එකතු වෙයි. බැර ලෝහ ස්වාභාවික ජලයේ සජලනය වූ අයන ලෙස සහ සංකීර්ණ සංයෝග ලෙස පවතී. පහත 1.13 වගුවෙන් ජලයේ පවතින විෂ බැර ලෝහ කිහිපයක ප්‍රභවය සහ ඒවායේ බලපෑම දක්වා ඇත.

1.13 වගුව ජලයේ පවතින විෂ බැර ලෝහ කිහිපයක ප්‍රභවය සහ ඒවායේ බලපෑම

බැර ලෝහය	ජලයට එකතු වන ප්‍රභවය	බලපෑම
As (As_2O_3 ලෙස)	කාර්මික අපජලය, පොස්පේට් පොහොරවල අපද්‍රව්‍ය ලෙස, භූගත ජලය, දිලීර නාශක, ඉලෙක්ට්‍රොනික උපාංග	පිළිකාකාරක, ආසිනිකෝසියාව
Cd (Cd^{2+})	කාර්මික විසර්ජනය, ආකර අපද්‍රව්‍ය, ලෝහ පිරිපහදුව, නැවත ආරෝපණය කළ හැකි බැටරි	එන්සයිම අක්‍රිය වීම, අධික රුධිර පීඩනය, වකුගඩු ආබාධ
Pb (Pb^{2+})	කාර්මික විසර්ජනය, ආකර අපද්‍රව්‍ය, ලෙඩ් එකතු කළ ගැසොලින්, ලෙඩ් එකතු කළ තීන්ත, ලෝහ පෑස්සුම් ද්‍රව්‍ය	වකුගඩු හා ප්‍රජනන අකර්මන්‍යතාව, ළමයින්ගේ මනස සෙමෙන් වැඩීම, නීරක්තිය, හිමොග්ලොබින් නිෂේදකය
Hg (Hg, Hg^{2+})	කාර්මික විසර්ජනය, විවිධ ඛනිජ තුළ අංශු මාත්‍ර ලෙස පැවතීම, ගල් අඟුරු දහනය, රසදිය අඩංගු උපකරණ (CFL බල්බ, උෂ්ණත්වමාන, රික්ත උපකරණ)	මොළයට හානි වීම, නින්ද නොයෑම, වකුගඩු ආබාධ, මිනමාටා රෝගය

ආසිනිකෝසියාව

මිනමාටා රෝගය

1.40 රූපය විෂ බැරලෝහවල බලපෑම

- **ද්‍රාවිත කාබනික සංයෝග (Dissolved organic compounds)**

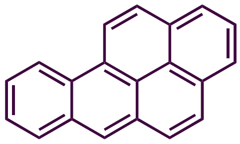
ද්‍රාවිත කාබනික සංයෝග යනු විෂදායි නොවන එහෙත් ජෛව රසායනික ඔක්සිජන් ඉල්ලුමට (BOD) හෝ රසායනික ඔක්සිජන් ඉල්ලුමට (COD) දායක වන කාබනික සංයෝග වෙයි. මේ කාණ්ඩයට සීනි වර්ග කාබෝහයිඩ්‍රේට, ලිපිඩ, මේද අම්ල, ඇමයිනෝ අම්ල, ප්‍රෝටීන, ද්‍රාවිත හයිඩ්‍රොකාබන, ශාකවල ප්‍රාථමික සහ ද්විතීයික පරිවෘත්ත සංයෝග සහ පරිවෘත්තීය අපද්‍රව්‍ය අයත් වෙයි. මේ සංයෝග ජලයේ ඇති විට බැක්ටීරියා මඟින් ඒ සංයෝග වියෝජනය වීමේ දී ජලයේ ඔක්සිජන් ඉල්ලුම ඉහළ ගොස් ද්‍රාවිත ඔක්සිජන් මට්ටම (DO) පහළ දමයි. මේ නිසා ජලයේ ජෛව ක්‍රියාවලි කෙරෙහි බාධා ඇති වෙයි.

- **විෂ හෝ අන්තරායකාරී (Toxic or hazardous) කාබනික සංයෝග**

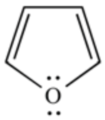
මේ කාබනික සංයෝග ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයක් ජලයේ පැවතීම හේතුවෙන් ජලය භාවිතයට නුසුදුසු වෙයි. මේ කාබනික සංයෝග ගණයට බොහෝ විට දිගු කල් පවත්නා කාබනික සංයෝග (persistent

organic compounds) අයත් වෙයි. සමහර පලිබෝධ නාශක, කාර්මික රසායන ද්‍රව්‍ය, හැලජනීකෘත කාබනික සංයෝග, ඩයොක්සීන, පියුරන්, පොලික්ලෝරිනිකෘත බයිෆිනයිල් (polychlorinated biphenyls - PCB), පොලිඇරෝමැටික් හයිඩ්‍රොකාබන් (polyaromatic hydrocarbon - PAH) ජල ජීවාණුහරණ අතුරු ඵල (disinfection by products) දිගු කල් පවත්නා කාබනික සංයෝග කුලයට අයත් වේ.

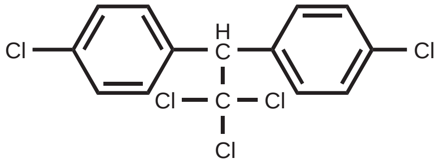
පහත දැක්වෙනුයේ ජලයේ අංශු මාත්‍ර ලෙස පැවතියත් අධික විෂ හෝ අන්තරායකාරී වන කාබනික සංයෝග කිහිපයකි.



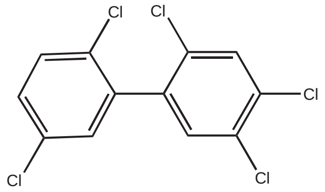
Benzo(a)pyrene (PAH)



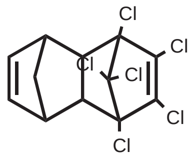
Furan



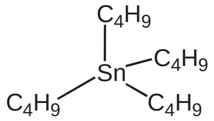
DDT



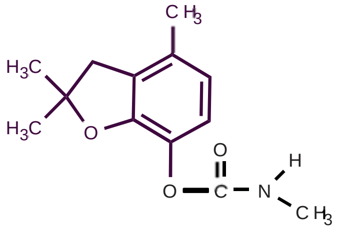
2, 2', 4, 5, 5' – pentachlorobiphenyl (PCB)



Aldrin

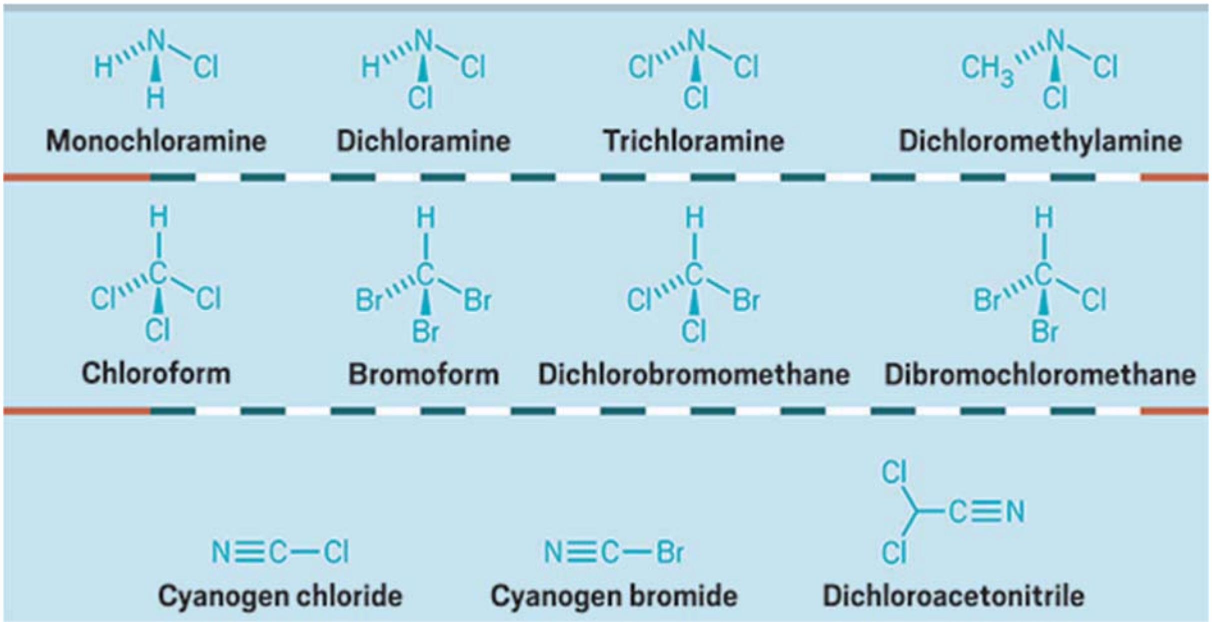


Tetra-n-butylin



Carbofuran

ජල ජීවාණුහරණ අතුරු ඵල යනුවෙන් හැඳින්වෙනුයේ ජලය ජීවාණුහරණය සඳහා යොදන ක්ලෝරීන් (Cl_2) හෝ හයිපොක්ලෝරයිට් ලවණ (NaOCl, $Ca(OCl)_2$ මඟින් ජලයේ ඇති වන OCl^-, ජලයේ දී ද්‍රාවණය වූ සමහර කාබනික සංයෝග සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර සාදන ක්ලෝරීන් අඩංගු සංයෝගයි. මේ සංයෝග විෂ සහිත වේ. පහත දැක්වෙනුයේ ජල ජීවාණුහරණ අතුරු ඵල සංයෝග කිහිපයකි.



- **ප්ලාස්ටික් ආකලන ද්‍රව්‍ය** (Plastic additives)

වර්තමානය වන විට ප්ලාස්ටික් සම්බන්ධ නොවන කිසිදු පාරිභෝගික භාණ්ඩයක් නැති තරම් ය. ආහාරයක් වුව ද එයට සම්බන්ධ ප්ලාස්ටික් ද්‍රව්‍ය බොහෝ ය. මේ සියලු ප්ලාස්ටික් ආශ්‍රිත පාරිභෝගික භාණ්ඩ නිපදවීමට යොදා ගනුයේ බහුඅවයවක කිහිපයකි. එහෙත් මේ බහුඅවයවක මඟින් ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ තැනීමේ දී තවත් බොහෝ ආකලන ද්‍රව්‍ය (additives) එකතු කරන බව ඔබ දන්නවාද? නිෂ්පාදනයේ පහසුව, පිරිවැය අවම කිරීම, විවිධ යාන්ත්‍රික සහ භාවිත ගුණ ලබා ගැනීම, පාරිභෝගිකයන් ආකර්ෂණය කර ගැනීම සඳහා ආකලන ද්‍රව්‍ය භාවිත කරනු ලැබේ. මේ ආකලන ද්‍රව්‍ය සාමාන්‍ය රසායනික ද්‍රව්‍ය වන අතර, වැරදි භාවිතයේ දී සහ භාවිතයෙන් පසු ජලයට හෝ පසට එක් කළ විට ආකලන ද්‍රව්‍ය සෙමෙන් ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩයෙන් ඉවතට කාන්දු වීමේ හැකියාවක් පවතී. ආකලන ද්‍රව්‍යවලින් සමහරක් අන්තරායකාරී වෙයි. පිළිකාකාරක ලෙස ක්‍රියා කරන, හෝමෝන පද්ධතියට බලපෑම් සිදු කරන සහ ශරීරයේ විවිධ ග්‍රන්ථිවලට (වකුගඩු ආදිය) හානි කරන ආකලන ද්‍රව්‍ය පවතී. බහුඅවයවක සංශ්ලේෂණයේ දී යොදා ගන්නා අන්තරායකාරී උත්ප්‍රේරක ද්‍රව්‍ය, ඒකාවයවික අපද්‍රව්‍ය ආදිය අංශුමාත්‍ර වශයෙන් අවසාන ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩයේ ප්ලාස්ටික් අතර තිබී කාන්දු වීමේ හැකියාවක් ද පවතී. එසේ ම ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ නිපදවීමේ දී යාන්ත්‍රීකරණය සහ භාවිතයේ පහසුව සඳහා ද විවිධ ආකලන ද්‍රව්‍ය භාවිත කරයි. මේ ද්‍රව්‍ය ද අප ශරීරගත වෙයි. ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ අවභාවිතය හේතුවෙන් ද අන්තරායකාරී ආකලන ද්‍රව්‍ය ශරීරගත වෙයි. බීමට ගන්නා ජලය අඩංගු කර ඇති බෝතල් භාවිතයෙන් පසුව පොල්තෙල් වැනි ද්‍රව තබා ගැනීමට භාවිත කිරීම නිදසුනකි. සමහර ආකලන ද්‍රව්‍ය ජලයේ දිය නොවුව ද නිර්ධ්‍රැවීය පොල් තෙල් වැනි ද්‍රව තුළට ප්ලාස්ටික් භාජනයෙන් කාන්දු වී පොල් තෙල්වලට පැමිණ ශරීරගත විය හැකි ය.

පහත වගුවෙන් දැක්වෙනුයේ ප්ලාස්ටික් ආකලන ද්‍රව්‍ය ලෙස බහුලව භාවිත කරනු ලබන රසායනික ද්‍රව්‍ය කිහිපයක භාවිත සහ ඒවායේ අන්තරායකාරී බවයි.

1.14 වගුව ප්ලාස්ටික් ආකලන ලෙස බහුලව භාවිත කරනු ලබන රසායනික ද්‍රව්‍ය කිහිපයක භාවිත සහ ඒවායේ අන්තරායකාරී බව

ආකලන ද්‍රව්‍ය	ගුණාංගය	බලපෑම
තැලේට් (Pthalates) ඩයිඔක්ටයිල් තැලේට් (Dioctyl phthalate) ඩයිමීතයිල තැලේට් (Dimethyl phthalate) ඩයි (2-එතිල් හෙක්සයිල්) තැලේට් (Di(2-ethylhexyl) phthalate)	සුවිකාර්ය ප්ලාස්ටික් (නැමෙන සුළු ප්ලාස්ටික්) වර්ග නිපදවීමට	අන්තරාසර්ග පද්ධතියේ හෝමෝන ස්‍රාවය අඩු කරයි. පිළිකාකාරකය.
ලෙඩ් වර්ණක $PbCrO_4$(කහ) Pb_3O_4 (රතු/තැඹිලි) $PbCO_3$(සුදු)	දීප්තිමත් වර්ණ සහිත ප්ලාස්ටික් ලබාගැනීම සඳහා භාවිත කරයි.	මධ්‍ය ස්නායු පද්ධතිය හානිවීම, දරුවන්ගේ මානසික වර්ධනය අඩුවීම, වකුගඩු හානිවීම, පිළිකාකාරකය, වර්ධනය ප්‍රමාදවීම හා අන්තරාසර්ග පද්ධතියේ හෝමෝන ස්‍රාවය අඩු කරයි
බ්‍රෝමීන් අඩංගු ගිනි නිවාරක සංයෝග ඩෙකාබ්‍රෝමෝඩයිෆීනයිල් ඊතර් (Decabromodiphenyl ether) ටෙට්‍රාබ්‍රෝමෝබිස්ෆීනෝල් A (Tetrabromobisphenol A)	ප්ලාස්ටික් කවර, විද්‍යුත් වයර බුමුතුරුණු සහ ප්ලාස්ටික් පටලවල ගිනිනිවාරක ගුණය ලබා ගැනීමට	ලිපිඩකාමී හා ජෛව පටල තුළ එක්රැස්වී ස්නායු පද්ධතියට බලපෑම් කිරීම අන්තරාසර්ග පද්ධතියේ හෝමෝන ස්‍රාවය අඩු කිරීම.
බිස්ෆිනොල් A (Bisphenol A)	පොලිකාබනේට් ප්ලාස්ටික් භාණ්ඩ (පාසල් ළමුන්ගේ ජල බෝතල හා ළදරුවන්ගේ බෝතල්වල) නිපදවීමේ දී ඒකාවයවික ලෙස භාවිත කරයි. PVC නිපදවීමේ දී ප්‍රතිඔක්සිකාරකයක් ලෙස භාවිත කරයි. බිස්ෆිනොල් Aහි බහුඅවයවක ලෝහමය ටින් භාජනවල ඇතුළු පැත්තේ විඛාදනය වළක්වන ආරක්ෂාකාරී ආවරණයක් ලෙස යොදා ගනී.	අන්තරාසර්ග පද්ධතියේ හෝමෝන මට්ටම අඩු කරයි. ඊස්ට්‍රජන් හෝමෝනයට අනුකරණයක් ලෙස ක්‍රියාකර ඊස්ට්‍රජන්වල ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා කරයි. කුඩා ළමුන්ගේ අවයව වර්ධනයට බාධා කරයි.
ප්ලාස්ටික් නිෂ්පාදනවල අපද්‍රව්‍ය ලෙස ඉතිරිවී ඇති ඒකාවයවික හා උත්ප්‍රේරක සංයෝග ඒකාවයවික ලෙස ස්ටයිරීන් වයිනයිල් ක්ලෝරයිඩ් බිස්ෆිනෝල A. උත්ප්‍රේරක අංශු මාත්‍ර ලෙස Cr, Pb, Cd සහිත සංයෝග	බහුඅවයවක නිපදවීමට භාවිතා කරයි. බහුඅවයවක රෙසින නිපදවීම උත්ප්‍රේරණය කරයි.	ඉතා විෂදායි පිළිකාකාරක සහ ජාන විකෘතිය ඇති කරයි (ඒකාවයවික). උත්ප්‍රේරක අපද්‍රව්‍ය පිළිකාකාරක සහ ස්නායු විනාශ කරයි.

ආකලන ද්‍රව්‍ය	ගුණාංගය	බලපෑම
කාබනික ටින් සංයෝග ඩයි බියුටයිල් ටින් හා ට්‍රයි බියුටයිල් ටින් සංයෝග	PVCවල ස්ථායිකාරක ලෙස හා පොලියුරතේන් (Polyurethane) නිපදවීමට උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස	ජීවීන්ගේ අන්තරාසර්ග හෝමෝන ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා ඇති කරයි, පිළිකාකාරක සහ ජාන විකෘතිය ඇති කරයි.
පොලි ඇරෝමැටික හයිඩ්‍රොකාබන පියුරින් (pyrene), බෙන්සොපියුරින් (benzopyrene)	ප්ලාස්ටික්වල වල පිරවුම් කාරකයක් ලෙස, ප්ලාස්ටික් නිපදවීමේ ක්‍රියාව පහසු කිරීමේ ලිහිසි ද්‍රව්‍යයක් ලෙස යොදා ගනී	සමහර සංයෝග ප්‍රබල පිළිකාකාරක වේ.

පරිශීලන ග්‍රන්ථ:

Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry, PRODUCTION OF AMMONIA.

Bhatti, A. S., Dollimore, D., Dyer, A. "MAGNESIA FROM SEAWATER - A REVIEW." *Clay Minerals*, 1984.

Bordbar, H., Yousefi, A. A., Abedini, H. *Production of titanium tetrachloride ($TiCl_4$) from titanium ores: A review*, Polyolefins Journal, Volume 4, No. 2, 2017.

Longman, G. I. *Introduction to Inorganic Chemistry*, London: Longman,1985.

Chang, R. *Chemistry*: 10th Edition, New York: McGraw Hill, 2010.

Connell, Des W. *Basic Concepts of Environmental Chemistry*: 2nd edition, CRC Press, 2005.

Douglas K. Louie *Handbook of Sulphuric Acid Manufacturing*, DKL Engineering, Inc. 2005.

Drinking Water Standards by Sri Lanka Standards Institute.

Eaton, Andrew D., Clesceri, Lenore S., Greenberg, Arnold E., *Standard Methods for the Examination of Water and Waste water*: 22nd edition, American Public Health Association (APHA), 1998.

Fried J. R. *Polymer Science and Technology*, Prentice-Hall of India Private Limited, 2014.

Friedrich H. E., Mordike B. L. *Magnesium Technology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.

King M., Moats M., Davenport W. *Sulfuric Acid Manufacture: Analysis, Control and Optimization,* Elsevier, 2013.

Knothe G. *Biodiesel Handbook*, AOCS press, 2010.

Lakshmanan S., Murugesanb T. *The chlor-alkali process: Work in Progress*, Clean Technologies and Environmental Policy, 2013

Manahan, Stanley E. *Environmental Chemistry*: 7th edition, CRC Press, 2000.

NIIR Board of Consultants and Engineers, *The Complete Technology Book on Soaps* (2nd Revised Edition), Asia Pasific Business Press Inc.

Prout, N. M., Moorhouse, J. S. (Eds.) *Modern Chlor-Alkali Technology*, Volume 4, Springer, 1990

Shriver D.F., Atkins P.W., Langford C.H. *Inorganic Chemistry*, Oxford University press, ELBS, 1990.

Soaps, Detergents and Disinfectants Technology Handbook, NPCS Board of Consultants and Engineer, 2007.

Report of Intergovernmental Panel for Climate Changes 2007.

1534/18 Extraordinary Gazette of Sri Lanka published by Central Environmental.