7. සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනය (ස්පර්ශ ක්‍රමය)

- H_2SO_4 නිපදවීමට අවශ්‍ය අමුද්‍රව්‍ය
  1) සල්ෆර් හෝ සල්ෆර් අඩංගු ලෝපස්
     - PbS, CuS yd ZnS අඩංගු ලෝපස් මගින් පිළිවෙලින් Pb, Cu හා Zn ලෝහ නිස්සාරණයේ දී අතුරු ඵලයක් ලෙස ලැබෙන SO2 වායුව ද H_2SO_4 නිපදවීම සඳහා භාවිත කළ හැකි ය.
     - පෙට්‍රෝලියම් පිරිපහදු කිරීමේ දී අතුරු ඵලයක් ලෙස ලැබෙන සල්ෆර් හෝ පොළොවෙන් ලබාගන්නා ගෙන්දගම් ද මේ සඳහා භාවිත කළ හැකි ය
  2) ජලය

සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනයේ දී සල්ෆර් හෝ ලෝහ සල්ෆයිඩ දහනය කර SO_2 පිළියෙල කර ගනු ලබයි.

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$$

වායුගෝල O_2 සමඟ SO_2 ප්‍රතික්‍රියා කර SO_3 පිළියෙල කිරීම දෙවන පියවරයි.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \underset{V_2O_{5(g)}\ \text{උත්ප්‍රේරක}}{\overset{1\ \text{atm},\ 450\ ^{o}C}{\rightleftharpoons}} 2SO_{3(g)} + \text{තාපය}$$

සාන්ද්‍ර H_2SO_4 සමඟ SO_3 ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට සලස්වා ලබා ගන්නා $H_2S_2O_7$ ජල විච්ඡේදනයෙන් H_2SO_4 ලබා ගනී.

$$SO_3 + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow H_2S_2O_{7(aq)}$$

$$H_2S_2O_{7(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$$

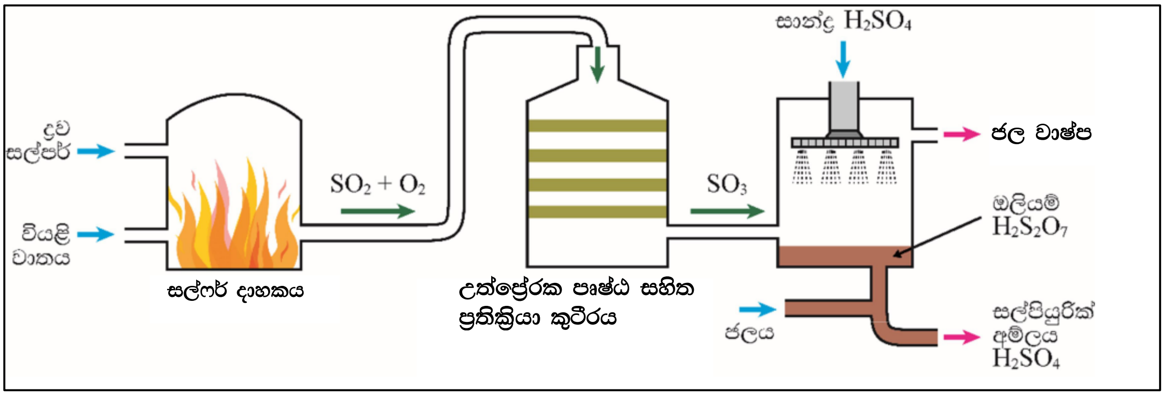
1. SO_2 නිපදවීම

- 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.
    I. පළමුව සල්ෆර් රත් කර 140 °C දී ද්‍රව තත්ත්වයට පත් කරයි.
    II. ද්‍රව සල්පර් ආශ්‍රිතව විවිධ ඝන අපද්‍රව්‍ය ඇත් නම් ඒවා ඉවත් කිරීමට පෙරනු ලබයි.

ඝන සල්ෆර් ⟶ **ද්‍රව සල්ෆර් (140 ^{0}C)** ⟶ **ඝන අපද්‍රව්‍ය සහිත ද්‍රව සල්ෆර්**

↓ **පෙරීම**

ද්‍රව සල්ෆර් ⟶ (**දාහකයට පොම්ප කිරීම**) ⟶ **SO_2(g)**



H_2SO_4 නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය

III. දාහකය තුළට ද්‍රව සල්ෆර් හා වායුගෝලීය වාතය පොම්ප කළ යුතු ය.

a. ද්‍රව සල්ෆර් ඉතා කුඩා බිඳිති ලෙස දාහකයට පොම්ප කරයි.
b. එම බිඳිති ඉතා පහසුවෙන් දහනය වේ.
c. සල්ෆර් දහනය තාපදායකය.
d. දහනයෙන් ලැබෙන වායු මිශ්‍රණයේ SO_2 ප්‍රමාණය 8 -9% සංයුතියකින් පවත්වා ගනු ලැබේ.
e. දාහකය අවට උෂ්ණත්වය 830 °C පමණ වේ.
f. මේ දහන කුටිය තුළ තිබෙන SO_2, O_2 හා N_2 සහිත වායු මිශ්‍රණයේ විවිධ ඝන අංශු (අළු) තිබිය හැකි ය. ඒවා ඉවත් කිරීම ඉතා වැදගත් ය.
g. දූවිලි හෝ අළු ලෙසට විවිධ අංශු පැවතුණ හොත් V_2O_5 උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨය මත තැන්පත් වී උත්ප්‍රේරක ක්‍රියාවට බාධා පමුණුවන නිසා පළමුව SO_2 සහිත වායු මිශ්‍රණය පිරිසිදු කරනු ලැබේ.

2. SO_3 නිපදවීම හා එමඟින් H_2SO_4 නිපදවීම

- සල්පර්ට්‍රයොක්සයිඩ් නිපදවන ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවර්ත්‍ය තාපදායක ප්‍රතික්‍රියාවකි.
- ඔක්සිජන් හා සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් අතර පරිමා අනුපාතය 1 : 1 (මවුල අනුපාතය 1 : 1) පරිදි පවත්වා ගනු ලබයි.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} + \text{තාපය}$$

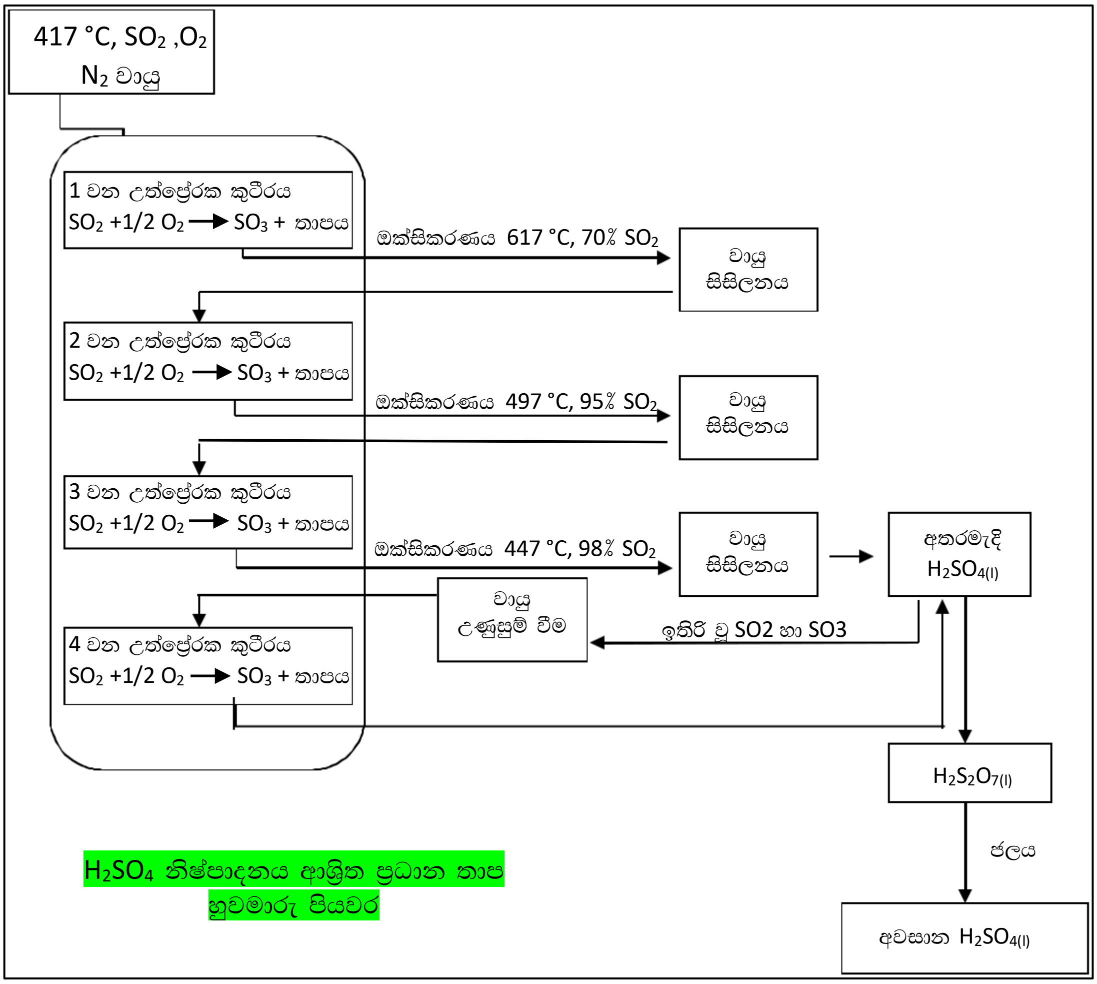
- කාර්යක්ෂමතාවකින් ප්‍රතික්‍රියා සිදු කිරීමට ප්‍රශස්ත තත්ත්වයක් ලෙසට 400-500 °C උෂ්ණත්වයක් පවත්වා ගනු ලැබේ.
  - ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ද තාපය ජනනය කරන නිසා එක් වර ම සමස්ත SO_2 ප්‍රමාණය O_2 සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට නිෂ්පාදන ක්‍රියාව සැලසුම් කළ හොත් වැඩි තාප ප්‍රමාණයක් ජනනය වී නැවත පසු ප්‍රතික්‍රියාව දිරිමත් කරමින් ඵලදාව අඩු වීමට හේතු වේ.
  - ඒ නිසා සමස්ත SO_2 ප්‍රමාණය පියවර හතරක් ඔස්සේ SO_3 බවට පරිවර්තනය සිදු කරයි.

- මේ ප්‍රතිවර්ත්‍යය ප්‍රතික්‍රියාව වඩාත් දකුණු පැත්තට නැඹුරු කරමින් SO_3 ඵලදාව 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 ඵලදාව 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 °C ලෙසට තීරණය කර ඇත.

- පීඩනය වැඩි කරන විට දී වායු කලාපයේ ප්‍රතිවර්ත්‍ය ප්‍රතික්‍රියාව 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 SO3 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.

- <u>පියවර හතරක දී තාප හුවමාරුව කළමනාකරණය කරමින් නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය සිදු කරන ආකාරය පහත ගැළිම් සටහනකින් දැක්වේ.</u>



- සෑම පියවරක දී ම උත්ප්‍රේරක පෘෂ්ඨ හරහා වායු මිශ්‍රණය ගමන් කිරීමට සලස්වයි.
  - ✓ 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 මගින් 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 අඩq 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 මඟින් 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 ප්‍රතිවර්ත්‍යතාව 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 මගහැරීම පිණිස ඉහත විස්තර කළ ක්‍රියාමාර්ග ඔස්සේ SO_3 වායුව H_2SO_4 බවට පත් කරයි.
  - ✓ උෂ්ණත්වය 70 °C සාන්ද්‍ර (98%) සල්ෆියුරික් අම්ලය මඟින් SO_3 අවශෝෂණය උපරිම වේ.

- ✓ ඒ නිසා එම තත්ත්ව යටතේ දී සාන්ද්‍ර H_2SO_4 වලට SO_3 අවශෝෂණය කරවා ජලය එක් කිරීම මඟින් H_2SO_4 නිපදවා ගනු ලැබේ.

- ○ ජලය සමඟ SO_3 ප්‍රතික්‍රියාව වේගවත් හා අධික තාපදායක ය.
  - ✓ ඒ නිසා ජලය වාෂ්පීකරණය වේග 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 මඟින් SO_3 අවශෝෂණය උපරිම වේ.
  - ✓ ඒ නිසා එම තත්ත්ව යටතේ දී සාන්ද්‍ර H_2SO_4 වලට SO_3 අවශෝෂණය කරවා ජලය එක් කිරීම මඟින් 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 කුටියේ 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 නිසාත්ල 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.

❖ <u>සල්ෆියුරික් අම්ලයේ ප්‍රයෝජන</u>

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