රසායනික කර්මාන්ත

➢ රසායනික කර්මාන්තයක් ආරම්භ කිරීමේදී 5 *M* සංකල්පය ක්‍රියාවට නැංවිය යුතුය.

1) මුදල් - Money
2) මිනිස් බලය - Man power
3) යන්ත්‍ර - Machine
4) ක්‍රමවේද - Method
5) අමුද්‍රව්‍ය - Material

මෙහි ඉතාම වැදගත්ම සාධකය වන්නේ මිනිස් බලයයි. අනෙක් සියලු සම්පත් නිසි ලෙස පරිහරණය කරමින් කර්මාන්තය සාර්ථකත්වය සඳහා ගෙන යාමට අවශ්‍ය සාධකය මිනිස් බලයයි.

වැඩ බිම නිසි ලෙස සංවිධානය කිරීමට **5 S** සංකල්පය ඉතා වැදගත් වේ.

❖ **5 S සංකල්පය**

ජපන් වචනය	**ඉංග්‍රීසි වචනය**	**තේරුම**
Seiri	Sort	අනවශ්‍ය දේ ඉවත් කර වර්ග කිරීම
Seiton	Stabilize	අවශ්‍ය සෑම දෙයක්ම පිළිවෙළකට ස්ථානගත කිරීම
Seiso	Shine	පිරිසිදු කිරීම සහ පරීක්ෂා කිරීම
Seiketsu	Standardize	සම්මතයක් ඇති කර ගැනීම
Shitsuke	Sustain	ඉහත තත්ත්ව පවත්වාගෙන යාම

- කර්මාන්ත ශාලාවේ ක්‍රියාවලිය කොටස් වලට බෙදා සේවකයින් (Man) ඔවුන්ගේ හැකියාව පරිදි වර්ග කොට ඒ ඒ කොටස් වලට අනුයුක්ත කිරීම ඉතා වැදගත් වේ.
- ව්‍යාපාර ලෝකයේ ගනුදෙනු කරනු ලබන පොදු මාධ්‍යය මුදල් (Money) නිසා කර්මාන්තයක් ආරම්භ කිරීමටත් එය පවත්වාගෙන යාමටත් අත්‍යාවශ්‍ය මූලික සාධකය මුදල් වේ.
- නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය වේගවත් ලෙසත් කාර්යක්ෂමවත් සිදු කිරීමට යන්ත්‍ර (Machine) අවශ්‍ය වේ.
- නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියක් සඳහා විවිධ ක්‍රමවේද (Method) පවතින අතර සුදුසු ක්‍රමවේදයක් තෝරා ගැනීමද ඉතා වැදගත් වේ. එම ක්‍රමවේදය ක්‍රියාත්මක කිරීමට 5 S සංකල්පය ඉතා වැදගත් වේ.
- තවද නිෂ්පාදන සඳහා ගුණාත්මක බවින් යුතු අමුද්‍රව්‍ය (Materials) යොදා ගැනීම වාසි දායක වේ.

❖ **අමුද්‍රව්‍ය යොදා ගැනීමේදී සැලකිලිමත් විය යුතු කරුණු**

1) ස්වාභාවික සම්පත් නම් එය විශාල වශයෙන් ලබාගත හැකි වීම.

2) ඉහළ සංශුද්ධතාවයකින් යුතු වීම.

3) පහසුවෙන් ළඟා විය හැකි ස්ථානයක පිහිටීම.

❖ **රසායනික කර්මාන්ත**

රසායනික කර්මාන්තයක් යනු රසායනික ප්‍රතික්‍රියා තුලින් රසායනික ඵල ලබා ගැනීමේ ක්‍රියාවලියයි.

උදා :- ඇමෝනියා (NH_3), කෝස්ටික් සෝඩා ($NaOH$), සල්ෆියුරික් අම්ලය (H_2SO_4), හයිඩ්‍රොක්ලොරික් අම්ලය (HCl), නයිට්‍රික් අම්ලය (HNO_3)

1. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ (හේබර් ක්‍රමය)
2. $Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HCl_{(aq)} + HClO_{(aq)}$
3. $3NO_{2(g)} + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_{3(aq)} + NO_{(g)}$ (ඔස්වල්ඩ් ක්‍රමය)

❖ **රසායනික නිෂ්පාදන හා ඒවායේ භාවිත**

1)	ඇමෝනියා	- කෘෂිකර්මාන්තයට
2)	කෝස්ටික් සෝඩා	- සබන් නිපදවීමට
3)	සල්පියුරික් අම්ලය	- වාහන බැටරි නිපදවීමට
4)	නයිට්‍රික් අම්ලය	- කෘෂිකර්මාන්තයට, ස්ඵෝඨක නිපදවීමට
5)	පෙට්‍රෝලියම්	- ඉන්ධන, වෙනත් මුලික කාබනික සංයෝග (බෙන්සීන්, ටොලුවීන්, ප්‍රොපීන්) නිපදවීමට (මෙම මුලික කාබනික සංයෝග පෙට්‍රෝලියම් නිෂ්පාදනයේ අතුරු ඵල වන අතර ඒවා ඖෂධ හා බහු අවයවික ද්‍රව්‍ය නිපදවීමට භාවිතා කරයි.)

❖ **MSDS (Material Safety Data Sheet) පත්‍රිකාව**

රසායනික නිෂ්පාදන සඳහා යොදාගනු ලබන සංයෝග හා නිෂ්පාදනය කරනු ලබන සංයෝග මගින් අහිතකර බලපෑම් ඇති විය හැකි නිසා මෙම සංයෝග ගබඩා කිරීම හා පරිහරණය සඳහා විධිමත් ක්‍රම අනුගමනය කල යුතුය. ඒ සඳහා භාවිතා වන තාක්ෂණික තොරතුරු අඩංගු පත්‍රිකාව MSDS වේ.

මෙහි රසායනික ද්‍රව්‍ය

- ගබඩා කල යුතු ආකාරය
- එහි මිනිස් ශරීරයට ඇති කරන බලපෑම් (විෂ ප්‍රමාණය)
- එය ක්ෂය වන ආකාරය
- පරිසරයට හා ජලයට ඇති කරන බලපෑම්
- එය භාවිතා කරන ක්‍රමවේද සඳහන් වේ.

උදා:- කෝස්ටික් සෝඩා සඳහා MSDS පත්‍රිකාව

Solid – anhydrous Solid - hydrated	WARNING Harmful if swallowed. Causes skin irritation. Causes serious eye irritation.
Solutions ≥ 1.0 M	
Solutions < 1.0 M and ≥ 0.6 M	WARNING Causes skin irritation. Causes serious eye irritation.
Solutions < 0.6 M	Currently no hazard classification.

❖ රසායනික නිෂ්පාදනයකදී සැලකිලිමත් විය යුතු කරුණු

1) රසායනික නිෂ්පාදන සඳහා යොදා ගනු ලබන අමුද්‍රව්‍ය සංයෝග වල සංයුතිය, සංශුද්ධතාවය හා භෞතික ගුණාංග (වර්ණය, ඝනත්වය) නිරතුරුව පරීක්ෂා කල යුතුය.

2) අමු ද්‍රව්‍ය මිශ්‍ර කිරීමේදී මිශ්‍ර කරන අනුපාතය හා මිශ්‍ර කරන පිළිවෙල ඉතා වැදගත් වේ.

3) යම් ප්‍රතික්‍රියාවක් වේගවත් හා අධික තාපදායක නම් එම ප්‍රතික්‍රියාව විශාල ප්‍රමාණයෙන් එකවර මිශ්‍ර කිරිම නිසා අධික තාප ප්‍රමාණයක් කෙටි කලයක් තුල ජනනය විම හෙතුවෙන් පිපිරීම් හෝ ගිනි ගැනීම් ඇති විය හැක. මෙය වළක්වා ගැනීම සඳහා සංයෝගයක් වරකට ස්වල්පය බැගින් ප්‍රතික්‍රියාව සිදුකරන මාධයට එකතු කිරීම කල හැක.

❖ ප්‍රතික්‍රියා කුටීරය (Chemical Reactor)

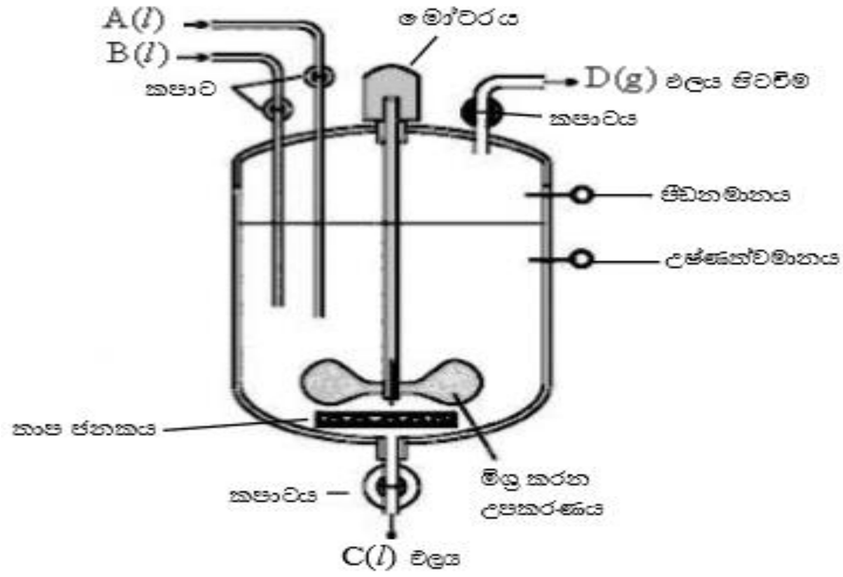
රසායනික කර්මාන්ත වලදී රසායනික පරිවර්තනය සිදු කරන කුටීරය ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයයි.

මෙහි විශාලත්වය, හැඩය හා එහි වූ අනෙකුත් උපාංග, ප්‍රතික්‍රියාවේ තාප රසායනික තොරතුරු, චාලක රසායනික තොරතුරු, ප්‍රතික්‍රියක හා ඵල වල භෞතික අවස්ථා හා රසායනික ගුණ මත රඳා පවතී.

ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයක අමුද්‍රව්‍ය සංයෝග රැගෙන යන නළ පද්ධති, ප්‍රධාන ඵලය මෙන්ම අතුරු ඵල ඉවත් කිරීමේ නළ පද්ධති හා තාප හුවමාරු කිරීමේ හා ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණය මිශ්‍ර කරමින් ඒකාකාර සංයුතියක් ප්‍රතික්‍රියා මාධ්‍ය තුළ පවත්වා ගැනීම ආදිය සඳහා විශේෂ උපක්‍රම යොදා ඇත.

උදා:- A හා B ප්‍රතික්‍රියාකර C හා D ඵල සාදාගන්නා රසායනික කර්මාන්තයක් සලකමු.

$$A(l) + B(l) \longrightarrow C(l) + D(g)$$



- **ප්‍රතික්‍රියා කුටීරයක් තුල සිදු කරන නිෂ්පාදනයකදී සැලකිලිමත් විය යුතු කරුණු**

1) ඇතැම් ප්‍රතික්‍රියා සඳහා තාපය ලබාදිය යුතුය. එය කුටීරය තුලම තිබීමෙන් ඉතා කාර්යක්ෂමව ප්‍රතික්‍රියා මාධ්‍ය පුරා ඒකාකාරීව උෂ්ණත්වය පවත්වා ගත හැක. එසේ නොවීමෙන් උෂ්ණත්වය වැඩි ප්‍රදේශයේදී ප්‍රතික්‍රියාව වේගවත්ව සිදුවීමත් අඩු උෂ්ණත්ව ප්‍රදේශයේදී ප්‍රතික්‍රියාවේ සෙමෙන් සිදුවීමත් නිසා අවසන් ඵලයේ ගුණාංග අවශ්‍ය ප්‍රමිතියට ගෙන ඒමට නොහැකි වේ.

2) ප්‍රතික්‍රියා කුටීරය තුල සිදුවන ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායක නම් කාර්යක්ෂමව තාපය ඉවත් කළ යුතුය.

එසේ නොවුවහොත් කුටීරය ප්‍රසාරණය වී පුපුරා යා හැක. එසේම ප්‍රතික්‍රියා සීඝ්‍රතාවය වෙනස් වීමේ, අතුරු ප්‍රතික්‍රියා සිදුවීමේ ප්‍රවණතා ඇති වීමෙන් ගැටළු ඇතිවිය හැක.

3) ප්‍රතික්‍රියා කුටීරය තුළ රසායනික පරිවර්තන සිදුවන විටදී උෂ්ණත්වය, පීඩනය හා රසායනික පරිවර්තනය සිදුවී ඇති ප්‍රමාණය පිළිබඳව නිරතුරු අවධානයෙන් සිටිය යුතුය.

4) නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය අවසානයේ නිපදවන ලද නව රසායනික සංයෝගයේ සංශුද්ධතාවය හා ගුණාත්මක බව පිළිබඳ තත්ත්ව වාර්තා තැබීම වැදගත් වේ.

5) ප්‍රධාන රසායනික අමුද්‍රව්‍ය වලට අමතරව ඇතැම් විට ප්‍රතික්‍රියාව වේගවත් කිරීමට උත්ප්‍රේරක යොදා ගන්නා අතර ඇතැම් විට උත්ප්‍රේරකයේ ක්‍රියාකාරිත්වය වැඩි කිරීමට උත්ප්‍රේරක වර්ධක යොදා ගනී.

උදා :- ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයේදී උත්ප්‍රේරක වර්ධක ලෙස K_2O හා Al_2O_3 යොදා ගැනේ.

6) නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියක් නිතරම ප්‍රශස්ථ තත්ව යටතේ සිදු කරයි. නිෂ්පාදිතයේ ගුණාංග හා ඒ සඳහා වන නිශ්පාදන වියදම් අවම වන අකාරය මත ප්‍රශස්ථ තත්වය තීරණය කරයි. එම තත්ත්ව නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය කාර්‍යක්ෂම කිරිමටත් ඵලදායිතාව වැඩි කිරිමටත් වැදගත් වේ.

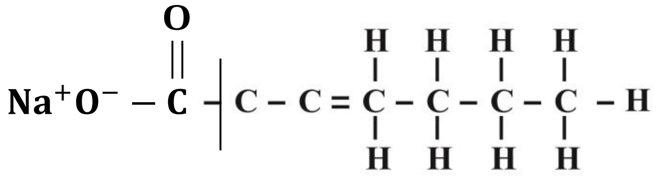
7) නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියක් මගින් පරිසරයට වන හානිය අවම කිරිමට ඒවා සැලසුම් කිරිම ඉතා වැදගත් අතර අනතුරු සිදු විම වැලැක්විමද ඉතා වැදගත් වේ. එම නිසා නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියේ සෑම ක්‍රියාකාරිත්වයක්ම නිසි ලෙසට නියාමනය කිරිම හා නිරීක්ෂණය කිරිම ඉතා වැදගත් වේ.

සබන් නිෂ්පාදනය

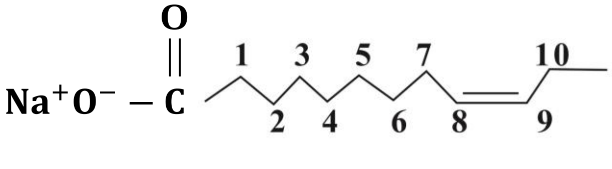
සනීපාරක්ෂක ජීවිතයක් සඳහා සබන් වැදගත් වන අතර රෙදි සේදීම, වැඩිහිටියන්ගේ හා ළමුන්ගේ ශරීර පිරිසිදු කිරිම අදිය මෙමගින් සිදු කරයි. මේ සඳහා විවිධ ගුණාංග වලින් යුතු සබන් භාවිතා කරයි.

සාමාන්‍යයෙන් සබන් ලෙස හදුන්වන්නේ මේද අම්ල වල (දිගු දාම කාබොක්සිලික් අම්ලවල) සෝඩියම් ලවණයි.

කුණු යනු තෙල් ආශ්‍රිත සංයෝග වේ. ඒවා ජලයේ දිය නොවේ. ඒවා නිර්ධ්‍රැවීය සංයෝග ලෙස සලකයි. සබන් යනු නිර්ධ්‍රැවිය කොටස් සමග සම්බන්ධ විය හැකි **ජල භීතික** හයිඩ්‍රෝකාබන් වලිගයක් හා ජලය සමග ද්විධ්‍රැව බන්ධන සාදා ගන්නා **ජල කාමී** සෝඩියම් ලවණ හිසක් ඇති සංයෝග වේ.



ජලකාමී හිස ජලභීතික වලිගය

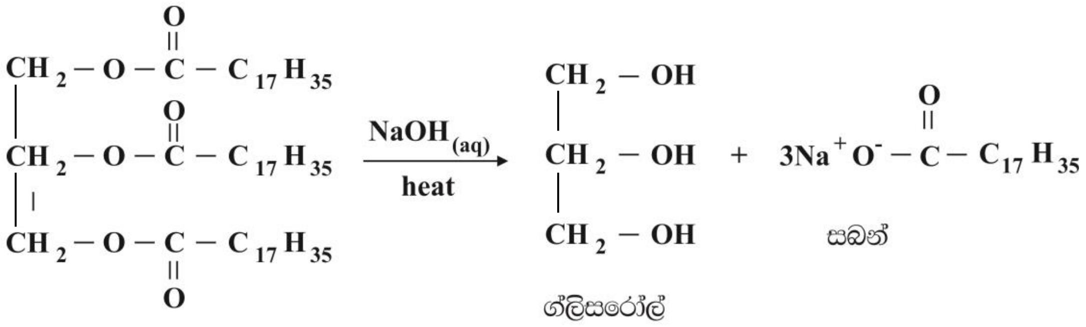


ජලකාමී හිස ජලභීතික වලිගය

❖ සබන් සෑදීමේ ප්‍රතික්‍රියාව හෙවත් සැපෝනීකරණය

සබන් නිෂ්පාදනයේ **ප්‍රධාන අමුද්‍රව්‍ය කොස්ටික් සෝඩා** $(NaOH)$ සහ ශාක හෝ සත්ත්ව තෙල් වේ. ඒවායේ ප්‍රධාන සංඝටකය **ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ්** වේ.

$NaOH$ සමග මේද ප්‍රතික්‍රියාකරවීමෙන් මේද අම්ල වල Na ලවණයත් අතුරුඵලය ලෙස **ග්ලිසරෝල්** සෑදීමේත් ප්‍රතික්‍රියාව **සැපොනීකරණය** ලෙස හඳුන්වයි.



❖ සබන් නිපදවීමේ කාර්මික ක්‍රියාවලිය

- සබන් නිෂ්පාදනයේ ප්‍රධාන අමුද්‍රව්‍ය
  1) කෝස්ටික් සෝඩා $(NaOH)$
  2) ශාක හෝ සත්ත්ව තෙල්
  3) ලවණ $(NaCl)$

- සබන් කර්මාන්තයේදී මිශ්‍රණයේ පවතින ප්‍රධාන කලාප දෙක
  1) ජලීය NaOH කලාපය
  2) සත්ව හෝ ශාක තෙල් කලාපය

- සබන් නිෂ්පාදනයේ ප්‍රධාන ඵලය හා අතුරු ඵල

  ප්‍රධාන ඵලය - සබන් හෙවත් Na වල කාබනික කාබනේට් ලවණ

$$C_{17}H_{35}-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-O^{-}Na^{+}$$

  අතුරුඵලය - ග්ලිසරෝල්

- ශාක තෙල් / සත්ත්ව තෙල් මිශ්‍රණය හා ජලීය කෝස්ටික් සෝඩා එකිනෙක මිශ්‍ර නොවන බැවින් කලාප දෙකක් ලෙස පවතින අතර සැපෝනීකරණයේදී සෑදෙන ග්ලිසරෝල් ජලීය කලාපයේ දියවෙන අතර සබන් ජලයේ දිය නොවන බැවින් ජලය මත පාවේ.

- එකිනෙක මිශ්‍ර නොවන ද්‍රව කලාප දෙකක් අතර සිදුවන ප්‍රතික්‍රියාවක් බැවින් මෙම කලාප දෙක එකිනෙක හොඳින් මිශ්‍ර කිරීම ඉතා වැදගත්ය.

- ග්ලිසරෝල් සහිත ජලීය කලාපය හා සබන් වෙන්කර ගැනීම වැදගත් පියවරකි. තවද ජලීය කලාපය පිරිපහදු කර ග්ලිසරින් ලබා ගත හැක.

- ජලීය කලාපයට ලුණු ($NaCl$) එක් කිරීම මගින් ජලීය කලාපයේ ඝනත්වය වැඩි කිරීම මගින් සෑදෙන සබන් ජල කලාපය මත පාවීම වැඩි කර ගතහැක.

- සෑදෙන සබන් තුළ යම් ප්‍රමාණයක් ග්ලිසරින්, ප්‍රතික්‍රියා නොකල තෙල් හා කෝස්ටික් සෝඩා තිබේ. මෙම කොස්ටික් සෝඩා සමේ හා ඇස් වල සියුම් පටකවලට හානිකර නිසා ඒවා ඉවත් කල යුතුය.

- මෙසේ වෙන්කර ගත් සබන් වල 30% පමණ ජලය ඇති අතර 70^0C ට රත් කල විට එම තෙත සබන් පහසුවෙන් පොම්ප කළ හැකි තත්වයට පත්වේ. එම තෙත් උණුසුම් සබන් පොම්ප මගින් කුටීරයෙන් ඉවත් කරගනී.

- මෙම තෙත් සබන් නැවතත් ලුණු දාවණයක් සමඟ මිශ්‍ර කර එහි අඩංගු ග්ලිසරෝල් ජලීය කලාපයට සංක්‍රමණය කරවා එහි ග්ලිසරෝල් ප්‍රමාණය අඩු කළ හැක.

- ග්ලිසරෝල් ඉවත්කළ තෙත් සබන් තුළ ලවණ හා ජලය ඇති අතර කේන්ද්‍රාපසරණයෙන් මෙම ජලීය ලවණ හා සබන් වෙන් කල හැක.

- ජල ප්‍රමාණය අඩු කල සබන් තුල ඇති ප්‍රතික්‍රියා නොකල කෝස්ටික් සෝඩා උදාසීන කිරීමට **සිට්‍රික් අම්ලය** හෝ සුදුසු ප්‍රමාණයේ **ශාක තෙල්** මිශ්‍ර කිරීම සිදු කරයි.

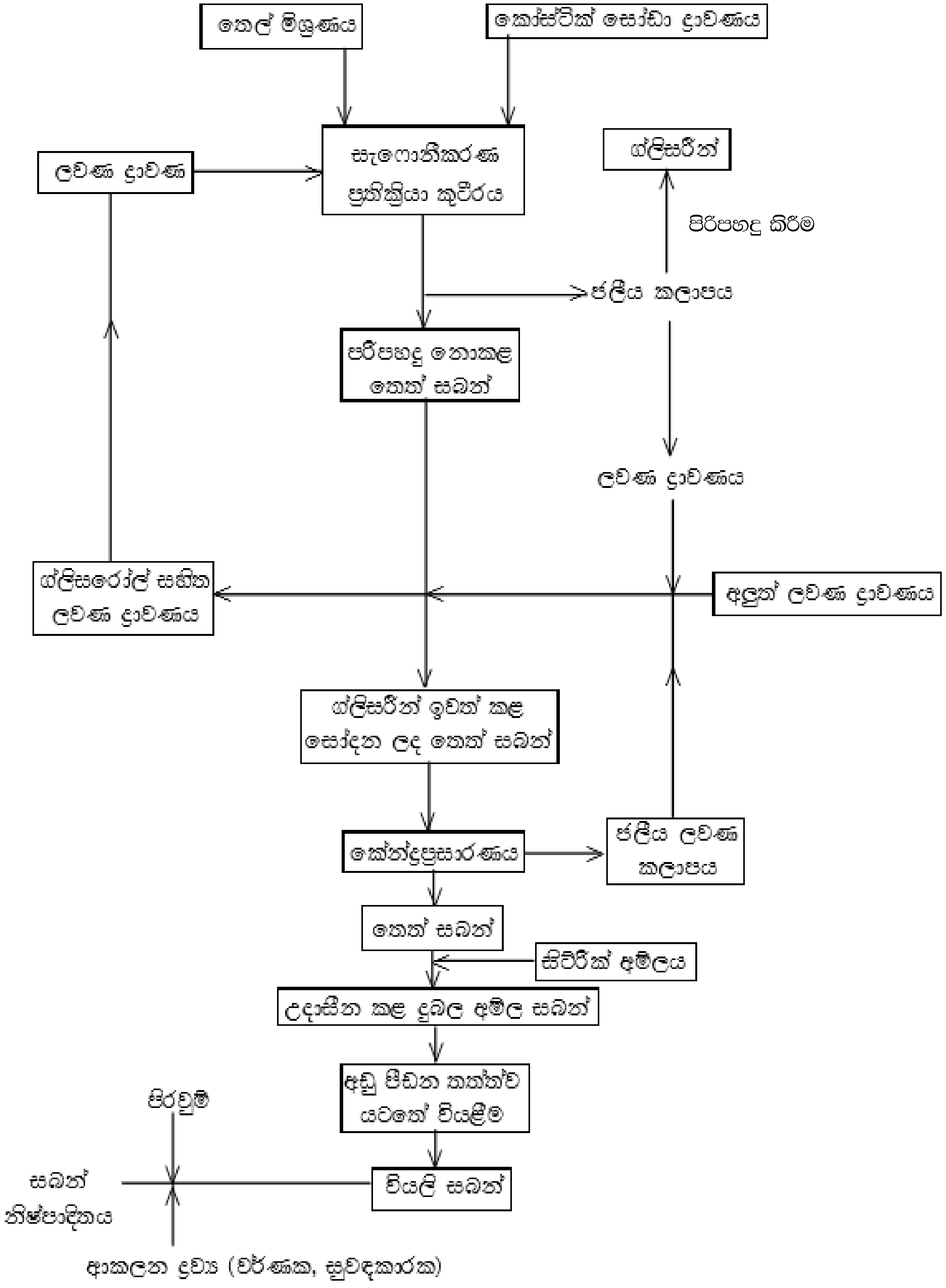
- අඩු පීඩනයක් යටතේ රත් කරමින් ජලය ඉවත් කර තෙත් සබන් වියළීම (Vaccum drying) සිදු කරයි.

- වියලන ලද සබන් සමග පිරවුම්කාරක, වර්ණක හා සුවඳකාරක මිශ්‍ර කිරීමෙන් පසු විවිධ හැඩ වලට සකස් කර ඇසිරීම සිදු කරයි.

- නිෂ්පාදකයින් විසින් සබන් වලට විවිධ ගුණාංග එක් කිරීමට හා තරඟකාරී වෙළඳපොල සඳහා විවිධ ශාක තෙල් හෝ ශාක තෙල් මිශ්‍රණ හෝ ශාක සමග සත්ව තෙල් මිශ්‍රණ භාවිතා කර සබන් නිෂ්පාදනය කරයි.

- ශ්‍රී ලංකාවේ සාමාන්‍ය සෝදන සබන් සඳහා බොහෝ විට පොල්තෙල් භාවිතා කරයි.

<u>සබන් නිෂ්පාදනයේ ගැලීම් සටහන</u>



❖ **<u>ක්‍ෂාලක</u>**

ක්‍ෂාලක යනු සබන් වලට අදේශකයකි. ක්‍ෂාලක වලට ජලකාමී හිසක් හා හයිඩ්‍රොකාබනික ජලභීතික වල්ග වල ප්‍රදේශයක් ඇතත් ජලකාමී හිසෙහි සල්ෆේට් කාණ්ඩයක් ඇත. මෙය ක්‍ෂුද්‍ර ජීවී ක්‍රියාකරකම් හමුවේ ජීර්ණය නොවන නිසා පාරසරික ගැටලු ඇති කරයි.

$$CH_3 - (CH_2)_{10} - CH_2 - O - \underset{\underset{O}{\|}}{\overset{\overset{O}{\|}}{S}} - O^{-}\ Na^{+}$$

❖ **විද්‍යාගාරයේදී සබන් නියැදියක් පිළියෙල කිරීම**

- පරිමාව 100 ml බීකරයකට ශාක තෙල් 5g ක් මැන ගන්න. එයට එතනෝල් 15 ml හා 20% (W/W%) $NaOH$ ද්‍රාවණයකින් 15 ml එක් කරන්න.

- මෙම ද්‍රාවණ හොඳින් කූරු ගාමින් රත් කරන්න. ස්තර දෙක නොපෙනී යන තෙක් රත් කරන්න. (බොහෝ විට මිනිත්තු 30 ක් පමණ වෙලාවක් රත් කිරීමට සිදුවේ)

- මෙවිට ද්‍රාවණය හොඳින් පාරදෘශ්‍ය විය යුතුය. රත් කරන විටදී වාෂ්පීකරණය නිසා පරිමාව සැලකිය යුතු තරම් අඩු වීමක් වුවහොත් ජලය හා එතනෝල් සම පරිමා මිශ්‍රණයක් නැවතත් අරම්භක පරිමාව දක්වා මිශ්‍රණයේ පරිමාව සකසන්න.

- සංතෘප්ත $NaCl$ ද්‍රාවණයෙන් 50 ml පරිමාවක් 100ml බීකරයට මැන ගන්න. සැපොනීකරණය අවසන් වු පසු එම ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයට සංතෘප්ත $NaCl$ ද්‍රාවණය එකතු කරන්න. මෙය මිශ්‍රණය හොඳින් කූරු ගාමින් සිදුකරන්න.
- ඉන් පසු අයිස් වතුර ද්‍රාවණයක් තුල බීකරය තබා සිසිල් වීමට ඉඩ හරින්න.
- පෙරහන් කඩදාසියක් හා බුක්නර් පුනීලයක් භාවිතා කර රික්ත ($Vaccum$) කරමින් ද්‍රාවණය පෙරා සබන් වෙන් කර ගන්න. ඒවා වියළීමට තබන්න.

<u>ජෛව ඩීසල් නිෂ්පාදනය</u>

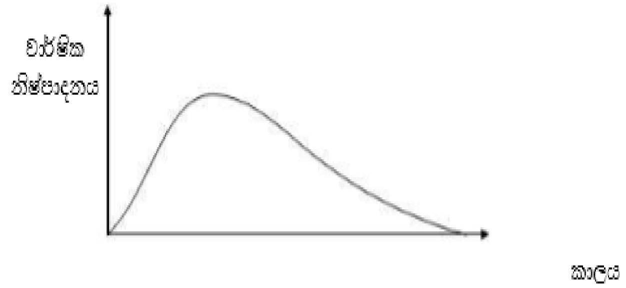
පොසිල ඉන්ධන යනු නැවත නැවතත් හට නොගන්නා (පුනර්ජනනය නොවන) සම්පතකි. එය ක්‍රම ක්‍රමයෙන් ක්ෂය වී යයි.

ලොව බලශක්තිය සඳහා ප්‍රබලතම දායකත්වය පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන වලින් ලැබේ. මෙය ඒකාකාරව ව්‍යාප්ත නොවීමෙන් ලොව තුල දේශපාලන, ආර්ථික සහ සමාජීය ගැටලු හටගෙන ඇත.

මෙම පුනර්ජනනය නොවන පෙට්‍රෝලියම් සම්පත ක්ෂය වීම **<u>හර්බට් වාදයෙන්</u>** ඉදිරිපත් කර ඇත.

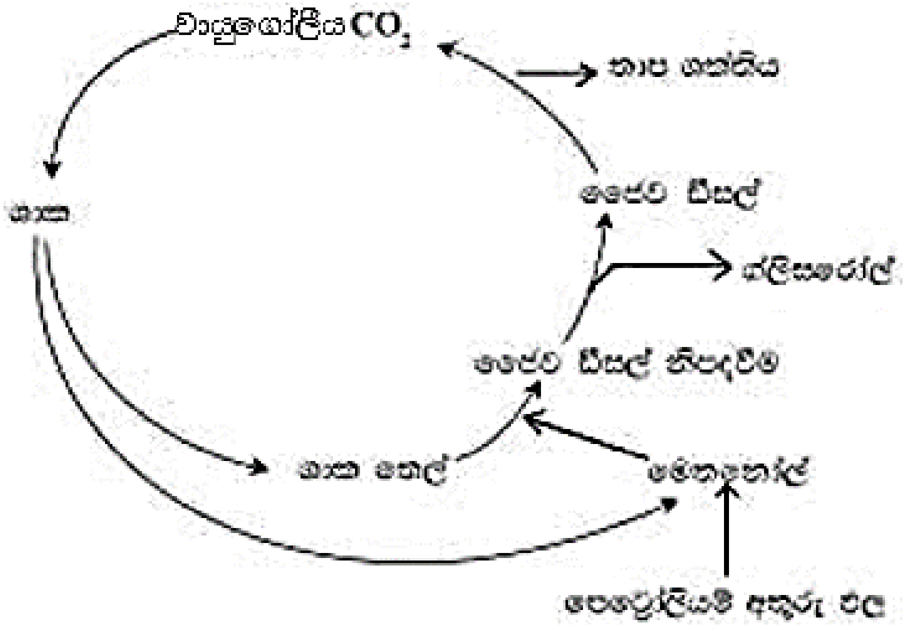
❖ හර්බට් වාදය

පුනර්ජනනය නොවන සම්පතක් වූ පෙට්‍රෝලියම් ඉන්ධන මිනිසා පරිබෝජනය කරන රටාව මත ඉන්ධන නිෂ්පාදනය උපරිමයක් කරා පැමිණෙන අතර පසුව නිෂ්පාදිතය ක්‍රමයෙන් අඩුවන බව හර්බට් වාදයේ මූලික අංගයයි.



- හර්බට් වාදයට අනුව ඇමරිකාවේ තෙල් නිෂ්පාදනය වසර 1965 - 1970 අතර උපරිමයට පත්වන බව අනාවැකි පලකල අතර එය නිවැරදි විය.

- නමුත් 1995 පසුව හර්බට් වාදයේ අනාවැකි වල නිවැරදිතාව අඩුවිය. එයට හේතුව නව තාක්ෂණය, ගෝලීය දේශපාලනික සාදක හා නව සම්පත් සොයා ගැනීමයි.
- පෙට්‍රෝලියම් දහනයෙන් වායුගෝලයට CO_2 එකතුවීම නිසා විවිධ පාරිසරික ගැටළු හට ගනී. නමුත් ජෛව ඩීසල් නිපදවීමට ශාක භාවිතා කරන අතර ඒවා දහනයෙන් පිටවන CO_2 නැවත ප්‍රභාසංස්ලේෂණයට භාවිතා කරන බැවින් CO_2 වායුගෝලයට අලුතින් එකතු නොවේ.



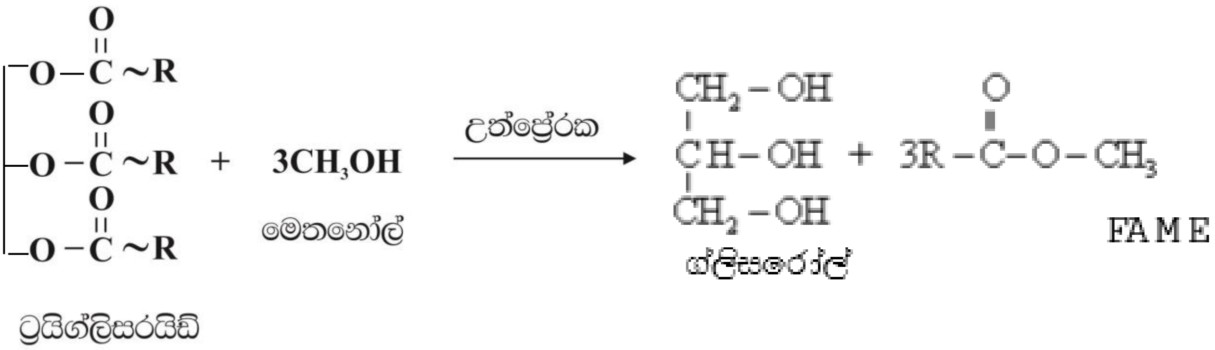
- මේ සඳහා අවශ්‍ය මෙතනෝල් පෙට්‍රෝලියම් කර්මාන්තයෙන් ලැබෙන බැවින් මෙම ජෛව ඩීසල් 100% ක් පුනර්ජනනය වන සම්පත් අයුරින් නිපදවන ජෛව ඩීසල් නොවේ.
- නමුත් කාබෝහයිඩ්‍රේට් සංයෝග ක්ෂුද්‍ර ජීවී පැසීම මගින් නිපදවන ජෛව මෙතනෝල් යොදා ගනිමින් 100% පුනර්ජනනය වන සම්පත් මගින් ජෛව ඩීසල් නිපදවිය හැක.

❖ ජෛව ඩීසල් නිපදවීම

ජෛව ඩීසල් යනු **දිගු දාම කාබොක්සිල් අම්ල වල මෙතිල් එස්ටර** වේ.

Fatty Acid Methyl Ester (FAME)

- ශාක තෙල් වල ඇති **ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ්** හා **මෙතනොල්** ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් ජෛව ඩීසල් නිපදවයි. මෙම ප්‍රතික්‍රියාව **ට්‍රාන්ස්එස්ටරීකරණ** ප්‍රතික්‍රියාව ලෙස හඳුන්වයි.
- ජෛව ඩීසල් නිෂ්පාදනයේදී **ප්‍රධාන අතුරු ඵලය ග්ලිසරෝල්** වේ.



- ග්ලිසරෝල් හා මෙතිල් එස්ටර එකිනෙක මිශ්‍ර නොවන නිසා ඒවා වෙන්කර ගැනීම පහසු වේ.
- මෙහිදී **ප්‍රතික්‍රියාව උත්ප්‍රේරනය කිරීමට $NaOH$ සුළු ප්‍රමාණයක් භාවිතා කරයි.** නැතහොත් ශාක තෙල් වල නිදහස් කාබොක්සිල් අම්ල වැඩිපුර ඇත්නම් ඒවා $NaOH$ සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර සබන් සෑදී මිශ්‍ර කිරීමේදී පෙණ ඇති වීමෙන් ගැටළු හට ගනී. **$NaOH$ එකතු කිරීම සිදු කරන්නේ මෙතනෝල් වල දිය කරමින්ය.** මෙතනෝල් වැඩි කිරීමෙන් වැඩි ඵලදාවක් ලබාගත හැකිය.
- $NaOH$ වෙනුවට විෂමජාතීය උත්ප්‍රේරක ලෙස MgO, ZnO, SnO_2 භාවිතා කළ හැක. එවිට සබන් නිපදවීම අවම කර ගනිමින් ක්‍රියාවලිය කාර්‍යක්ෂමව සිදුකළ හැක.
- ජෛව ඩීසල් වල ගුණාත්මකභාවය අඩු කරන සාධකයක් වන්නේ නිදහස් කාබොක්සිලික් අම්ල ප්‍රමාණය ඉහළ වීමයි. එම ශාක තෙල් වල ඇති කාබොසිලික් අම්ල ප්‍රමාණය මැනීමට අසිඩ් අංකය භාවිතා කරයි.

➢ **ඇසිඩ් අංකය**

ජෛව තෙල් $1g$ ක ඇති නිදහස් මේද අම්ල සම්පූර්ණයෙන් උදාසීන කිරීමට $KOH,\ mg$ ගණන එහි ඇසිඩ් අංකය ලෙස හඳුන්වයි. එහි ඒකකය $mg\ g^{-1}$ වේ.

- නිදහස් මේද අම්ල ප්‍රමාණය $2.5\% \left(\frac{W}{W}\%\right)$ ට වඩා අඩු නම් උත්ප්‍රේරක ක්‍රියාවට බාධා ඇති නොවේ.
- එය $2.5\% \left(\frac{W}{W}\%\right)$ ට වඩා වැඩි නම් වැඩිපුර මෙතනෝල් දමා මෙතිල් එස්ටර බවට පත්කර නිෂ්පාදනයට භාවිතා කරයි.
- ප්‍රතික්‍රියා කුටීරය තුල ප්‍රතික්‍රියාව සිදුවීමෙන් පසු ඝනත්වය වැඩි ග්ලිසරෝල් පහළ ස්ථාරයේද ජෛව ඩීසල් ඉහල ස්ථාරයේද පවතී. එම ස්ථර **කේන්ද්‍රාපසාරී ක්‍රමයක්** මගින් වෙන්කර ගත හැක.
- ප්‍රතික්‍රියාවෙන් සෑදෙන සබන්, ප්‍රතික්‍රියාවට සහභාගී නොවන මෙතනෝල්, ප්‍රතික්‍රියා නොකළ තෙල් හා උත්ප්‍රේරක මෙම ස්ථර දෙකෙහිම අපද්‍රව්‍ය ලෙස ඇත.
- ජෛව ඩීසල් තුල ඇති මෙතනෝල් ඉවත් කිරීමට රත් කරමින් වාෂ්ප කරන අතර එම වාෂ්පය නැවත ඝනීභවනය කර ලබා ගන්නා මෙතනෝල් නැවතත් ජෛව ඩීසල් නිෂ්පාදනයට යොදා ගනී.
- මෙතනෝල් ඉවත් කිරීමෙන් පසු තවදුරටත් අප ද්‍රව්‍ය ලෙස ග්ලිසරෝල් හා උත්ප්‍රේරක ඇත්නම් එම ජෛව ඩීසල් තුලින් ජලය බුබුලනය කර පිරිපහදු කළ හැක.
- අවසානයේදී ජෛව ඩීසල් වියළා එහි ඇති ජලය ඉවත් කර පෙරීම මගින් ඝන අංශු ඇත්නම් ඒවා ඉවත් කරයි.
- පිරිපහදු නොකල ග්ලිසරින් පිරිපහදු කර එහි වූ මෙතනෝල් නැවතත් ජෛව ඩීසල් නිපදවීමට භාවිතා කරයි.
- ජෛව ඩීසල් වර්තමානයේ විවිධ ආකාරයට භාවිතා කරයි.

$\boldsymbol{B_{100}}$ - පෙට්‍රෝලියම් ඩීසල් මිශ්‍ර නොකළ පිරිසිදු

$\boldsymbol{B_{20}}$ **- ජෛව ඩීසල් 20% ක්ද පෙට්‍රෝලියම් ඩීසල් 80%** ක්ද මිශ්‍ර කළ ජෛව ඩීසල්

$\boldsymbol{B_5}$ සහ $\boldsymbol{B_2}$ ලෙසද ජෛව ඩීසල් භාවිතා කරයි.

තීන්ත නිෂ්පාදනය

තීන්ත නිෂ්පාදනයේදී රසායනික ප්‍රතික්‍රියා සිදු නොවුවද විවිධ ආකාරයේ රසායනික ද්‍රව්‍ය පදනම් වූ කර්මාන්තයකි. මෙහිදී **පහසුවෙන් මිශ්‍ර නොවන සංරචක ස්ථායීව පවතින පරිදි මිශ්‍ර කිරීම** මූලිකම ක්‍රියාවලියකි.

- තීන්ත ගලා යාමට හේතුව ඒ සඳහා යොදා ගන්නා ද්‍රාවකය වේ.
- තීන්ත පටලය හොඳින් වියලීමෙන් පසුව ඇති වන දැඩි වියළි පටලය තීන්ත නිපදවීමට යොදා ගන්නා **බහු අවයවිකය** වේ.
- තීන්ත වලට විවිධ වර්ණ ලබා ගැනීමට වර්ණක භාවිතා කරන අතර විවිධ ගුණාංග ප්‍රශස්ථ මට්ටමට ගැනීමට **ආකලන සංයෝග** (Additives) යොදා ගනී.
- තීන්ත නිෂ්පාදනයේදී ද්‍රාවකය, $30\% - 80\%$ පරාසයක ද බහු අවයවික ද්‍රව්‍ය (**බැඳුම්කාරකය**/Binder) $20\% - 60\%$ අතර පරාසයකද වර්ණක $2\% - 40\%$ අතර පරාසයකද ආකලනය ද්‍රව්‍ය $0\% - 5\%$ අතර පරාසයකද පවතී.
- ද්‍රාවකය හා බහුඅවයවිකය මගින් තීන්ත ද්‍රාවණයට අවශ්‍ය **දුස්ස්‍රාවී ගුණය** ලබාදේ.
- තීන්ත ආලේප කිරීමෙන් පසුව වියළි දැඩි ස්ථරය නිර්මාණය වන්නේ බහු අවයවික අණු එකිනෙකට ලං වී ඇසිරීම හෝ එම අණු අතර හරස් බන්ධන නිර්මාණය වීමත් හා ද්‍රාවක අණු වාෂ්ප වී යාමත් යන හේතු නිසා වේ.
- මෙම බහු අවයවික අණු පෘෂ්ඨයට තදින් ඇලෙන අතර එම බහු අවයවික අණු මගින් වර්ණක අණු රඳවා ගනී. වර්ණක ද්‍රව්‍ය කාබනික හෝ අකාබනික සංයෝග වන අතර ඒවා සියුම් අංශු ස්වරූපයෙන් ඇත.
- **වර්ණක වැඩි වූ විටදී වියළි තීන්ත පටලය දිලිසෙන සුළු බව අඩු රළු පෘෂ්ඨයක් වන අතර වර්ණක අඩුකර බැඳුම් කාරකය වැඩි කල විට වියළි තීන්ත පටලය දිලිසෙන සුමට පෘෂ්ඨයක් බවට පත් කල හැක.**
- වඩාත් සුදු වර්ණයක් ලබා ගැනීමට **ටයිටේනියා** (TiO_2) වර්ණය යොදා ගනී.
- **ද්‍රාවකය ලෙස ජලය යොදා ඇති තීන්ත ඉමල්ෂන් තීන්ත ලෙසද කාබනික ද්‍රාවක යොදා ඇති තීන්ත එනමල් තීන්ත ලෙසද වෙළඳ පොලේ ඇත.**
- එනමල් තීන්ත වියළීමේදී වායුගෝලයට කාබනික ද්‍රව්‍ය වාෂ්ප එකතු වීම නිසා පරිසරය දූෂණය වන අතර ඉමල්ෂන් තීන්ත මගින් වායුගෝල දූෂණය අවම වේ.
- වර්ණක වලට අමතරව **පිරවුම් ද්‍රව්‍ය** (fillers) එක් කරන අතර ඒ සඳහා බොහෝ විට කැල්සියම් කාබනේට් භාවිතා කරයි.
- තීන්ත වල උකු ගතිය / ඝනකම වැඩි කිරීමට යෝග්‍ය ආකලන ද්‍රව්‍ය ලෙස **Thickners** එක් කරයි.
- වර්ණක හා පිරවුම් අංශු සමඟ බහු අවයවික හෙවත් බැදුම්කාරකය හොඳින් අන්තර් ක්‍රියා කළ යුතු අතර ඒවා වැඩි කිරීමට **තෙත් කාරක** (Wetting agent) එක් කරයි.
- මෙම සංරචක සියල්ල ඉතා හොඳින් මිශ්‍රකර ගැනීමට එක්වර සංරචක සියල්ල එක්කර මිශ්‍ර නොකරන අතර ඒවා මිශ්‍ර කරන විවිධ අනුපිළිවෙලවල් ඇත. අනුපිළිවෙල වෙනස් වූ විට ලැබෙන ගුණාංග වෙනස් වේ.
- සූර්යාලෝකයට නිතර විවෘත වෙන පෘෂ්ඨ සඳහා යොදා ගන්නා තීන්ත වලට **පාරජම්බුල කිරණ** වලට ඔරොත්තු දෙන සුවිශේෂී බහු අවයවික යොදා ගනී.

- සිමෙන්ති පෘෂ්ඨ වැනි භාෂ්මික පෘෂ්ඨ සඳහා ආලේප කරන තීන්ත නිෂ්පාදනයට **පොලිඑස්ටර් බාණ්ඩයට** අයත් බහු අවයවික යොදා **නොගනී.** එයට හේතුව එම භාෂ්මිකතාවය නිසා පොලියස්ටරයේ එස්ටර් බන්ධන බිඳ වැටීමයි.

කෝස්ටික් සෝඩා ($NaOH$) නිෂ්පාදනය

කෝස්ටික් සෝඩා නිපදවීමට අමුද්‍රව්‍ය ලෙස ජලීය $NaCl$ භාවිතා කරන අතර එය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කර $NaOH$ නිපදවයි.

- මෙම ජලීය ද්‍රාවණයේ පහත සඳහන් අයන වර්ග ඇත.

1. $NaCl$ මගින් බහුලව $Na^+(aq)$ හා $Cl^-(aq)$
2. ජලයේ දුර්වල විඝටනයෙන් සුළු ප්‍රමාණයක් $H^+(aq)$ හා $OH^-(aq)$

$$NaCl\,(aq) \leftrightarrow Na^+(aq) + Cl^-\,(aq)$$

$$H_2O\,(l) \leftrightarrow H^+(aq) + OH^-{}_{(aq)}$$

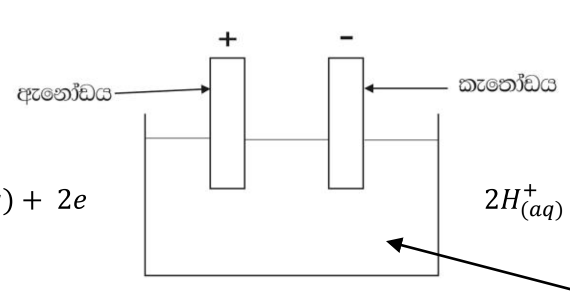
- **$NaCl\,(aq)$ විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම**

අධික විභව අන්තරයක් යටතේ විද්‍යුත් විච්ඡේද කිරීමේදී වඩාත් පහසුවෙන් **ඔක්සිහරණය** වන (e ලබා ගන්න) ධන අයනය වන්නේ H^+ වේ. විද්‍යුත් කෝෂයේ − අග්‍රයට සම්බන්ධිත ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේදී මෙම ඔක්සිහරණය සිදුවී H^+, H_2 වායුව බවට පත්වේ. එම අග්‍රය **කැතෝඩය** ලෙස හඳුන්වයි.

$$2H^+_{(aq)} + 2e \rightarrow H_2(aq)$$

- (+) අග්‍රයට සම්බන්ධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට OH^- හා Cl^- ගමන් කරන අතර **ඔක්සිකරණයට** (e පිටකිරීමට) වඩාත් කැමැත්තක් දක්වන Cl^- අයනය e න පිට කරමින් **Cl_2 වායුව** බවට පත්වේ. මෙය **ඇනෝඩය** ලෙස හඳුන්වයි.

$$2\,Cl^-_{(aq)} \rightarrow +Cl_2(g) + 2e$$



$2Cl^-_{(aq)} \rightarrow +Cl_2(g) + 2e$ $\quad$ $2H^+_{(aq)} + 2e \rightarrow H_2(aq)$

$NaCl\,(aq)$

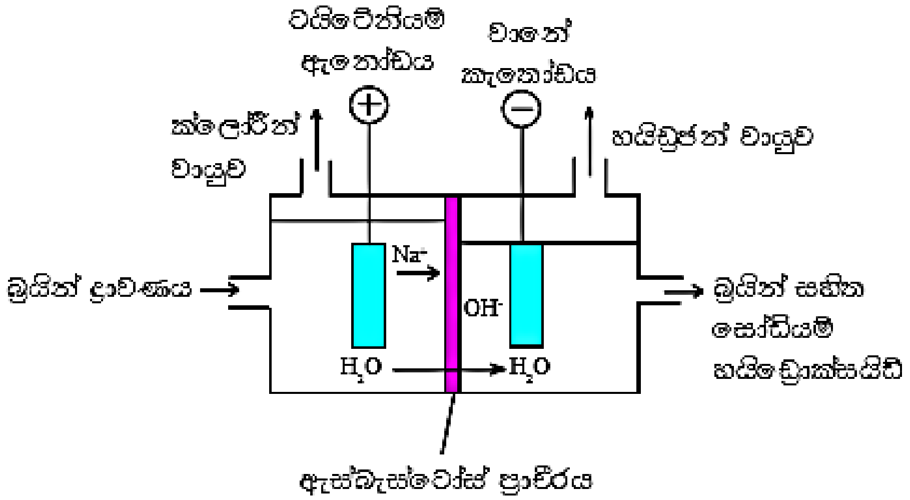
- විද්‍යුත් උදාසීනතාවයට පැමිණීම සඳහා Cl^- අයන ඉවත් වන සීඝ්‍රතාවයට සමානව OH^- අයන නිපදවිය යුතුය. කැතෝඩය අවටින් H^+ අයන H_2 අයන ලෙස නිදහස් වීම නිසා ජල අණු දිසටම

විඝටනය වී Cl^- අයන ඉවත් වීමේ සීඝ්‍රතාවයට සමානව OH^- අයන ලැබේ. එම නිසා මාධ්‍යයේ $NaCl$ සාන්ද්‍රණය අඩුවී $NaOH$ සාන්ද්‍රණය වැඩිවේ.

- මෙහිදී ප්‍රධාන ගැටළුවක් වන්නේ සෑදෙන Cl_2 හා $NaOH$ ප්‍රතික්‍රියා කර $NaOCl$ හා $NaCl$ සෑදීමයි.
- මේ සඳහා සෑදෙන Cl_2 වායුව හා $NaOH$ ප්‍රතික්‍රියා කිරීම වැළැක්විය යුතුය.
- මේ සඳහා අයන වලට පාරගම්‍ය වූ **ඇස්බැස්ටස් ප්‍රාචීරයක් (පටලයක්)** යොදා ගනී.

එවිට ඇස්බැස්ටස් ප්‍රාචීරය හරහා කැතෝඩ කුටීරය හා ඇනෝඩ කුටීරය අතර සියලුම අයන හුවමාරු වීමේ හැකියාවක් ඇත. මෙම ක්‍රමය **ඇස්බැස්ටස් ප්‍රාචීර කෝෂ ක්‍රමය** ලෙස හඳුන්වයි.

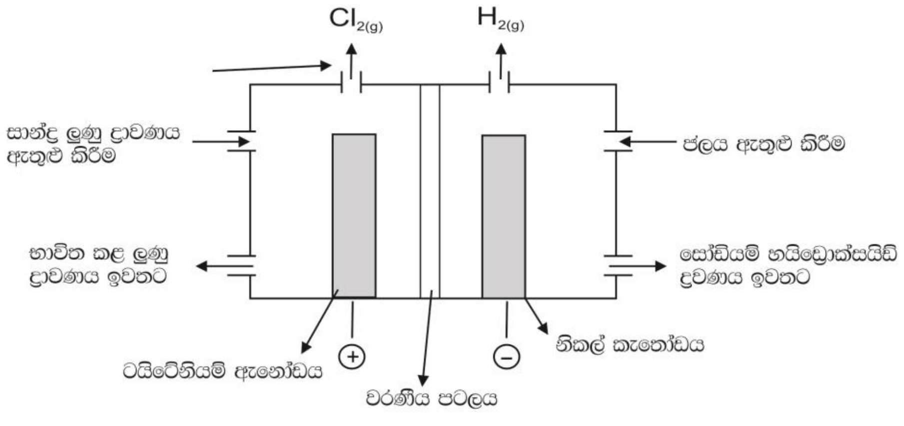
- **ඇස්බැස්ටස් ප්‍රාචීර කෝෂ ක්‍රමය**



- මෙහිදී ප්‍රාචීරය හරහා **ද්‍රවස්ථිතික පීඩනයක්** ගොඩ නගා තිබීම නිසා කැතෝඩ කුටීරයේ සිට ඇනෝඩ කුටීරයට අයන සංක්‍රමණය වීම අවම වී ඇත.

- **වරණීය පටල කෝෂ ක්‍රමය**

අයන සඳහා **වරණීය පාරගම්‍යතාවයක්** ඇති පටල යොදා ගනිමින් සංශුද්ධතාවය ඉහළ $NaOH$ නිෂ්පාදනය පිණිස පටල කෝෂ ක්‍රමය යොදා ගනී.



- මෙය සන්තතික ක්‍රියාවලියක් බැවින් වඩාත් කාර්යක්ෂම ක්‍රමයක් වේ.

> ➢ **$NaOH$ කර්මාන්තයේ අතුරු ඵල**

1. H_2 - ඉන්ධනයක් ලෙස භාවිතා කරයි.

2. Cl_2 - HCl අම්ලය නිපදවීමට, ජලය පිරිසිදු කිරීමට, පොලිවයිනයිල් ක්ලෝරයිඩ් සෑදීම. විරංජන කුඩු නිපදවීමට

- විද්‍යුත් විච්ඡේදනය ආශ්‍රිත අධිවෝල්ටීයතාවය අඩුකර ගැනීමට **ලෝහ ඔක්සයිඩ මිශ්‍රිත ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ (Mixed Matal Oxide - MMO)** නිෂ්පාදනය කර ඇත.

➢ **$NaOH$ වල ප්‍රයෝජන**

1) සබන් නිෂ්පාදනයට
2) ක්ෂාලක සහ අනෙකුත් පිරිසිදු කිරීමේ කාරක නිපදවීමට
3) ඩයි වර්ග සෑදීමට
4) සුවඳ විලවුන් සෑදීමට
5) ඖෂධ නිපදවීමට

පොස්පේට් පොහොර නිෂ්පාදනය

ශාක වර්ධනයට අවශ්‍ය පොස්පරස් සපයන ප්‍රභවයක් ලෙස පොස්පේට් පොහොර හැඳින්විය හැක. පොස්පේට් පොහොර නිපදවීමට **ඇපටයිට්** ඛණිජය යොදා ගනී. ඇපටයිට් වර්ග 3කි.

$Ca_5\,(PO_4)_3F$ - ෆ්ලෝරෝ ඇපටයිට්

$Ca_5\,(PO_4)_3Cl$ - ක්ලෝරෝ ඇපටයිට්

$Ca_5\,(PO_4)_3OH$ - හයිඩ්‍රොක්සි ඇපටයිට්

- ඇපටයිට් ජලයේ අද්‍රාව්‍ය බැවින් කෙටි කාලීන බෝග සඳහා සුදුසු නොවේ. නමුත් කෙටි කාලීන බෝග සඳහා ජල ද්‍රාව්‍ය පොස්පේට් පොහොර නිපදවීමේ ප්‍රභවයක් ලෙසට ඇපටයිට් භාවිතා කල හැක.
- එප්පාවල ඇපටයිට් නිධියක් ඇති අතර එහි සංයෝජිත පොස්පරස් ප්‍රමාණය $34\% - 40\%$ වුවද ජල ද්‍රාව්‍ය සංයෝජිත පොස්පරස් ප්‍රමාණය $5\% - 6\%$ තරම් වේ.

➢ **<u>ජල ද්‍රාව්‍ය පොස්පරස් ප්‍රමාණය වැඩි පොහොර නිපදවීම</u>**

- පළමුව ඇපටයිට් ඛණිජය අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට කුඩු කර ගත යුතුය.
- ඉන්පසු මෙම ඇපටයිට් රසායනික පරිවර්තනය සඳහා පහත සඳහන් ක්‍රම භාවිතා කරයි.

1. $H_2SO_4,\ HCl$ හෝ HNO_3 අම්ලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීම.
2. සෝඩියම් කාබනේට් ($NaCO_3$) සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීම.

3. සර්පන්ටයින් (Mg_2SiO_4) ඛණිජය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීම

මෙය උකුවෙල ප්‍රදේශයෙන් ලබා ගනී.

4. පීට්වල ඇති කාබනික අම්ල සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට සැලැස්වීම.

(පීට් මුතුරාජවෙලින් ලබා ගනී.)

- මෙහිදී දේශීය එප්පාවලින් ඇපටයිට් හා උකුවෙලින් සර්පන්ටයින් ලබා ගත්තද අවශ්‍ය වන අනෙකුත් රසායනික ද්‍රව්‍ය දේශීයව නිෂ්පාදනය නොවීම නිසා ආනයනය කිරීමට සිදු වී ඇත.

- H_2SO_4 අම්ලය හා HCl අම්ලය යොදාගෙන **ජල අද්‍රාව්‍ය කැල්සියම් පොස්පේට්**, **ජල ද්‍රාව්‍ය කැල්සියම් ඩයිහයිඩ්‍රජන් පොස්පේට්** බවට පත් කිරීම, **පූර්ණ අල්පාම්ලනය** නම් වේ. මෙසේ ලබා ගන්නා පොස්පේට් පොහොර **සුපර් පොස්පේට්** නම් වේ.

$$2Ca_5(PO_4)_3X + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Ca\,(H_2PO_4)_2 + 7CaSO_4 + 2HX$$

$$2Ca_5(PO_4)_3X + 14HCl \rightarrow 3Ca\,(H_2PO_4)_2 + 7CaCl_2 + 2HX$$

- මෙම සුපර් පොස්පේට්හි කැල්සියම් අයන නිසා ඇති වන ජලාකර්ෂක බව අඩු කිරීමට **ඇමෝනියම් ලවණ** එක් කරයි.

- HNO_3 අම්ලය යොදා ගැනීමෙන් **නයිට්‍රෝ පොස්පේට්** නිපදවයි.
- මෙහිදී පූර්ණ අල්පාම්ලනයට අවශ්‍ය අම්ල ප්‍රමාණයට වඩා අඩු අම්ල ප්‍රමාණ යොදා ගනිමින් පොස්පේට් පොහොර නිපදවීම **පාර්ශ්වික අල්පාම්ලනය** ලෙස හඳුන්වයි.
- තවද සෝඩියම් කාබනේට් ($NaCO_3$) සිලිකා වැලි සමඟ මිශ්‍ර කර $900°C$ උෂ්ණත්වයේ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් ජල ද්‍රාව්‍යය $CaNaPO_4$ අඩංගු පොස්පේට් පොහොර නිපදවිය හැක.

$$Ca_5\,(PO_4)_3X + \ Na_2CO_3 \xrightarrow{900°C} 2CaCO_3 + 3\,CaNaPO_4 + NaX$$

- සිලිකා වැලි, **සර්පන්ටයින්** සමඟ මිශ්‍ර කර $1200°C$ දී ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් පොස්පේට්වලට අමතරව මැග්නීසියම් වලට අමතරව **මැග්නීසියම් අඩංගු පොහොරද** නිපදවිය හැක.

$$2Ca_5\,(PO_4)_3X + \ 3Mg_2\,SiO_4 \xrightarrow{1200°C} 3Ca_2SiO_4 + 2Mg_3(PO_4)_2 + CaX_2 + Ca(PO_4)_2$$