



මූලද්‍රව්‍යවල විස්තරාත්මක රසායනය

*p*-ගොනුව

රසායන විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය  
ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලය

# 1. 13 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය

B
Al
Ga
In
Tl

## හැඳින්වීම

මෙම පාඨමේ දී 13 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි හෝ බෝරෝන් පවුලේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනය පිළිබඳව සාකච්ඡා කරනු ලබන අතර මෙහි දී බෝරෝන් සහ ඇලුමිනියම් වෙත වැඩි අවධානයක් යොමු කෙරේ. මෙම කාණ්ඩය (පැරණි වගුවේ III හෝ IIIB කාණ්ඩය) බෝරෝන් (B), ඇලුමිනියම් (Al), ගැලියම් (Ga), ඉන්ඩියම් (In) සහ තැලියම් (Tl) මූලද්‍රව්‍ය වලින් සමන්විත වේ. මෙම මූලද්‍රව්‍යයන්හි අවසන් කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^1$  වේ (1.1 වගුව බලන්න).

1.1 වගුව: 13 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල ගුණ සමහරක්

	ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය	ද්‍රවාංකය m.p./ °C	කාපාංකය b.p./ °C	අරය r(M <sup>3+</sup> )	ඔක්සිකරණ විභවය E°(M <sup>3+/M</sup> ) / V	ඔක්සිකරණ අංකය O.N.
<b>B</b>	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	2300	3930	20	-0.89	+3
<b>Al</b>	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	660	2470	50	-1.89	+3
<b>Ga</b>	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	30	2400	62	-0.53	+3
<b>In</b>	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	157	2080	81	-0.34	+3, +1
<b>Tl</b>	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>	304	1467	95	+1.26	+3, +1

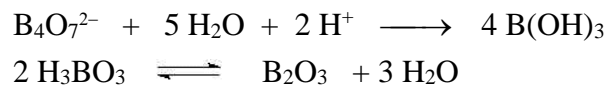
මූලද්‍රව්‍ය සියල්ල ම +3 ඔක්සිකරණ අවස්ථාව පෙන්වයි. s-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය ස්ථායී ඔක්සිකරණ අවස්ථා එකක් (කාණ්ඩ අංකය) පමණක් පෙන්වනුම් කළ ද මෙම කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය ස්ථායී ඔක්සිකරණ අවස්ථා එකකට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාවක් පෙන්වයි. උදාහරණයක් ලෙස විශාල ම මූලද්‍රව්‍ය වන Tl අවම ඔක්සිකරණ අවස්ථාව ලෙස +1 පෙන්වනුම් කරන අතර Tl<sup>+</sup> අයනය Tl<sup>3+</sup> අවස්ථාවට ඔක්සිකරණය කළ හැක. මෙහිදී ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලය (6s<sup>2</sup>) අඩු ශක්ති s-කාක්ෂිකවල පවතින අතර 6s ඉලෙක්ට්‍රෝන පිට කිරීම, 6p ඉලෙක්ට්‍රෝන පිට කිරීමට වඩා අපහසු වේ. මෙය නිෂ්ක්‍රීය යුගල ආචරණය (inert pair effect) ලෙස හඳුන්වයි. 1.1 වගුවෙහි දැක්වෙන පරිදි කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යාමේ දී ත්‍රිසංයුජ අයනවල අයනික අරය වැඩි වේ.

බෝරෝන් සුළු වශයෙන් ලෝහ ලක්ෂණ සහිත අලෝහ මූලද්‍රව්‍යයක් ලෙස සලකන අතර, මෙම කාණ්ඩයට අයත් අනෙකුත් සියලු ම මූලද්‍රව්‍ය ලෝහ වේ. මෙම කාණ්ඩයේ අනෙකුත් සාමාජිකයන් සමඟ සසඳන කල බෝරෝන්වලට ඉහළ පළමු, දෙ වන සහ තෙ වන අයනීකරණ ශක්ති අගයන්

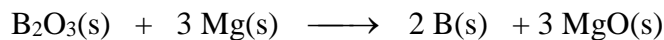
ඇත. අනෙකුත් මූලද්‍රව්‍යවල සංයෝග ප්‍රධාන වශයෙන් අයනික වුව ද, බෝරෝන්හි සංයෝග ප්‍රධාන වශයෙන් සහසංයුජ වේ.

## 1.1 පැවැත්ම සහ නිස්සාරණය

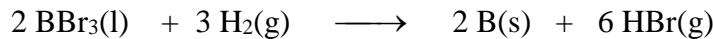
කොල්මනයිට් ( $\text{CO}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), ඕනෝබෝරික් අම්ලය සහ බෝරැක්ස් ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  හෝ  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) ලෙස ස්වභාවයේ බෝරෝන් පවතී. බෝරැක්ස් අම්ල සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් බෝරික් අම්ලය ( $\text{B}(\text{OH})_3$  හෝ  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) ලබාදෙන අතර එය රත් කිරීමේ දී ජලය ඉවත් වී බෝරික් ඔක්සයිඩ් ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) ලබා දේ.



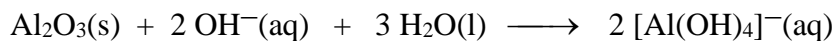
සෝඩියම් හෝ මැග්නීසියම් සමඟ  $\text{B}_2\text{O}_3$  ඔක්සිහරණය කිරීමෙන් දුඹුරු පැහැති, ස්ඵටිකරූපී නොවන කුඩක් ලෙස බෝරෝන් ලබා දේ.



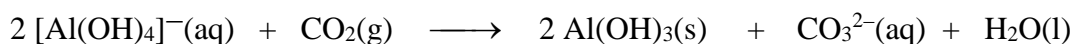
විද්‍යුත් වාපයක් හමුවේ දී,  $\text{H}_2$  මගින්  $\text{BBr}_3$  ඔක්සිහරණය කිරීම මගින් ද බෝරෝන් නිපදවා ගත හැකි ය.



පෘථිවි කබොලේ තෙවැනියට බහුල මූලද්‍රව්‍යය ඇලුමිනියම් ය. ඇලුමිනෝසිලිකේට, මැටි, කෙයොලින් (kaolin), මයිකා (mica) සහ ෆෙල්ඩ්ස්පාර් (feldspar) වල ඇලුමිනියම් අඩංගු වේ. වඩාත් වැදගත් ඇලුමිනියම් නිධිය බොක්සයිඩ් (bauxite) වන අතර එමගින් මහා පරිමාණයෙන් Al නිස්සාරණය කෙරේ. බොක්සයිඩ් ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) වල අපද්‍රව්‍ය ලෙස සිලිකා සහ අයන් ඔක්සයිඩ් පවතී.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  පිරිසිදු කිරීමේ ක්‍රියාවලියේ දී පළමුවෙන් ම එම නිධි, කෝස්ටික් සෝඩා ( $\text{NaOH}$ ) සමඟ පිරියම් කොට  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  අයන සහිත ද්‍රාවණයක් ලබා ගැනීම සිදු කෙරේ.



මෙම ද්‍රාවණය තුළින්  $\text{CO}_2$  යැවීමෙන්  $\text{Al}(\text{OH})_3$  අවක්ෂේප කර ගත හැකි ය.



$\text{Al}(\text{OH})_3$  රත්කිරීම මගින් සංශුද්ධ ඇලුමිනියම් ඔක්සයිඩ් ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) අවක්ෂේප කරගනු ලැබේ.



ඇලුමිනියම් ඔක්සයිඩ්, ඉහළ ද්‍රවාංකයක් දරන බැවින් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා අවශ්‍ය වන ද්‍රව  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ලබා ගැනීම සඳහා එය පමණක් ම භාවිතා කළ නොහැක.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ක්‍රයොලයිට් ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) සමඟ මිනිරන් ආස්තරයකින් යුත් යකඩ බඳුනක් කැතෝඩය ලෙස ක්‍රියාකරන කෝෂයක් තුළ  $800-1000^\circ\text{C}$  ට රත් කිරීමේ දී ද්‍රව බවට පත් වේ. මෙහි දී කාබන් කුරක් ඇනෝඩය වශයෙන් භාවිතා කෙරේ. විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී කැතෝඩය අසලින් Al විසර්ජනය වන අතර, ඇනෝඩය අසලින් ඔක්සිජන් නිදහස් වේ.



## ක්‍රියාකාරකම

- 1.1  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  සහ  $\text{Al}^{3+}$  හි අයනික අරයන් සසඳන්න.
- 1.2  $\text{Al}_2\text{O}_3$  වලින් Al නිෂ්පාදනය කිරීමේ ක්‍රියාවලියේ පියවර සහ ලැබෙන ඵලයන් සඳහන් කරන්න.

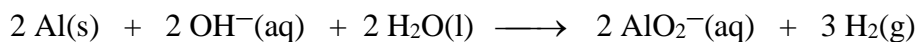
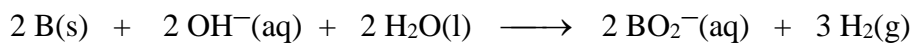
## 1.2 ප්‍රයෝජන

න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාකාරකවල නියුට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රාහකයක් (neutron absorber) ලෙස බෝරෝන් භාවිතා කෙරේ. බෝරෝන් නයිට්‍රයිඩ් (BN) ඉතාමත් තද, අවසිරුම් (abrasive) ද්‍රව්‍යයක් වේ. පයිරෙක්ස් (Pyrex) නමින් හඳුන්වන කාප ප්‍රතිරෝධී බෝරෝසිලිකේට් වීදුරු නිපදවීම සඳහා බෝරැක්ස් උපයෝගී කරගනු ලැබේ.

ආහාර පිසින භාණ්ඩ, දවටන සඳහා ගන්නා ද්‍රව්‍ය (packaging materials) (ඇලුමිනියම් ෆොයිල්) සහ ආහාර ගබඩා කර තබන භාජන නිපදවීම සඳහා Al උපයෝගී කර ගනී.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ජලය පිරිසිදු කිරීම සඳහා ද,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ගිනි නිවන ද්‍රව්‍යයක් (fire extinguisher) ලෙස ද භාවිතා කරයි. ගැලියම් (Ga) අර්ධ සන්නායකයක් වන අතර එය ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ් (light emitting diodes) නිපදවීම සඳහා භාවිතා කරනු ලැබේ.

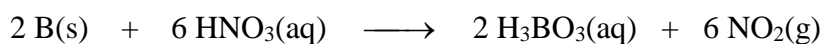
## 1.3 බෝරෝන් සහ ඇලුමිනියම්වල ඔක්සයිඩ්

බෝරෝන් සහ ඇලුමිනියම් උභයගුණී ගතිගුණ පෙන්වයි. එනම් මෙම මූලද්‍රව්‍ය සහ ඒවායේ ඔක්සයිඩ් අම්ල සහ හෂ්ම දෙ වර්ගය සමඟ ම ප්‍රතික්‍රියා කරයි. බෝරෝන් සහ ඇලුමිනියම්, ජලීය හෂ්ම ද්‍රාවණයක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන්, පිළිවෙළින් මෙටාබෝරේට් ( $\text{BO}_2^-$ ) සහ ඇලුමිනේට් ( $\text{AlO}_2^-$ ) යන අයනයන් ලබා දේ.

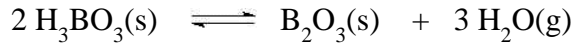


භාෂ්මික මාධ්‍යයේ දී, ඇලුමිනේට් අයන ( $\text{AlO}_2^-$ ), සංකීර්ණ අයන රැසක මිශ්‍රණයක් ලෙස පවතී. උදා:  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$  හෝ  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$

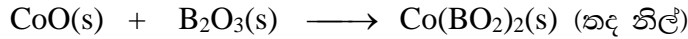
අනෙකුත් ලෝහ මෙන් නොව, බෝරෝන්,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  හෝ  $\text{HNO}_3$  අම්ල සමඟ  $\text{H}_2$  ලබා නොදෙන අතර බෝරෝන් මගින් අම්ල ඔක්සිහරණය කොට ඕනොබෝරික් අම්ලය බවට පත් වේ.



ඇලුමිනියම්, HCl හා  $\text{H}_2\text{SO}_4$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් හයිඩ්‍රජන් පිට කරන නමුත් එය  $\text{HNO}_3$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරයි. මෙහි දී  $\text{HNO}_3$  මගින් ලෝහ පෘෂ්ඨය අක්‍රිය කොට තැබීම සිදු වේ. බෝරෝන්, ඔක්සිජන් සමඟ (රත් කළ විට), බෝරික් ඔක්සයිඩ්, ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) දෙනු ලබන නමුත් සාමාන්‍යයෙන් එය පිළියෙල කරගනු ලබන්නේ, බෝරික් අම්ලය රත් කිරීම මගිනි.



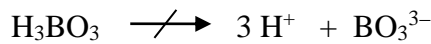
බෝරික් ඔක්සයිඩ්, ඝනකයක් (glassy solid) ලෙස හෝ ස්ඵටික ඝනකයක් (crystalline solid) ලෙස හෝ ආකාර දෙකකින් පවතී.  $\text{B}_2\text{O}_3$  ආන්තරික ලෝහ ඔක්සයිඩ් සමඟ රත් කළ විට එය ලාක්ෂණික වර්ණයන්ගෙන් යුත් මෙටාබෝරේට් සාදයි. මෙය ගුණාත්මක අකාබනික විශ්ලේෂණයේ දී භාවිතා වන බෝරැක්ස් කැටිති පරීක්ෂාව ලෙස හඳුන්වයි. උදාහරණයක් ලෙස බෝරැක්ස් කැටිති පරීක්ෂාවේ දී  $\text{CoO}$  තද නිල් පැහැයක් දේ.



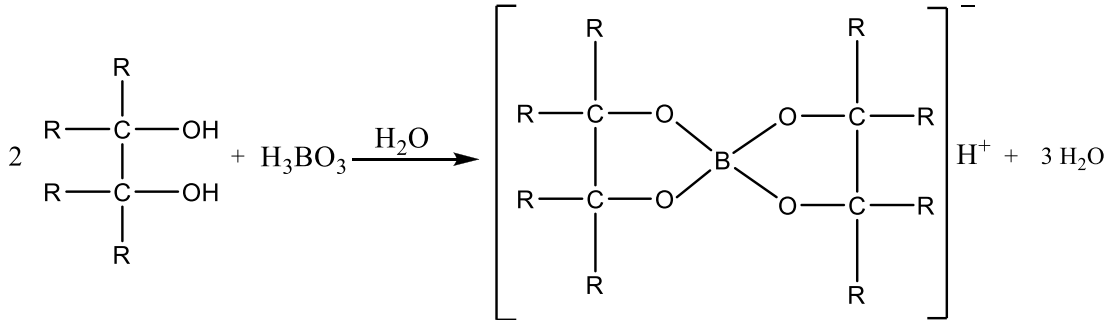
බෝරික් අම්ලය ජලයේ දිය වී  $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$  සහ  $\text{H}_3\text{O}^+$  යන අයන යන් සාදයි.



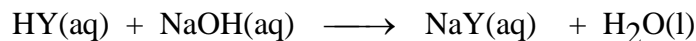
එනම්  $\text{H}_3\text{BO}_3$  හි ආම්ලිකතාව ඇති වන්නේ, ජල අණුවකින්  $\text{OH}^-$  ප්‍රතිග්‍රහණය කොට  $\text{H}^+$  අයන නිපදවීම මගින් වන අතර,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  මගින් දායක කරන  $\text{H}^+$  මගින් නොවේ. එනම්  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ට්‍රයිප්‍රෝටික් (triprotic) අම්ලයක් නොවන අතර මොනොප්‍රෝටික් (monoprotic) ඒක භාෂ්මික අම්ලයක් වේ.



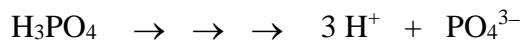
$\text{H}_3\text{BO}_3$  ඉතා දුබල අම්ලයක් වුව ද, මැනිටෝල්  $\text{HOCH}_2[\text{CH}(\text{OH})]_4\text{CH}_2\text{OH}$  හෝ ග්ලිසරෝල්  $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$  වැනි සිස්-ඩයිහයිඩ්‍රොක්සි (*cis*-dihydroxy) සංයෝග එක් කිරීමෙන් සාපේක්ෂ ලෙස ප්‍රබල ඒකභාෂ්මික අම්ල බවට පරිවර්තනය කළ හැකි ය.



මෙම සංසිද්ධිය බෝරික් අම්ලය හා ඇල්කොහොල් අතර සංකීර්ණයක් සෑදීම නිසා සිදුවන්නක් ලෙස සැලකිය හැක. මෙම සංකීර්ණය ( $\text{HY}$ ), ෆිනෝප්තලින් දර්ශකය ලෙස යොදා ගනිමින්  $\text{NaOH}$  සමඟ අනුමාපනය කළ හැකි ය.



ඒකභාෂ්මික අම්ලයක් යනු කුමක් ද? ඒකභාෂ්මික අම්ලයක් යනු අම්ල අණුවක් අයනීකරණයෙන් එක් ප්‍රෝටෝනයක් පමණක් ලබා දෙන අම්ලය කි. උදා:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HCN}$  ත්‍රිභාෂ්මික (triprotic) අම්ල අණුවක් ප්‍රෝටෝන 3 ක් නිපදවනු ලබයි. උදා:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

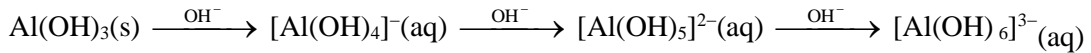


## ඇලුමිනියම් ඔක්සයිඩ්

ඇලුමිනියම් ඔක්සයිඩ්  $Al_2O_3$  විද්‍යාගාරයේ දී නිපදවාගනු ලබන්නේ, ඇලුමිනියම් කුඩු වාතයේ රත් කිරීමෙන් හෝ එහි හයිඩ්‍රොක්සයිඩය රත් කිරීමෙනි.

ඇලුමිනියම් ලවණ ද්‍රාවණයකට, හයිඩ්‍රොක්සිල් අයන එක් කළ විට ඇලුමිනියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් ජෙලටිනියම් (gelatinous) සුදු අවක්ෂේපයක් ලබා දේ.

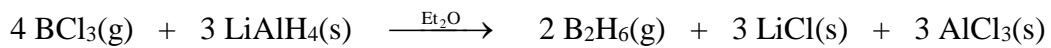
ප්‍රබල හෂ්මයක් වැඩිපුර ඇතිවිට,  $Al(OH)_3$  අවක්ෂේපය දිය වේ.



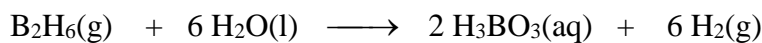
$[Al(OH)_4]^{-}$  සහ  $[Al(OH)_6]^{3-}$  අයන අඩංගු ලවණ වෙන්කර හඳුනාගෙන ඇති අතර මේවා පොදුවේ “ඇලුමිනේට්” (aluminates) ලෙස හඳුන්වයි.

## 1.4 බෝරෝන් සහ ඇලුමිනියම්වල හයිඩ්‍රයිඩ්

සරලතම බෝරෝන් හයිඩ්‍රයිඩය  $BH_3$  ලෙස සැලකෙන අතර එය පහසුවෙන් ද්විඅවයවීකරණය වී ඩයිබෝරේන්  $B_2H_6$  ලබා දේ.  $BCl_3$ , ලිතියම් ඇලුමිනියම් හයිඩ්‍රයිඩ් මගින් ඔක්සිහරණය කිරීමෙන්  $B_2H_6$  නිපදවා ගනු ලැබේ.



$B_2H_6$  දැවෙන සුළු වායුවක් වන අතර එය ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර බෝරික් අම්ලය ලබා දේ.

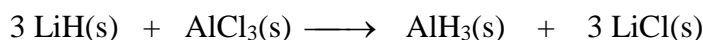


## ක්‍රියාකාරකම

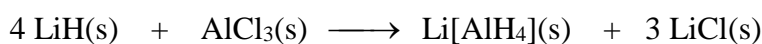
1.3 ඩයිබෝරේන් (diborane) හි ව්‍යුහය අදින්න.

ඉඟිය : සෑම බෝරෝන් පරමාණුවකට ම, හයිඩ්‍රජන් පරමාණු හතරක් බැඳී ඇත.

ලිතියම් හයිඩ්‍රයිඩ් ( $LiH$ ), ඊතර් තුළ වූ නිර්ජලීය  $AlCl_3$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ඇලුමිනියම් හයිඩ්‍රයිඩ් ( $AlH_3$ ) නිපදවනු ලැබේ.



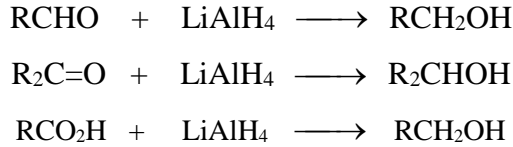
වැඩිපුර  $LiH$  ඇතිවිට,  $AlCl_3$  ලිතියම් ඇලුමිනියම් හයිඩ්‍රයිඩ් ( $LiAlH_4$ ) බවට පත් වේ.



$[AlH_4]^{-}$  අයනය සෑදීම, ඉලෙක්ට්‍රෝන උගත  $AlH_3$  අණුවකට  $H^{-}$  අයනයක් සම්බන්ධ වීමක් (coordination) ලෙස දැක්විය හැකි ය.

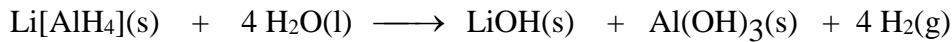


Li[AlH<sub>4</sub>] ඉතා ප්‍රයෝජනවත් ඔක්සිහාරකයක් වේ. එය ඇල්ඩිහයිඩ්, කීටෝන සහ කාබොක්සිලික් අම්ල වැනි කාබනික සංයෝග, මධ්‍යසාර (alcohol) බවට ඔක්සිහරණය කරයි.

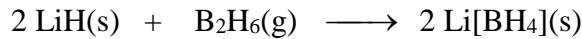


තව ද අනෙකුත් අකාබනික ලෝහ හයිඩ්‍රයිඩ් නිෂ්පාදනය සඳහා ද Li[AlH<sub>4</sub>] භාවිතා කරයි.

උදා: Li[AlH<sub>4</sub>] ජලය සමඟ ප්‍රවණ්ඩ ලෙස ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් ලබා දේ.



බෝරෝන් ද අදාළ බෝරෝන් හයිඩ්‍රයිඩ් (BH<sub>4</sub><sup>-</sup>) අයනය ලබා දේ. ඩයිබෝරේන්, විශලී ඊතර් කුළ ඇති LiH සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් Li[BH<sub>4</sub>] නිපදවයි. .



Li[BH<sub>4</sub>] ද ඉතා හොඳ ඔක්සිහාරක වේ.

## 1.5 හේලයිඩ්

13 වන කාණ්ඩයේ ට්‍රයිහේලයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝන උෟන සංයෝග වේ. ඒවා බන්ධ සහ ඇතායන සමඟ ආකලන සංයෝග සාදයි. පළමුව බෝරෝන්හි හේලයිඩ් සලකා බලමු.

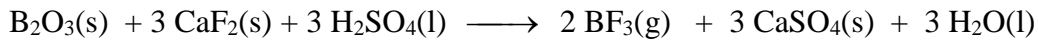
### බෝරෝන්වල හේලයිඩ්

බෝරෝන්වල බොහෝ හේලයිඩ් (BX<sub>3</sub>) තලීය ත්‍රිකෝණාකාර (trigonal planar) ජ්‍යාමිතියක් සහිත සහසංයුජ සංයෝගයන් වන අතර සෑම බෝරෝන් පරමාණුවක ම අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 3 ක් අඩංගු වේ. ඒවායේ ගුණ සමහරක් පහත වගුවේ දැක්වේ.

1.2 වගුව: BX<sub>3</sub> (X = F, Cl, Br, I) හි භෞතික ගුණ කිහිපයක්

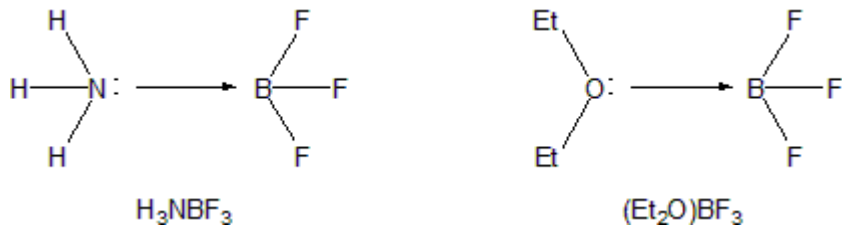
	ද්‍රවාංක/°C (m.p.)	තාපාංක/°C (b.p.)	B-X බන්ධන දිග/pm
BF <sub>3</sub>	-127	-100	130
BCl <sub>3</sub>	-107	13	175
BBr <sub>3</sub>	-46	91	187
BI <sub>3</sub>	50	210	210

තව ද, BF<sub>3</sub> සහ BCl<sub>3</sub> කාමර උෂ්ණත්වයේ දී වායුන් වේ. BBr<sub>3</sub> ද්‍රවයක් වන අතර BI<sub>3</sub> ඝනයක් වේ. සාන්ද්‍ර H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> සමඟ B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub> රත් කිරීමෙන් BF<sub>3</sub> නිපදවා ගත හැකි ය.



මූලද්‍රව්‍ය දෙක (B හා X<sub>2</sub>) කෙළින් ම සංයෝජනය කිරීමෙන් BCl<sub>3</sub> සහ BBr<sub>3</sub> නිපදවා ගත හැක. HI සමඟ BCl<sub>3</sub> රත්කිරීමෙන් BI<sub>3</sub> නිපදවා ගනී.

බෝරෝන් හේලයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝන උග්‍ර සංයෝග වන අතර අෂ්ඨකය සම්පූර්ණ කිරීම සඳහා බෝරෝන්වලට තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන 2 ක් අවශ්‍ය බව අපි දනිමු. තව ද මෙම සංයෝග ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රාහක හෝ ලුවීස් අම්ල ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. උදාහරණයක් ලෙස ඇමෝනියා (:NH<sub>3</sub>) සහ ඩයිඑතිල් ඊතර් (Et<sub>2</sub>O), BF<sub>3</sub> වෙත එකසර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලයක් ප්‍රදානය කර, පිළිවෙළින් H<sub>3</sub>NBF<sub>3</sub> සහ (Et<sub>2</sub>O)BF<sub>3</sub> යන ආකලනයන් (adducts) ලබා දේ.

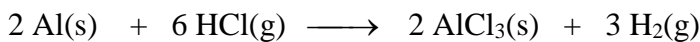
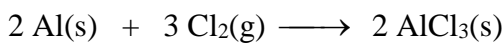


### ක්‍රියාකාරකම

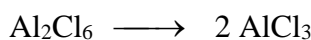
1.4 (i) NMe<sub>3</sub> සහ (ii) F<sup>-</sup> සමඟ BF<sub>3</sub> වායුව ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ලැබෙන ඵල (products) නිගමනය කරන්න.

### ඇලුමිනියම්වල ක්ලෝරයිඩ්

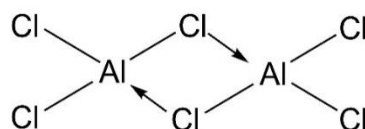
රත් කළ ඇලුමිනියම් මතින් වියළි Cl<sub>2</sub> වායුව හෝ වියළි HCl වායුව යැවීමෙන් ඇලුමිනියම් ක්ලෝරයිඩ් පිළියෙල කර ගත හැකි ය.



වාෂ්ප කලාපයේ දී හා නිර්ධ්‍රැවීය ද්‍රාවකයන්හි දී ඇලුමිනියම් ක්ලෝරයිඩ් ද්විඅවයවිකයක් (dimer) ලෙස පවතී. (උදා: [Al<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>]) 400 °C ට වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී මෙම ද්විඅවයවිකය AlCl<sub>3</sub> ඒකඅවයවිකය බවට විභේජනය වේ.



Al<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> හි අණුක ව්‍යුහය පහත දැක්වේ.





ද්විඅවයවිකයේ, සෑම Al පරමාණුවක් ම අවසන් කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 8 ක් දරන අතර Al-Cl අතර බන්ධනය සහසංයුජ ලක්ෂණ දරයි.

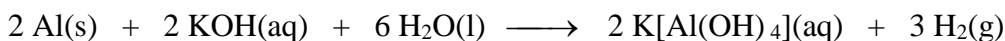
කාබනික රසායන විද්‍යාවේ දී, ලුවිස් අම්ලයක් ලෙස ඇලුමිනියම් ක්ලෝරයිඩ් භාවිතා වේ.  
උදා: ෆ්‍රිඩල් ක්‍රාෆ්ට් ප්‍රතික්‍රියාව (Freidel-Craft reaction)

## 1.6 ඇලුමිනියම්

ඇලුමිනියම් පළමු වන කාණ්ඩයේ ලෝහ (M) සල්ෆේට් ලවණ සමග  $\text{MAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  සංයුතිය සහිත ද්විත්ව ලවණ ලබා දේ. පොටෑෂ් ඇලුමිනි සංයුතිය  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  වන අතර ජල අණු හයක් Al වලට කෙළින් ම බැඳී  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  යන ඇක්වා අයනය සාදයි. අනෙක් ජල අණු හය, ස්ඵටික ජල අණු ලෙස සැලකිය හැකි ය. එමනිසා පොටෑෂ් ඇලුමිනි සූත්‍රය  $\text{K}[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  වේ.

### පොටෑෂ් ඇලුමිනි පිළියෙල කිරීම

පළමු ව  $\text{KOH}$  ද්‍රාවණයක ඇලුමිනියම් ලෝහක් දිය කිරීමෙන් පැහැදිලි පොටෑසියම් ඇලුමිනේට්,  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  ද්‍රාවණයක් ලබා ගනී.

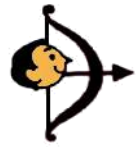


මෙම ද්‍රාවණයට සල්ෆියුරික් අම්ලය එක්කර ස්ඵටිකීකරණය කිරීමෙන් සුදු ස්ඵටික ලෙස පොටෑෂ් ඇලුමිනි  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ලබා දේ.

### සාරාංශය

- 13 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^1$  ලෙස ලිවිය හැකි ය. සෑම මූලද්‍රව්‍යයක් ම +3 ඔක්සිකරණ අවස්ථාව පෙන්වයි.
- බෝරෝන් සුළු වශයෙන් ලෝහ ලක්ෂණ සහිත අලෝහ මූලද්‍රව්‍යයක් වේ. මෙම කාණ්ඩයේ අනෙක් මූලද්‍රව්‍ය සියල්ල ම ලෝහ වේ.
- බෝරෝන් සංයෝග ප්‍රධාන වශයෙන් සහසංයුජ වන නමුත් කාණ්ඩයේ අනෙක් මූලද්‍රව්‍ය සියල්ලේ ම සංයෝග අයනික වේ.
- බෝරෝන්, ස්වභාවයේ කොල්මනයිට් (colemanite), ඕතෝබෝරික් අම්ලය (orthoboric acid) සහ බොරැක්ස් (borax) ලෙස පවතී. මැටි, කෙයොලින් (Kaolin), මයිකා (mica) සහ feldspar හි ඇලුමිනෝසිලිකේට් අඩංගු වේ. බොක්සයිඩ් (bouxide) නිස්සාරණය කිරීමෙන් ඇලුමිනා (alumina) නිපදවාගනු ලැබේ.
- B සහ Al යන මූලද්‍රව්‍ය දෙක ම උභයගුණී ලක්ෂණ පෙන්වන අතර ඒවායේ ඔක්සයිඩ් අම්ල හා හෂ්ම සමග ප්‍රතික්‍රියා කරයි.
- ජලයේ දී, බෝරික් අම්ලය ඒකභාෂ්මික අම්ලයක් ලෙස ක්‍රියා කරමින්  $\text{H}_3\text{O}^+$  සහ  $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$  ලබා දේ.
- පොටෑෂ් ඇලුමිනි,  $\text{K}[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  යන සූත්‍රය සහිත ද්විත්ව ලවණයක් වේ.

- රත් කරන ලද ඇලුමිනියම් මතින් වියළි  $\text{Cl}_2$  හෝ වියළි  $\text{HCl}$  වායුව යැවීමෙන් ඇලුමිනියම් ක්ලෝරයිඩ් පිළියෙල කරගනු ලැබේ. වාෂ්ප කලාපයේ දී සහ නිර්ධ්‍රැවීය ද්‍රාවකයන්හි දී එය ද්වි අවයවිකයක් ලෙස පවතී.
- බෝරෝන් හේලයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝන උග්‍ර අණු වන අතර ඒවා ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රාහක හෝ ලුවිස් අම්ල ලෙස ක්‍රියා කරයි. ඒවා ඇමීන සහ ඊතර් වැනි ලුවිස් හෂ්ම සමඟ ආකලනයන් (adducts) සාදයි.



### අරමුණු

මෙම පාඩම අවසානයේ දී පහත දෑ කිරීමට ඔබට හැකි විය යුතු ය.

- බෝරෝන් හා ඇලුමිනියම්හි පැවැත්ම සහ නිස්සාරණය පිළිබඳ විස්තර කිරීමට
- 13 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල භෞතික ගුණ, විශේෂයෙන් අයනික අරයන්, ද්‍රවාංක, තාපාංක හා සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ් විභවයන් පිළිබඳව විස්තර කිරීමට
- 13 වන කාණ්ඩයට අයත් දෙන ලද මූලද්‍රව්‍යක හෝ අයනයක ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලිවීමට
- බෝරෝන්, ඇලුමිනියම්,  $\text{B}_2\text{H}_6$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  යනාදිය පිළියෙල කරගනු ලබන ක්‍රම විස්තර කිරීමට
- 13 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල ඔක්සයිඩ් සහ හයිඩ්‍රයිඩයන්හි ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳව විස්තර කිරීමට.



### ක්‍රියාකාරකම

- 1.5 ඇලුමිනියම්වල ප්‍රයෝජන මොනවා ද?
- 1.6 (i)  $[\text{BH}_4]^-$  හි ව්‍යුහය අදින්න. (ii)  $[\text{BH}_4]^-$  හි බෝරෝන්වල අවසන් කවචයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන කීය ද?
- 1.7  $\text{AlCl}_3$  සාදාගන්නා ආකාරය පැහැදිලි කරන්න.
- 1.8 පොටෑෂ් ඇලුමි ජලීය ද්‍රාවණයක දිය කළ විට සාදන කැටායන සහ ඇනායන මොනවා ද?
- 1.9 පහත සඳහන් දෑ අලුතින් සාදාගත්  $\text{BH}_3$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ලැබෙන ඵලයන් මොනවා ද?  
 (i) ඇමෝනියා                      (ii)  $\text{Et}_2\text{O}$                       (iii)  $\text{NaH}$  අඩු උෂ්ණත්වයේ දී

## 2. 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය

C
Si
Ge
Sn
Pb

### හැඳින්වීම

කලින් පාඩමේ දී, බෝරෝන් හා ඇලුමිනියම් වෙත වැඩි අවධානයක් යොමු කරමින් 13 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනය පිළිබඳව අපි අධ්‍යයනය කළෙමු. මෙම පාඩමේ දී, 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන් (කාබන් පවුලේ මූලද්‍රව්‍ය) සහ ඒවායේ සංයෝගයන්හි භෞතික සහ රසායනික ගුණ පිළිබඳව අධ්‍යයනය කරනු ඇත. 14 වන කාණ්ඩයට, (පැරණි ක්‍රමයට IV හෝ IVA කාණ්ඩය) කාබන් (C), සිලිකන් (Si), ජර්මේනියම් (Ge), ටින් (Sn) සහ ලෙඩ් (Pb) යන මූලද්‍රව්‍යයන් ඇතුළත් ය. කාබන් මුල් කරගෙන “කාබනික රසායනය” (organic chemistry) නම් වූ රසායන විද්‍යාවේ ප්‍රධාන කොටසක් ඇති අතර එම කොටස මෙහි දී සාකච්ඡා නො කෙරේ. 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි සමහරක් භෞතික ගුණයන් 2.1 වන වගුවේ දක්වා ඇත. පොදු ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^2$  වේ. මූලද්‍රව්‍ය අතරින් උපරිම ද්‍රවාංකය හා උපරිම තාපාංකය කාබන් සතු ය. කාබන්හි පළමුවන අයනීකරණ ශක්තිය ඉහළ වන අතර එහෙයින් එය සහසංයුජ බන්ධන සෑදීමට වැඩි කැමැත්තක් දක්වයි. ටින් (Sn) සහ ලෙඩ් (Pb) අයනික ලවණ සාදයි.

### 2.1 වගුව : 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි භෞතික ගුණ කිහිපයක්

මූලද්‍රව්‍ය	ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය	1 වන අයනීකරණ ශක්තිය $IE_1 / \text{kJ mol}^{-1}$	ද්‍රවාංකය $m.p / ^\circ\text{C}$	තාපාංකය $b.p / ^\circ\text{C}$
C	$[\text{He}]2s^2 2p^2$	1086	3550	4830
Si	$[\text{Ne}]3s^2 3p^2$	786	1410	2680
Ge	$[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^2$	760	940	2830
Sn	$[\text{Kr}]4d^{10} 5s^2 5p^2$	710	232	2690
Pb	$[\text{Xe}]4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$	720	328	1750

කාබන් අලෝහයක් වන අතර, සිලිකන් හා ජර්මේනියම් ලෝහාලෝහ ද (metalloids), ටින් හා ලේඩ් ලෝහ ද වේ. කාබන්, කාබන් සමඟ ම ප්‍රබල ඒක බන්ධන ඇති කරන අතර,  $p\pi-p\pi$  බන්ධන මගින් ද්විත්ව හා ත්‍රිත්ව බන්ධන ද ඇති කරයි. කාබන් හා සිලිකන් හි රසායන සම්පූර්ණයෙන් ම සහසංයුජ වන අතර අනෙක් මූලද්‍රව්‍යයන් අයනික සංයෝග ඇති කරයි. මෙම පරමාණු +2 සහ +4 ඔක්සිකරණ අවස්ථාවන් පෙන්වයි. කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත් ම +2 ඔක්සිකරණ අවස්ථාවේ ස්ථායීතාවය වැඩි වේ.

උදාහරණයක් ලෙස  $Pb^{4+}$  ට වඩා  $Pb^{2+}$  ස්ථායී වේ. සිලිකන්, +4 ඔක්සිකරණ අංකය ඇති ස්ථායී සංයෝග පෙන්වයි. උදාහරණයක් ලෙස  $SiO_2$  දැක්විය හැකි ය.



## ක්‍රියාකාරකම

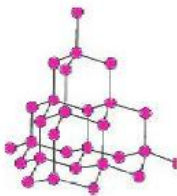
- 2.1 CO සහ  $CO_2$  හි අඩංගු කාබන්හි ඔක්සිකරණ අංකය කුමක් ද?
- 2.2  $CH_4$  වල අඩංගු කාබන්හි ඔක්සිකරණ අංකය කුමක් ද?

සෑම  $sp^3$ -කාබන් පරමාණුවක් ම (උදා:  $CH_4$  හි) බන්ධන 4 ක් සාදයි. එමනිසා එහි සංයුජතාව (valency) 4 වේ. මධ්‍ය පරමාණුවේ සංයුජතාවය යනු මධ්‍ය පරමාණුව සමඟ සම්බන්ධ වී ඇති පරමාණු සංඛ්‍යාවයි.  $CO_2$  සහ  $CO_3^{2-}$  හි ඇති කාබන්හි සංගත අංකයන් (coordination number) පිළිවෙළින් 2 හා 3 වේ. සාමාන්‍යයෙන්, කාබන්හි උපරිම සංගත අංකය 4 වන අතර අවසාන කවචයේ පැවතිය හැකි උපරිම ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන 8 ක් වේ. කෙසේ නමුදු අනෙක් සාමාජිකයන් හට බන්ධන සෑදිය හැකි අඩු ශක්ති  $d$ -කාක්ෂික ඇති අතර සංගත අංකය 4 සිට 6 දක්වා විචලනය වේ.

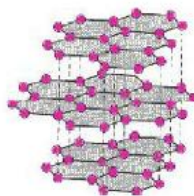
## 2.1 පැවැත්ම හා නිස්සාරණය

මූලද්‍රව්‍යමය කාබන් (elemental carbon)

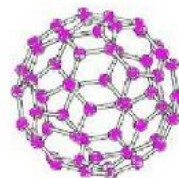
- (i) දියමන්ති (diamond)
- (ii) මිනිරන් (graphite)
- (iii) ෆුලරීන් (fullerene) ( $C_{60}$ ) ලෙස තුන් ආකාරයකින් පැවතිය හැකි ය.



(i)



(ii)



(iii)

### 2.1 රූපය: කාබන්වල බහුරූපී ආකාර <sup>7</sup>

## මිනිරන්

මිනිරන්වල, කාබන් පරමාණු හයක් එක් ව එකිනෙකට සම්බන්ධ වූ වලයන් සහිත තලීය ස්ථරයක් සාදයි. සෑම කාබන් පරමාණුවක් ම, එම ස්ථරයේ ම ඇති කාබන් පරමාණුවක් සමඟ  $sp^2$  මුහුම්කරණය වූ කාක්ෂික උපයෝගී කර ගනිමින් බන්ධන සාදන අතර, එහි ඉතිරි  $p\pi$  කාක්ෂික ස්ථරයට උඩින් පැතිරුණු  $\pi$ -ඉලෙක්ට්‍රෝන පද්ධතියක් ලෙස පවතී (extensive delocalised  $\pi$  system). මෙම යාබද ස්ථර අතර ආකර්ෂණය දුර්වල වන අතර එමනිසා මෙම මිනිරන් ස්ථර එක මත එක ලිස්සා යා හැක.

## දියමන්ති

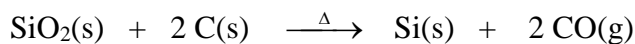
මිනිරන් හා සැසඳීමේ දී, දියමන්තිවලට වතුෂ්තලීය කාබන් පරමාණු ( $sp^3$ ) මගින් ඇතිකරන ප්‍රබල සහසංයුජ බන්ධන මගින් ගොඩ නැගුණු අනන්ත වූ ත්‍රිමාන ජාල ව්‍යුහයක් සාදයි.

## ගුලරිත්ස්

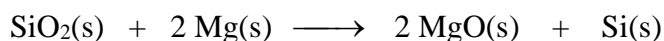
1985 දී, විද්‍යාඥයින් කණ්ඩායමක් විසින් කාබන්හි තුන්වන බහුරූපී ආකාරයක් (allotrope) වූ ගුලරිත්ස් (fullerenes) සොයා ගන්නා ලදී. කාබන්හි අනෙකුත් ආකාර ලෙස කෝක් (coke), දැව අඟුරු (charcoal) සහ ලාම්පු දැලි (lamp black) දැක්විය හැකි අතර ඒවා අස්ඵටික කාබන් (amorphous carbon) ලෙස හඳුන්වයි.

කෝක් යනු ගල් අඟුරු, ගල් අඟුරු වායුව බවට පත් කිරීමෙන් පසු ඉතිරිවන අවශේෂය යි. දැව හෝ ඒ හා සමාන ශාබ්මය ද්‍රව්‍යයන් හෝ සම්පූර්ණයෙන් ම වාතයෙන් තොර අවකාශයක් තුළ රත් කිරීමෙන් අඟුරු ලබා ගත හැක. ශ්‍රී ලංකාවේ පොල්කටු දහනයෙන් නිපදවනු ලබන පොල්කටු අඟුරු බොහෝ කර්මාන්ත සඳහා භාවිතා කෙරේ. වාතයෙන් තොර අවකාශයක් තුළ සත්ත්ව අස්ඵී දහනය වීමට සැලැස්වීමෙන් සත්ත්ව අඟුරු ලබා ගත හැකි අතර එහි කැල්සියම් පොස්පේට් වැඩි ප්‍රතිශතයක් අඩංගු වේ.

පෘථිවි කබොලේ දෙ වනුවට බහුල මූලද්‍රව්‍යය සිලිකන් වේ. එය බහුල වශයෙන් සිලිකා ( $SiO_2$ ) ලෙස තිරුවාණ (quartz) සහ වැලිවල ද, සිලිකේට් (silicate) ලෙස පාෂාණ (rocks) සහ මැටි (clay) වල ද පවතී. සිලිකන්, දියමන්ති වැනි ව්‍යුහයක් පෙන්වයි. විද්‍යුත් පෝරණුවක් තුළ තිරුවාණ (quartz) කාබන් සමඟ ඔක්සිහරණය කරවීමෙන් කාර්මික ව සිලිකන් නිපදවාගනු ලැබේ.



විද්‍යාගාරයක් තුළ දී, තිරුවාණ කුඩු, මැග්නීසියම් කුඩු සමඟ රත් කිරීමෙන් සිලිකන් නිපදවා ගනු ලැබේ.

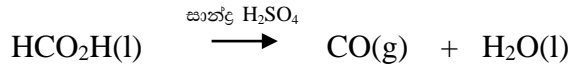


## 2.2 ඔක්සයිඩ්

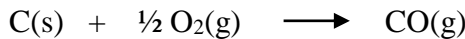
කාබන් මොනොක්සයිඩ් ( $CO$ ), කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ( $CO_2$ ) සහ කාබන් සබ්මොක්සයිඩ් ( $C_3O_2$ ) ලෙස කාබන්හි ස්ථායී ඔක්සයිඩ් ආකාර 3 ක් පවතී.

### කාබන් මොනොක්සයිඩ් (C≡O)

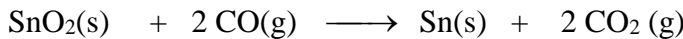
කාබන් සහ ඔක්සිජන් අතර ත්‍රිත්ව බන්ධනයක් පවතී. කාබන් මත වූ එකසර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලය අඩු ඔක්සිකරණ අවස්ථාවක වූ මධ්‍ය ලෝහ පරමාණුවක් වෙත ප්‍රදානය කිරීමෙන් ලෝහ කාබොනයිල් සාදයි. උදා: [Ni(CO)<sub>4</sub>], කාබන් මොනොක්සයිඩ් අධික විෂ සහිත වායුවක් වන අතර සාන්ද්‍ර H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> සමඟ ෆෝමික් අම්ලය (formic acid) විචලනය (dehydration) කිරීමෙන් විද්‍යාගාරයක් තුළ දී එය නිපදවා ගත හැකි ය.



කාබන්හි, අසම්පූර්ණ දහනය මගින් ද කාබන් මොනොක්සයිඩ් නිපදවිය හැකි ය. එනම් මෙහි දී ඔක්සිජන් සැපයුම සීමා කරනු ලැබේ.



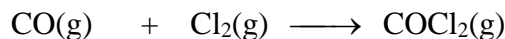
කාබන් මොනොක්සයිඩ් ප්‍රබල ඔක්සිහාරකයක් (reducing agent) වන අතර, බොහෝ ලෝහ ඔක්සයිඩ් ඒවායේ ලෝහය බවට ඔක්සිහරණය කරයි.



රක්ත තප්ත කෝක් (coke) මතින් හුමාලය යැවීමෙන් CO හා H<sub>2</sub> හි මිශ්‍රණයක් නිපදවා ගත හැකි ය. මෙම මිශ්‍රණය (CO හා H<sub>2</sub>) ජල වායුව (water gas) ලෙස හඳුන්වයි.

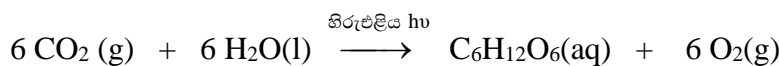


Cl<sub>2</sub> වායුව සමඟ කාබන් මොනොක්සයිඩ් ප්‍රතික්‍රියා කිරීමෙන් අධික විෂ සහිත පොස්පීන් වායුව (COCl<sub>2</sub>) ලබා දේ.



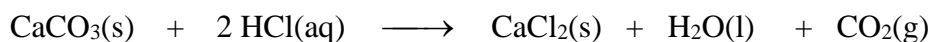
### කාබන් ඩයොක්සයිඩ් (O=C=O)

කාබන් ඩයොක්සයිඩ් කාබන්-ඔක්සිජන් අතර බන්ධන 2 ක් සහිත ඊර්තීය අණුවක් වේ. එය අවර්ණ වායුවක් වන අතර එය වාතයට වඩා බරින් වැඩි ය. CO<sub>2</sub> වාතයේ අඩංගු වන අතර ශාක කාබන්ඩයොක්සයිඩ් උපයෝගී කර ගනිමින් ප්‍රභාසංස්ලේෂණයේ දී කාබෝහයිඩ්‍රේට් නිපදවයි.



එලෙස ම සෑම ජීවියෙකුගේ ම ශ්වසන ක්‍රියාවලියේ දී කාබන් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවේ.

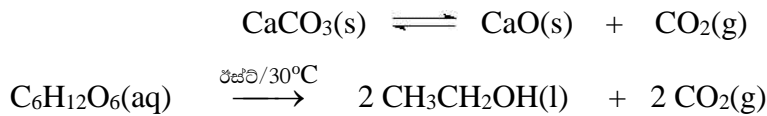
විද්‍යාගාරයේ දී කාබන් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවා ගනු ලබන්නේ කාබනේටයක්, ප්‍රබල අම්ලයක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර වීමෙනි.



ඝෞරීය ලෝහ සහ බේරියම් හැරුණු කොට අනෙකුත් ලෝහ කාබනේට් රත් කිරීමෙන් කාබන් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවා ගත හැකි ය.



කැල්සියම් කාබනේට් මගින් දිය නො ගැසූ හුණු (CaO) නිපදවීමේ දී අතුරු ඵලයක් ලෙස කාබන්ඩයොක්සයිඩ් වාණිජ ව නිපදවනු ලැබේ. සීනි පැසවීමේ දී ද CO<sub>2</sub> සහ මධ්‍යසාර නිපදවනු ලැබේ.



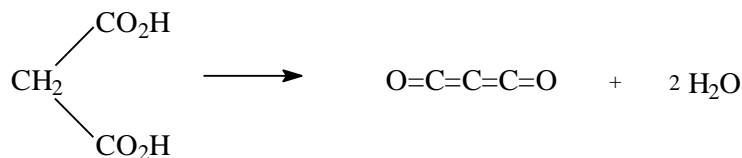
කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ජලයේ පහසුවෙන් දිය වී පහත දැක්වෙන ආකාරයට කාබනික අම්ලය සුළු වශයෙන් නිපදවයි.



ගිනි නිවීමේ දී භාවිතා වන වානිත ජලය (aerated water) සහ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> නිෂ්පාදනය සඳහා ද කාබන් ඩයොක්සයිඩ් භාවිතා කෙරේ. සහ අවස්ථාවේ වූ CO<sub>2</sub> වියළි අයිස් (dry ice) ලෙස හැඳින්වේ.

### කාබන්සබ්මක්සයිඩ් (C<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)

මෙය කාබන් ඩයොක්සයිඩ්වලට සමාන වූ pπ-pπ බන්ධන සහිත රේඛීය අණුවකි. මෙය (P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>) සමඟ ප්‍රොපීන්ඩයිමයික් (propanedioic) අම්ලය විජලනය කිරීමෙන් නිපදවා ගනියි.



## 2.3 කාබනේට් සහ බයිකාබනේට්

පළමුවන කාණ්ඩයේ ලෝහ කාබනේට් හැර සියලු ම කාබනේට් 800 °C ට අඩු උෂ්ණත්වයකට රත් කළ විට වියෝජනය වී CO<sub>2</sub> සහ නිදහස් ලෝහය හෝ ලෝහ ඔක්සයිඩය ලබා දේ. Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> හැර, පළමු කාණ්ඩයේ ලෝහ කාබනේට් සහ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ජලයේ ද්‍රාව්‍ය වේ. සියලු ම කාබනේට් තනුක අම්ල හා ප්‍රතික්‍රියා කර CO<sub>2</sub> දේ.

NaHCO<sub>3</sub>, KHCO<sub>3</sub> සහ NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> වැනි බයිකාබනේට් සහ අවස්ථාවේ පවතී. කැල්සියම් සහ මැග්නීසියම්වල බයිකාබනේට් ද්‍රාව්‍ය අවස්ථාවේ පමණක් පවතී. බයිකාබනේට් සාමාන්‍යයෙන් රත් කිරීමේ දී අස්ථායී වන අතර වියෝජනය වී කාබනේට් සහ CO<sub>2</sub> ලබා දේ.



## 2.4 හේලයිඩ්

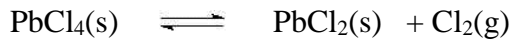
ඩයික්ලෝරෝමීතන් (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), ක්ලෝරෝෆෝම් (CHCl<sub>3</sub>) සහ කාබන් ටෙට්‍රාක්ලෝරයිඩ් (CCl<sub>4</sub>) වැනි කාබන් හේලයිඩ් ද්‍රාවක ලෙස භාවිතා කරයි. කෙසේ නමුදු CCl<sub>4</sub> ඉතා විෂ සහිත වේ. සිලිකන්

ටෙට්‍රාක්ලෝරයිඩ් ( $\text{SiCl}_4$ ) ද්‍රවයක් වන අතර ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් ලබා දේ.

ස්ටැනික් ක්ලෝරයිඩ් ( $\text{SnCl}_4$ ) ජල විච්ඡේදනය වී  $\text{HCl}$  පහසුවෙන් ලබා දේ.



ලෙඩ් ටෙට්‍රාක්ලෝරයිඩ් ( $\text{PbCl}_4$ ) අස්ථායී වන අතර පහසුවෙන් ක්ලෝරීන් පිට කරමින් ලෙඩ් ඩයික්ලෝරයිඩ් ලබා දෙයි.



$\text{CHCl}_3$  සහ  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ජලය සමඟ මිශ්‍ර නොවන අතර ඒවා කාබනික සංයෝග ජලීය ද්‍රාවණ වලින් නිස්සාරණය කිරීම සඳහා භාවිතා කෙරේ.

## ක්‍රියාකාරකම

2.3  $\text{PbCl}_4$  පහසුවෙන් ජල විච්ඡේදනය වී  $\text{HCl}$  ලබා දේ. මෙම පරිවර්තනය සඳහා තුලිත රසායනික සමීකරණය ලියන්න.

## 2.5 හයිඩ්‍රයිඩ්

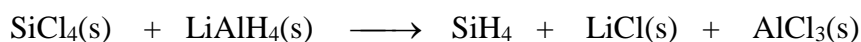
කාබන්හි හයිඩ්‍රයිඩ්, හයිඩ්‍රොකාබන් ලෙස හඳුන්වන අතර කාබනික රසායනයේ දී ඔබ විසින් එම කොටස හදාරනු ඇත. සංකාප්ත හයිඩ්‍රොකාබන් (ඇල්කේන්) වල කාබන්  $sp^3$ -මුහුම්කරණය වී  $\sigma$ -බන්ධන (සිග්මා බන්ධන) හතරක් සාදයි. ඇල්කීන් සහ ඇල්කයින් පිළිවෙලින්  $sp^2$ - සහ  $sp$ -මුහුම්කරණය වූ කාබන් පරමාණු දරයි.

## ක්‍රියාකාරකම

2.4 (i) ඇල්කේන් (ii) ඇල්කීන් සහ (iii) ඇල්කයින් සඳහා උදාහරණ දෙක බැගින් දෙන්න.

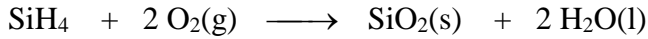
2.5 (i) මීතේන් (ii) එතීන් (iii) එතයින් සහ (iv) බෙන්සීන්හි අඩංගු කාබන්හි ඔක්සිකරණ අංකයන් නිර්ණය කරන්න.

සිලිකන්,  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$  වූ පොදු සූත්‍රයක් ඇති "සිලේන්" (silanes) නම් වූ හයිඩ්‍රයිඩ් ශ්‍රේණියක් ඇති කරයි.  $\text{LiAlH}_4$  මගින්  $\text{SiCl}_4$  ඔක්සිහරණය කිරීමෙන්  $\text{SiH}_4$  පිළියෙල කරගනු ලැබේ.



මීතේන් ( $\text{CH}_4$ ) මෙන් නොව සිලිකන් හයිඩ්‍රයිඩ් අධික ලෙස ප්‍රතික්‍රියාශීලී වන අතර ඒවා වාතයේ දහනය වී  $\text{SiO}_2$  සහ ජලය නිපදවයි.



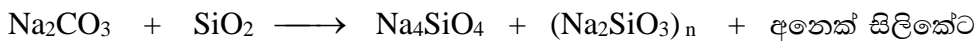


$\text{SiH}_4$  භාෂ්මික ද්‍රාවණයක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් සහ සිලිකේට් ( $\text{SiO}_3^{2-}$ ) ලබා දෙයි.

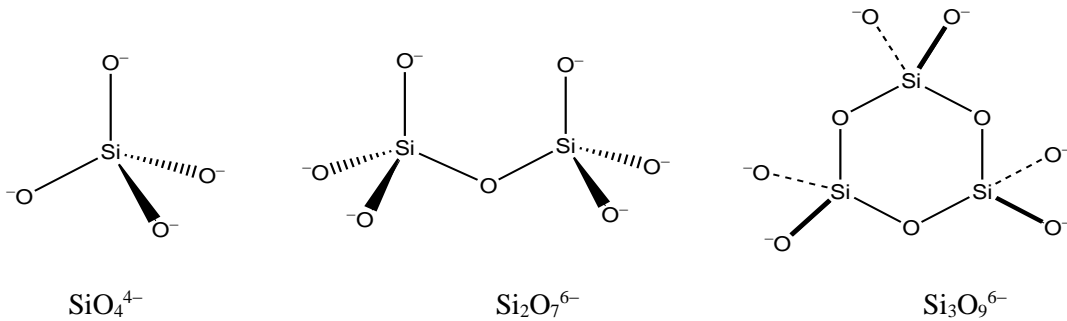
## සිලිකේට් (silicates)

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ 95% පමණ පවතින්නේ සිලිකේට් ය. පාෂාණ, වැලි සහ මැටි සියල්ල ම සිලිකේට් වේ. බොහෝ ගොඩනැගිලි ද්‍රව්‍ය සිලිකේට් වේ. උදා: ක්වාට්ස් (කිරුවාණ), මයිකා (mica), ග්‍රැනයිට් (granite), ස්ලේට්ස් (slates), ගඩොල් (bricks), සෙරමික් වීදුරු (ceramic glass) සහ සිමෙන්ති.

ඤාය ලෝහ කාබනේට් සහ වැලි ( $\text{SiO}_2$ ), විද්‍යුත් පෝරණුවක් තුළ දී උෂ්ණත්වය  $1400\text{ }^\circ\text{C}$  දී විලයනය කිරීමෙන් සිලිකේට් මිශ්‍රණයක් නිපදවා ගත හැකි ය.



මූලික වතුෂ්කලීය ඒකකය වන  $\text{SiO}_4^{4-}$  තවත් සිලිකේට් අයනයක් සමඟ සම්බන්ධ වීමෙන් විශාල ජාලයක් ඇති කරයි.



## 2.6 ප්‍රයෝජන

පෙට්‍රල්, ඩීසල්, භූමිතෙල් සහ LP (liquid petroleum) වායුව වැනි හයිඩ්‍රොකාබන ඉන්ධන ලෙස භාවිතා කරයි. මේවා ඔක්සිජන්හි දහනය කිරීමෙන් ශක්තිය,  $\text{CO}_2$  සහ  $\text{H}_2\text{O}$  ලබා දේ. ගල් අගුරු (coal) තවමත් ඉන්ධන ප්‍රභවයක් ලෙස භාවිතා වේ. කාබන්, ඉලෙක්ට්‍රෝඩ් ද්‍රව්‍යයක් ලෙස (electrode material) භාවිතා කරයි. කාබන්-14 සමස්ථානිකය පුරා විද්‍යාත්මක කාල නිර්ණයේ දී, උදාහරණයක් ලෙස පොසිලවල වයස නිර්ණය කිරීමේ දී භාවිතා වේ. මිනිරන් හොඳ ස්නේහකයක් වන අතර දියමන්ති වටිනා ද්‍රව්‍යය කි.

සිලින්ඩරාකාර කාබන් අණු (උදාහරණයක් ලෙස කාබන් නැනෝටියුබ්ස්) සුවිශේෂී වූ නව ගුණාංග වලින් යුක්ත වන අතර ඒවා නැනෝ තාක්ෂණයේ (nanotechnology) බොහෝ වූ ක්‍රියාවලි සඳහා භාවිතා වේ. සිලිකන් හා ඒවායේ සංයෝගවල ප්‍රයෝජන සමහරක් පහත දැක්වේ.

- අතිපිරිසිදු සිලිකන් ඉලෙක්ට්‍රෝනික් කර්මාන්තයේ දී භාවිතා වේ.
- මිශ්‍ර ලෝහ නිපදවීමේ දී සිලිකන් භාවිතා වේ.
- සිලිකන් කාබයිඩ් ( $\text{SiC}$ ) කෙඳි (fibre) ඇඹරීමේ දී සහ අධික ශක්තියකින් යුත් ද්‍රව්‍ය පිළියෙල කිරීමේ දී භාවිතා කරනු ලැබේ.

- මෝටර් රථ එන්ජින්වල වූ ශක්තිමත්, තාප ප්‍රතිරෝධී කොටස් සෑදීම සඳහා සිලිකන් නයිට්‍රයිඩ් ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) භාවිතා කරයි.
- $\text{SiO}_2$  සිමෙන්ති නිෂ්පාදනයේ දී භාවිතා කරයි. හුණුගල් ( $\text{CaO}$ ) (55-65%), සිලිකා (20-25%), ඇලුමිනා (5-10%) අඩංගු මිශ්‍රණයක් රත් කිරීමෙන් සිමෙන්ති නිෂ්පාදනය කරනු ලැබේ.
- බහුඅවයවික සිලිකෝන් වර්ග තෙල් සහ ඉටි ලෙස භාවිතා කරයි.
- ජලයේ කඨිනත්වය (hardness) ඉවත් කිරීම සඳහා සියොලයිට් (ඇලුමිනියම් සිලිකේට්,  $(\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O})$ ) භාවිතා කරන අතර විදුරු නිෂ්පාදනයට ද යොදා ගනී. සිලිකා වැලි, හුණුගල් සහ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  විලයනය කිරීමෙන් විදුරු නිපදවාගනු ලැබේ.

### සාරාංශය

- කාබන් අලෝහය කි. සිලිකන් සහ ජර්මේනියම් ලෝහාලෝහයන් (metalloids) වන අතර, ටින් සහ ලෙඩ් ලෝහයන් වේ.
- මූලද්‍රව්‍යමය කාබන් ආකාර 3 ක් පවතී. (i) දියමන්ති (ii) මිනිරන් (iii) ෆුලරීන් (fullerene)
- කාබන් ස්ථායී ඔක්සයිඩ් 3 ක් සාදයි. එනම්  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  සහ  $\text{C}_3\text{O}_2$
- රක්ත තප්ත කෝක් මතින් හුමාලය යැවීමෙන්  $\text{CO}$  හා  $\text{H}_2$  මිශ්‍රණයක් නිපදවා ගත හැකි ය.
- සියලු ම ජීවින්ගේ ශ්වසන ක්‍රියාවලියේ දී  $\text{CO}_2$  නිපදවේ.
- ක්ෂාර ලෝහ හා බේරියම් හැරුණු කොට අනෙකුත් ලෝහ කාබනේට් රත් කිරීමෙන්  $\text{CO}_2$  නිපදවා ගනු ලැබේ.
- පළමු කාණ්ඩයේ ලෝහ කාබනේට් හැර, සියලු ම කාබනේට් උෂ්ණත්වය  $800^\circ\text{C}$  ට රත් කිරීමේ දී විශෝජනය වී  $\text{CO}_2$  ලබාදෙන අතර නිදහස් ලෝහය හෝ ලෝහ ඔක්සයිඩ් ද ලබා දේ.
- $\text{Li}_2\text{CO}_3$  හැර පළමු කාණ්ඩයේ ලෝහ කාබනේට් සහ  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  ජලයේ ද්‍රාව්‍ය වේ.
- සියලු ම කාබනේට් තනුක අම්ල හා ප්‍රතික්‍රියා කර  $\text{CO}_2$  ලබා දේ.
- සිලිකන්, "සිලේන්ස්" (silanes) නම් වූ හයිඩ්‍රයිඩ් ශ්‍රේණියක් සාදන අතර එහි පොදු සූත්‍රය  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$  වේ.



මෙම පාඩම අවසානයේ දී පහත දැක්වීමට ඔබට හැකි විය යුතු යි.

- කාබන් හා සිලිකන්හි පැවැත්ම සහ නිස්සාරණය විස්තර කිරීමට.
- 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි භෞතික ගුණ විශේෂයෙන් ද්‍රවාංක, තාපාංක සහ පළමු අයනීකරණ ශක්තීන් පිළිබඳව විස්තර කිරීමට.

- 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක හෝ අයනක අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලිවීමට,
- 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි ඔක්සයිඩ්, හේලයිඩ් සහ හයිඩ්‍රයිඩ්වල ප්‍රතික්‍රියා විස්තර කිරීමට.



## ක්‍රියාකාරකම

- 2.6 කාබන්හි මූලද්‍රව්‍යමය ආකාර තුන මොනවාද?
- 2.7 14 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය අතුරින් (i) සහසංයුජ සංයෝග (ii) අයනික ලවණ සෑදීමට වඩා නැඹුරුවන්නේ කුමන මූලද්‍රව්‍යයන් ද?
- 2.8  $\text{SiO}_2$  වලින් සිලිකන් නිපදවා ගන්නේ කෙසේ ද?
- 2.9 කාබන්හි ඔක්සයිඩ් 3 මොනවා ද?

# 3. 15 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය

N
P
As
Sb
Bi

## හැඳින්වීම

15 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්ට නයිට්‍රජන් (N), පොස්පරස් (P), ආසනික් (As), ඇන්ටිමනි (Sb) සහ බිස්මත් (Bi) ඇතුළත් ය. මේවා පුළුල් පරාසයක වූ රසායනික සහ භෞතික ගුණ පෙන්වන නමුත් මෙම පාඩමේ දී නයිට්‍රජන් සහ පොස්පරස්වල රසායනය පිළිබඳව වැඩි අවධානයක් යොමු කෙරෙනු ඇත. මෙම මූලද්‍රව්‍යයන්හි අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^5$  වේ. ඔබ බලාපොරොත්තු වූ පරිදි කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත් ම විද්‍යුත් ධනතාවය වැඩි වේ. අදාල විද්‍යුත් සෘණතා අගයන් සඳහා 3.1 වගුව බලන්න. N සහ P අලෝහ ද, As සහ Sb ලෝහාලෝහ ද, වන අතර Bi වැඩි වශයෙන් ලෝහ කාණ්ඩයන්ට විශේෂිත වූ ලක්ෂණ පෙන්වයි.

### 3.1 වගුව: 15 කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි ගුණ සමහරක්

	ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය	පළමු අයනීකරණ ශක්තිය $IE_1 / kJmol^{-1}$	ද්‍රවාංකය $m.p / ^\circ C$	තාපාංකය $b.p / ^\circ C$	විද්‍යුත් සෘණතාවය
N	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	1403	-210	-196	3.0
P	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	1012	44	281	2.1
As	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	947	613	615	2.0
Sb	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	834	630	1587	1.9
Bi	[Xe]4f <sup>4</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>	703	271	1564	1.9

කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත් ම පළමු අයනීකරණ ශක්තිය ( $IE_1$ ) අඩු වේ. ඩයිනයිට්‍රජන් ( $N_2$ ) වායුවක් ( $b.p. = -196^\circ C$ ) වන නමුත් Bi ද්‍රවාංකය  $271^\circ C$  වන ඝනයක් වේ. සියලු ම මූලද්‍රව්‍ය +3 සහ +5 ඔක්සිකරණ අංක දරන නමුත් Bi හි වඩාත් ස්ථායී ඔක්සිකරණ අංකය +3 වේ. (නිෂ්ක්‍රීය යුගල ආචරණය). P හි වඩා ස්ථායී ඔක්සිකරණ අංකය +5 වේ.  $NH_3$  සහ NO හි, N වල ඔක්සිකරණ අංක පිළිවෙලින් -3 හා +2 වේ.



## ක්‍රියාකාරකම

- 3.1 නයිට්‍රජන්වලට සම්බන්ධ විය හැකි උපරිම පරමාණු (හෝ කාණ්ඩ) සංඛ්‍යාව හතරක් වුව ද පොස්පරස්වලට කාණ්ඩ හයක් සම්බන්ධ විය හැකි ය. පහදන්න.
- 3.2  $\text{Sb}^{3+}$  අයනයෙහි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලියන්න.

### 3.1 පැවැත්ම සහ නිස්සාරණය

අප අවට වායුගෝලයේ ප්‍රධාන සංඝටකයක් ලෙස නයිට්‍රජන් පවතී (පරිමාවෙන් 78% පමණ). නයිට්‍රජන් කාමර උෂ්ණත්වයේ දී අවර්ණ, ගන්ධයක් රහිත සහ රසයක් නැති වායුවකි. මෙම ද්විපරමාණුක අණුව ( $\text{N}\equiv\text{N}$ ) සැලකිය යුතු ලෙස ප්‍රතික්‍රියාශීලී නො වන අතර නයිට්‍රජන් පරමාණු දෙකක් අතර වූ ත්‍රිත්ව බන්ධනය නිසා ඉහළ බන්ධන ශක්තියක් සතු වේ (මවුලික බන්ධන ශක්තිය  $945 \text{ kJ mol}^{-1}$ ). කාණ්ඩයේ අනෙක් සාමාජිකයන් සමඟ සසඳන කල නයිට්‍රජන් වලට ඉහළ ම ප්‍රථම අයනීකරණ ශක්තිය පවතී.  $^{14}\text{N}$  සහ  $^{15}\text{N}$  නයිට්‍රජන්හි සමස්ථානික වේ.  $\text{N}\equiv\text{N}$ ,  $\text{C}\equiv\text{O}$  සම ඉලෙක්ට්‍රෝනික (isoelectronic) වේ. එනම්, සංයෝග දෙක ම සමාන ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවක් දරයි. ද්‍රව වාතය භාගික ආසවනය (fractional distillation) කිරීමෙන් නයිට්‍රජන් ලබාගන්නා අතර සාමාන්‍යයෙන් එහි Ar අන්තර්ගත වේ. සෝඩියම් හෝ බේරියම් ජ්‍යෙෂ්ඨ (azide) තාප විශෝජනයෙන් සංශුද්ධ නයිට්‍රජන් නිපදවා ගත හැකි ය.

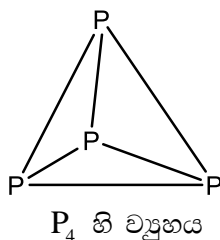


## ක්‍රියාකාරකම

- 3.3 විද්‍යාගාරයේ දී  $\text{N}_2$  නිපදවිය හැකි ක්‍රමයක් පිළිබඳ ව ඔබට සිතිය හැකි ද?

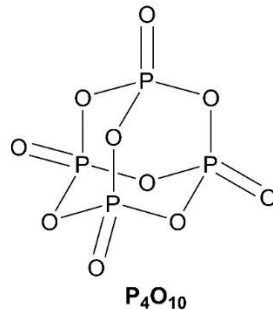
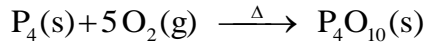
ඇපටයිට්,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  හෝ ෆ්ලෝරෝ ඇපටයිට්  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$  වැනි පොස්පරස් නිධි වලින් පොස්පරස් ලබා ගත හැකි ය. ආසනික්, ඇන්ටිමනි සහ බිස්මත්, ඒවායේ සල්ෆයිඩ්, ආසනිකල් පයිරයිට්ස් (arsenical pyrites)  $\text{FeAsS}$ , ස්ටිබ්නයිට් (stibnite)  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  සහ බිස්මත් ග්ලාන්ස් (bismuth glance)  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  ලෙස පවතී.

මූලද්‍රව්‍යමය පොස්පරස්හි බහුරූපී ආකාර ගණනාවක් පවතින අතර වඩාත් බහුල ව පවතින ආකාරය විෂ සහිත සුදු පොස්පරස් (white phosphorus),  $\text{P}_4$  ( $\alpha$ -පොස්පරස් ලෙස ද හඳුන්වයි) වේ. මෙය පහත සඳහන් ආකාරයට චතුශ්‍රීය ව්‍යුහයක් පෙන්වයි.



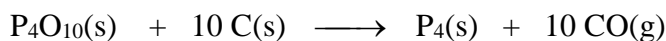
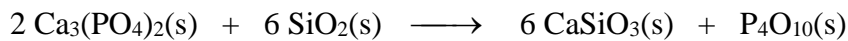
සුදු පොස්පරස්, ඔක්සිජන් සමඟ ඉතාමත් ප්‍රතික්‍රියාශීලී වන නමුත් පුද්ගලික ලෙස ජලයේ දී ස්ථායී වේ. එබැවින් සුදු පොස්පරස් ගබඩාකර තබන්නේ ද ජලය තුළ ය.

වාතයේ දී P<sub>4</sub> අඛණ්ඩව දහනය වී පොස්පරස්(V) ඔක්සයිඩය වන P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> ලබා දේ.



සුදු පොස්පරස් රත් කිරීමෙන් රතු පොස්පරස් බවට පත්කර ගත හැකි ය. මෙයට බහු අවයවික (polymeric) ව්‍යුහයක් ඇති අතර සුදු පොස්පරස්වලට වඩා ප්‍රතික්‍රියාශීලීත්වයෙන් අඩු වේ.

ඇපටයිට් සහ වැලි, ගල් අඟුරු (coke) සමඟ විද්‍යුත් උද්‍යතක 1500 °C ට පමණ රත් කිරීමෙන් සුදු පොස්පරස් නිෂ්පාදනය කරනු ලැබේ.



### 3.2 15 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල සංයෝග

මෙම කොටසේ දී නයිට්‍රජන් සහ පොස්පරස්වල හයිඩ්‍රයිඩ, හේලයිඩ සහ ඔක්සයිඩ පිළිබඳව සලකා බලමු.

#### හයිඩ්‍රයිඩ

නයිට්‍රජන්හි වඩාත් ම වැදගත් හයිඩ්‍රයිඩය ඇමෝනියා වේ. ඇමෝනියා අවර්ණ වායුවක් වන අතර එය ජලයේ දියවී ජලීය NH<sub>3</sub> හෝ NH<sub>3</sub>(aq) ලබා දේ. මෙය අර්ධ වශයෙන් විඝටනය වී NH<sub>4</sub><sup>+</sup> හා OH<sup>-</sup> අයන ලබා දේ.

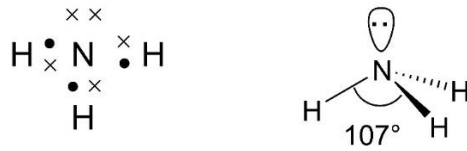


### ක්‍රියාකාරකම

3.4 විද්‍යාගාරයේ දී NH<sub>3</sub> පිළියෙල කරගන්නේ කෙසේ ද?

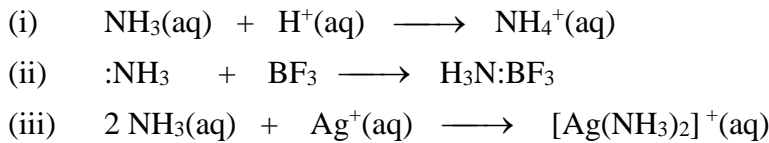


NH<sub>3</sub> හි තිත් කතිර සටහන සහ හැඩය පහත දක්වා ඇත.



NH<sub>3</sub> යනු N-H බන්ධන 3 ක් සහ එකසර යුගලයක් සහිත චතුස්තලීය අණුවකි. මෙම H-N-H බන්ධන කෝණය 107° වන අතර, එකසර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලය සහ N-H බන්ධනයේ බන්ධන ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලය අතර වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන විකර්ෂණය නිසා මෙම කෝණය සාමාන්‍ය චතුස්තලීය බන්ධන කෝණය වූ 109°28' ට වඩා මදක් අඩු වේ. ඇමෝනියාහි බොහෝ ප්‍රතික්‍රියා සඳහා එකසර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලය උපයෝගී කර ගනී.

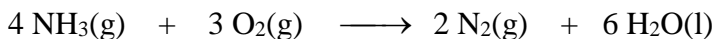
NH<sub>3</sub> හි එකසර යුගලය ප්‍රෝටෝනයක් (H<sup>+</sup>) හෝ වෙනත් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රාහකයක් වෙත ප්‍රදානය කළ හැකි ය. උදා: BF<sub>3</sub> සහ Ag<sup>+</sup>



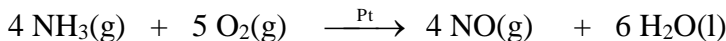
### ක්‍රියාකාරකම

- 3.5 ප්‍රතික්‍රියා මිශ්‍රණයකින් HCl වායුව පිටවීම අපට පරීක්ෂා කළ හැක්කේ කෙසේ ද?
- 3.6 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> සහ NH<sub>3</sub>.BF<sub>3</sub> හි හැඩයන් අඳින්න.

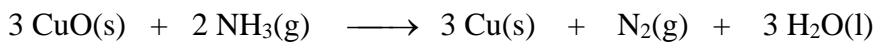
ඇමෝනියා, ඔක්සිජන් තුළ කහ පැහැති දැල්ලක් සහිත ව දැවේ.



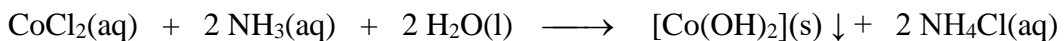
ඉහත ප්‍රතික්‍රියාව Pt වැනි උත්ප්‍රේරකයක් යටතේ සිදු කිරීමෙන් නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් (NO) නිපදවා ගත හැක.



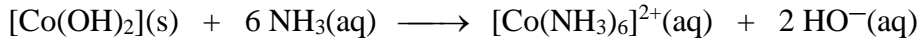
ඇමෝනියා ඔක්සිහාරකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. උදා: රත් කරන ලද CuO, Cu බවට ඔක්සිහරණය වීම.



ජලීය ඇමෝනියා ද්‍රාවණයක් දුබල භෂ්මයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එය ලෝහ ලවණ ද්‍රාවණයකින්, අද්‍රාව්‍ය ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩය අවක්ෂේප කරයි. උදාහරණයක් ලෙස



සමහරක් ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් වැඩිපුර ඇමෝනියා එකතු කිරීමේ දී දිය වී ඇමයින් සංකීර්ණය ලබා දේ.



### ඇමෝනියා හඳුනා ගැනීම

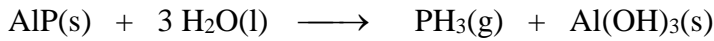
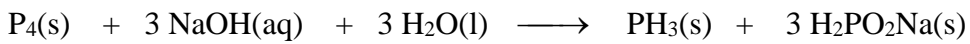
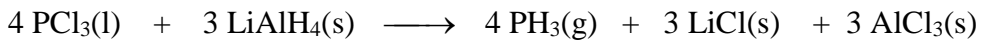
ඇමෝනියම් ලවණයක්, NaOH වැනි භෂ්මයක් සමඟ රත් කළ විට NH<sub>3</sub> නිපද වේ.



ඇමෝනියා හඳුනා ගත හැකි ක්‍රම පහත දැක්වේ.

- (i) එහි ලාක්ෂණික ගඳ
- (ii) තෙත රතු ලීටිමස්, නිල්පැහැයට හැරවීම
- (iii) නෙස්ලර් ප්‍රතිකාරකය සමඟ දුඹුරු පැහැයක් ලබාදීම

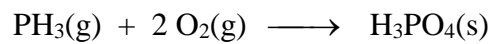
පහත ප්‍රතික්‍රියා මගින් පොස්ෆීන් (PH<sub>3</sub>) පිළියෙල කර ගත හැකි ය.



ජලයේ දී පොස්ෆීන් වලට දුබල භෂ්මයක් ලෙස ක්‍රියා කළ හැකි ය.



150 °C දී පොස්ෆීන් වාතයේ දහනය වී පොස්පොරික් අම්ලය ලබා දේ.



Zn<sub>3</sub>As<sub>2</sub> සහ Mg<sub>3</sub>Sb<sub>2</sub> වැනි සංයෝග සමඟ ජලය ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් ආසීන් (AsH<sub>3</sub>), ස්ටිබීන් (SbH<sub>3</sub>) සහ බිස්මිනීන් (BiH<sub>3</sub>) පිළියෙල කර ගත හැකි ය.

### හේලයිඩ්

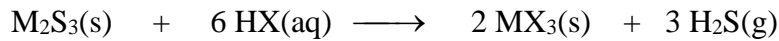
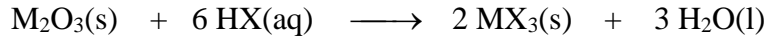
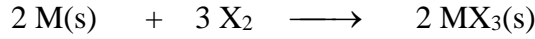
සියලු ම ට්‍රයිහේලයිඩ් MX<sub>3</sub> (M = N, P, As, Sb, Bi ; X = F, Cl, Br, I) හඳුනා ගෙන ඇත. අක්‍රීය NF<sub>3</sub> හැර සියලු ම නයිට්‍රජන් ට්‍රයිහේලයිඩ් සාමාන්‍යයෙන් අස්ථායී වේ.



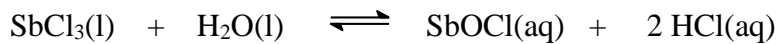
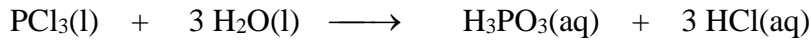
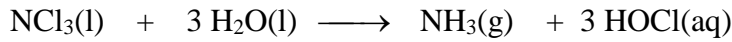
## ට්‍රයිහේලයිඩ පිළියෙල කිරීම

ට්‍රයිහේලයිඩ පිළියෙල කර ගත හැකි ක්‍රම

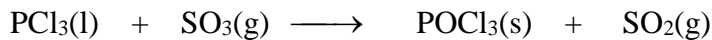
- (i) මූලද්‍රව්‍යය සමග හැලපන ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන්
- (ii) ට්‍රයිමික්සයිඩ හෝ ට්‍රයිසල්ෆයිඩ සමග හයිඩ්‍රජන් හේලයිඩය (HX), ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන්



මෙම හේලයිඩ බොහොමයක් සහසංයුජ වන නමුත්  $BiF_3$  අයනික සංයෝගයක් වේ.  $NCl_3$ ,  $PCl_3$  සහ  $SbCl_3$  ජල විච්ඡේදනයෙන් පිළිවෙළින්  $NH_3$ ,  $H_3PO_4$  සහ  $SbOCl$  නිපදවා ගත හැක.

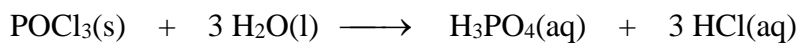
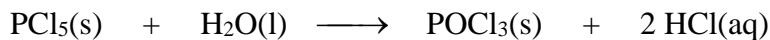


වාතයෙන් ලබාගන්නා ඔක්සිජන් හෝ පහසුවෙන් ඔක්සිජන් ලබාදෙන වෙනත් සංයෝගයක් සමග  $PCl_3$  ප්‍රතික්‍රියා කිරීමෙන්, පොස්පරස් ඔක්සික්ලෝරයිඩ් ( $POCl_3$ ) සාදා ගත හැකි ය.



$PF_5$  යනු සහසංයුජ බන්ධන සහිත වායුවකි.  $PCl_5$  කාමර උෂ්ණත්වයේ දී සනයකි. ඝන අවස්ථාවේ දී එය  $[PCl_4]^+ [PCl_6]^-$  ලවණය ලෙස පවතී.

$PCl_5$  ජලය සමග ප්‍රතික්‍රියාවෙන්  $POCl_3$  ලබාදෙන අතර තවදුරටත් ජලය සමග ප්‍රතික්‍රියා කර  $H_3PO_4$  ලබා දේ.



## ඔක්සයිඩ්

මෙහි දී අප නයිට්‍රජන් සහ පොස්පරස්හි ඔක්සයිඩ් සහ ඔක්සි අම්ල පිළිබඳව පමණක් සලකා බලමු.

## නයිට්‍රජන්හි ඔක්සයිඩ්

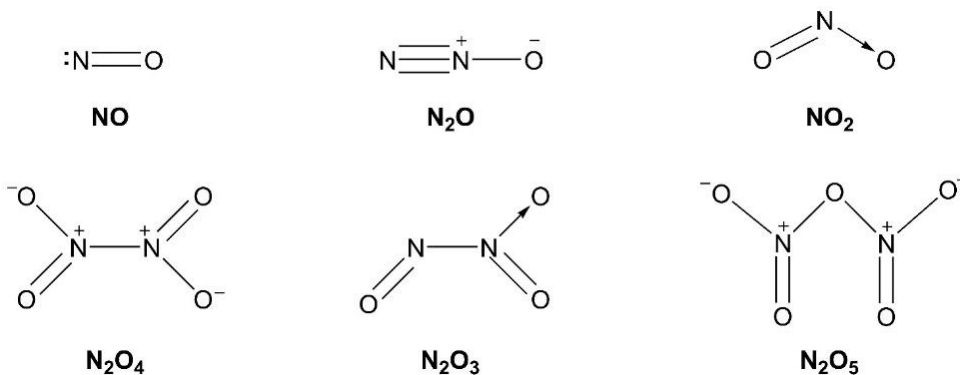
නයිට්‍රජන් පහත සඳහන් ඔක්සයිඩ් සාදයි. පොදු නම වරහන් තුළ දැක්වේ.

සූත්‍රය	නම (පොදු නම)	ලක්ෂණ
$N_2O$	ඩයිනයිට්‍රජන් මොනොක්සයිඩ් (නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ්)	අවර්ණ වායුවකි. තාපාංකය $-89^\circ C$
$NO$	නයිට්‍රජන් මොනොක්සයිඩ් (නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ්)	අවර්ණ වායුවකි. තාපාංකය $-152^\circ C$
$N_2O_3$	ඩයිනයිට්‍රජන් ට්‍රයොක්සයිඩ්	නිල් පැහැති ඝනයකි. ද්‍රවාංකය $-101^\circ C$
$NO_2$	නයිට්‍රජන් ඩයොක්සයිඩ්	දුඹුරු පැහැති වායුවකි. තාපාංකය $21^\circ C$
$N_2O_4$	ඩයිනයිට්‍රජන් ටෙට්‍රාඔක්සයිඩ්	අවර්ණ ද්‍රාවණයකි. ද්‍රවාංකය $-11^\circ C$
$N_2O_5$	ඩයිනයිට්‍රජන් පෙන්ටාඔක්සයිඩ්	අවර්ණ ඝනයකි. $32^\circ C$ දී උෂ්ණත්වපාතනය වේ.

සටහන : පවතින තත්ත්වයන් අනුව  $N_2O_5$ , පහත ආකාරයේ සමතුලිතතාවයේ පවතී.

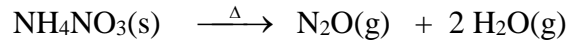


නයිට්‍රජන්හි ඔක්සයිඩ්වල හැඩයන් පහත දැක්වේ.



## නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් ( $N_2O$ )

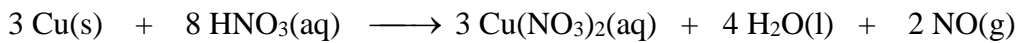
නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් රේඛීය (linear) අණුවක් වේ.  $250^\circ C$  දී විලින (molten) ඇමෝනියම් නයිට්‍රේට් ඉතා ප්‍රවේශමෙන් තාප වියෝජනය කිරීමෙන් නිපදවා ගත හැකි ය. එය විෂ නො වන, ගන්ධයක් රහිත සහ රසයක් නොමැති වායුවකි.



මෙය හොඳින් දන්නා නිර්වින්දකයක් (anaesthetic) වේ. සාමාන්‍යයෙන් නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් “සිනහ වායුව” (laughing gas) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

### නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් (NO)

නයිට්‍රජන් ඔක්සයිඩ් අතුරින් වඩාත් ම ප්‍රතික්‍රියාශීලී ඔක්සයිඩය නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් (NO) වේ. මෙහි බන්ධන පෙළ (bond order) 1/2 වන අතර, ඉලෙක්ට්‍රෝන ඔත්තේ සංඛ්‍යාවක් සහිත අණුවක් වේ. NO අවර්ණ, ඒක අවයවික වායුවක් වන අතර, එය වායුගෝලීය ඔක්සිජන් සමඟ ඉතා ඉක්මනින් ප්‍රතික්‍රියා කර NO<sub>2</sub> ලබා දේ. 50% නයිට්‍රික් අම්ලය සමඟ Cu ප්‍රතික්‍රියාවෙන් විද්‍යාගාරය තුළ දී NO පිළියෙල කර ගත හැක.



### නයිට්‍රජන් ඩයොක්සයිඩ් (NO<sub>2</sub>)

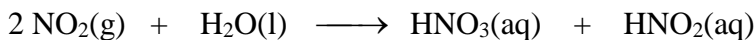
O<sub>2</sub> හෝ වාතය සමඟ NO ප්‍රතික්‍රියාවෙන් NO<sub>2</sub> නිපදවා ගනී. NO<sub>2</sub> ද ඉලෙක්ට්‍රෝන ඔත්තේ සංඛ්‍යාවක් සහිත අණුවක් වන අතර අණු 2 ක් අන්තර්ක්‍රියා කොට N-N බන්ධනයක් සාදයි. එමනිසා NO<sub>2</sub> එහි ද්‍රව අවස්ථාවට ගිත කළ විට ද්විඅවයවික (dimeric) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> සාදයි. N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> හි තාපාංකයේ දී (21.5 °C) මිශ්‍රණයෙන් 16 % ක් NO<sub>2</sub> අඩංගු වේ.



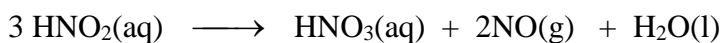
Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> රත් කිරීමෙන් හෝ Cu, සාන්ද්‍ර නයිට්‍රික් අම්ලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් NO<sub>2</sub> පිළියෙල කර ගනී.



NO<sub>2</sub> ජලයෙහි දිය වී නයිට්‍රික් අම්ලය සහ නයිට්‍රස් අම්ල (HNO<sub>2</sub>) මිශ්‍රණයක් ලබා දේ.

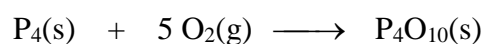


HNO<sub>2</sub> අස්ථායී වන අතර උණුසුම් කිරීමේ දී නයිට්‍රික් අම්ලය සහ නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් ලබා දේ.

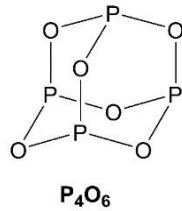


### පොස්පරස්හි ඔක්සයිඩ්

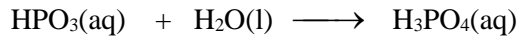
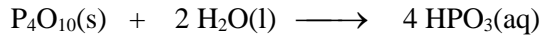
පොස්පරස් වැඩිපුර ඔක්සිජන් තුළ දහනයෙන් පොස්පරස්(V) ඔක්සයිඩය වන P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> සෑදේ.



P<sub>4</sub> සීමිත ඔක්සිජන් සැපයුමක් තුළ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් පොස්පරස්(III) ඔක්සයිඩ්, P<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, ලබා දේ.

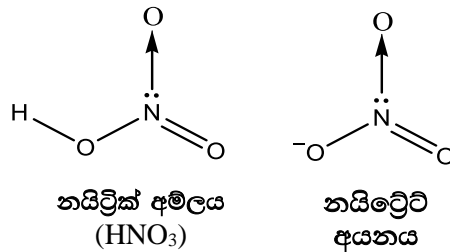
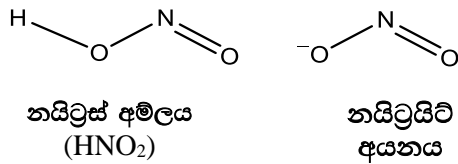


පොස්පරික් ඔක්සයිඩ්, ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් මෙටාපොස්පරික් අම්ලය ( $HPO_3$ ) ලබා දේ. මෙය තවදුරටත් ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ඕනොපොස්පොරික් අම්ලය ( $H_3PO_4$ ) ලබා දේ.



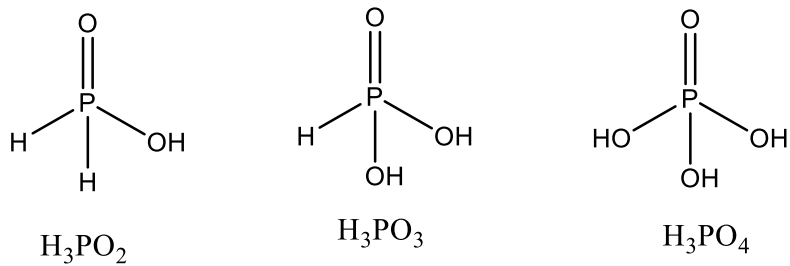
### නයිට්‍රජන්හි ඔක්සෝ ඇන්යන සහ ඔක්සෝ අම්ලය

නයිට්‍රජන්හි සියලු ම ඔක්සෝ අම්ල සහ ඔක්සෝ ඇන්යනවල නයිට්‍රජන් පරමාණුව සංයුජතාව 2 හෝ 3 දක්වයි.



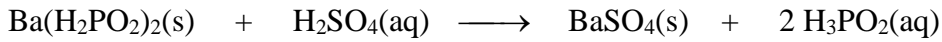
### පොස්පරස්හි ඔක්සෝ අම්ල

පොස්පරස්හි ඔක්සෝ අම්ල ගණනාව කි. ඒවායේ උදාහරණ හා ව්‍යුහ පහත දැක්වේ.

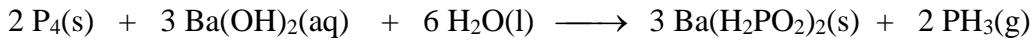


**හයිපොපොස්පරස් අම්ලය (H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>) (Hypophosphorous acid)**

බේරියම් හයිපොපොස්පයිට් ද්‍රාවණයට සල්පියුරික් අම්ලය එකතු කිරීමෙන් හයිපොපොස්පරස් අම්ලය ලබා ගත හැක.



සුදු පොස්පරස්, බේරියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් බේරියම් හයිපොපොස්පයිට් ලබා දේ.



හයිපොපොස්පරස් අම්ලය සතුව ඔක්සිජන් පරමාණුවකට සම්බන්ධ වූ එක් හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවක් පවතින බැවින් එයට H<sup>+</sup> ලෙස විභවනය විය හැක. මේ නිසා හයිපොපොස්පරස් අම්ලය ඒක භාෂ්මික අම්ලයක් ලෙස සැලකේ.

**ඕතොපොස්පරස් අම්ලය (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>) (Orthophosphorous acid)**

පොස්පරස් ට්‍රයික්ලෝරයිඩ් ජල විච්ඡේදනයෙන් ඕතොපොස්පරස් අම්ලය ලබා ගත හැක. මෙය පොස්පොරස් අම්ලය ලෙස ද හැඳින්වේ. H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> ද්විභාෂ්මික අම්ලයක් (එනම් එයට H<sup>+</sup> අයන 2 ක් ලබා දිය හැක) වන අතර Na<sub>2</sub>HPO<sub>3</sub> වැනි ලවණ සාදයි. මෙයට කාපය සැපයීමෙන් පොස්පිත් සහ ඕතොපොස්පොරික් අම්ලය බවට විශෝජනය වේ.



**ඕතොපොස්පොරික් අම්ලය (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) (Orthophosphoric acid)**

ජලය සමඟ P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ඕතොපොස්පොරික් අම්ලය ලබා ගත හැක. ඕතොපොස්පොරික් අම්ලය ත්‍රිභාෂ්මික අම්ලයක් වන අතර එයට ඇනායන ගණනාවක් (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> සහ PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) සෑදිය හැක. සෝඩියම් ඩයිහයිඩ්‍රජන් පොස්පේට්, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ජලීය ද්‍රාවණය දුබල ලෙස ආම්ලික ය. ඩයිසෝඩියම් හයිඩ්‍රජන් පොස්පේට්, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ජලීය ද්‍රාවණය දුබල ලෙස භාෂ්මික ය. ට්‍රයිසෝඩියම් පොස්පේට් Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, ජලීය ද්‍රාවණය ප්‍රබල ලෙස ක්ෂාරීය වේ. පොස්පරස් ජීවින්ගේ ජෛව විද්‍යාත්මක ක්‍රියා සඳහා වැදගත් වන අතර අස්ථි සහ දත්වල අඩංගු ය. කැල්සියම් පොස්පේට් පොහොර වර්ගයක් ලෙස භාවිතා කරයි.

**3.3 නයිට්‍රජන් තිර කිරීම සහ නයිට්‍රජන් චක්‍රය**

අක්‍රීය නයිට්‍රජන් වායුව ප්‍රයෝජනවත් නයිට්‍රජන් සංයෝග බවට පරිවර්තනය කිරීම “නයිට්‍රජන් තිර කිරීම” (Nitrogen fixation) ලෙස හඳුන්වයි. සමහරක් ශාකවල වූ බැක්ටීරියා මගින් නයිට්‍රජන්, ඇමෝනියා බවට තිර කිරීම හෝ පරිවර්තනය කිරීම ස්වභාවයේ සිදු කරයි (ජෛව තිර කිරීම). විදුලි කෙටීමේ දී නයිට්‍රජන් NO බවට පරිවර්තනය කරයි (වායුගෝලීය තිර කිරීම). නයිට්‍රජන් කාර්මික ලෙස තිර කිරීම, එනම් NH<sub>3</sub> බවට පත් කිරීම හේබර් ක්‍රමය මගින් සිදු කරයි. නයිට්‍රජන් අඩංගු සංයෝග බොහොමයක් (උදා: පොහොර, නයිට්‍රික් අම්ල සහ නයිට්‍රේට්) මිනිසා විසින් සාදා ඇති අතර ස්වභාවයේ හමුවන කාබනික ද්‍රව්‍ය (උදා: ශාක සහ සතුන් තුළ වූ ප්‍රෝටීන සහ නියුක්ලෙයික් අම්ල) අවසානයේ දී පස් සහ ජල මාර්ග තුළට එකතු වේ. (ලවණ බවට පත්වීම mineralization) පස් තුළ වූ පසෙහි ජීවත්වන බැක්ටීරියා මගින් කාබනික ද්‍රව්‍ය ඇමෝනියම් ලවණ සහ නයිට්‍රේට් බවට බිඳ හෙලනු ලැබේ (nitrification – නයිට්‍රිකරණය). නයිට්‍රිහාරී බැක්ටීරියා (Denitrifying bacteria) මගින් ඇමෝනියම් ලවණ සහ නයිට්‍රේට්, නයිට්‍රජන් බවට පරිවර්තනය කරන අතර නයිට්‍රජන් නැවත

වායුගෝලයට නිදහස් කරනු ලැබේ. (denitrification – නයිට්‍රිහරණය) නයිට්‍රජන් වකුයේ මූලික පියවර මේවා වේ.



## ක්‍රියාකාරකම

3.7 නයිට්‍රජන් වකුයේ මූලික පියවරවල් විදහා දැක්වෙන ලෙස සටහනක් අඳින්න.

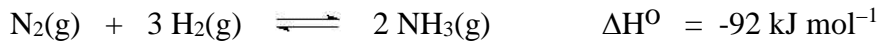
### 3.4 කාර්මික ක්‍රියාවලීන්

මෙම කොටසේ දී නයිට්‍රජන් පදනම් කොටගත් බොහෝ වැදගත් කාර්මික ක්‍රියාවලි දෙකක් පිළිබඳව සාකච්ඡා කරනු ලැබේ. එනම්,

- (i) ඇමෝනියා නිෂ්පාදනය කරන හේබර් ක්‍රමය
- (ii) ඇමෝනියාවලින් නයිට්‍රික් අම්ලය නිපදවීම

#### NH<sub>3</sub> නිෂ්පාදනය සඳහා වූ හේබර් ක්‍රමය

උෂ්ණත්වය ~500 °C දී සහ පීඩනය 300 atm දී අයන් (Fe) උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස යොදා ගනිමින්, N<sub>2</sub> හා H<sub>2</sub> (1:3 මවුල අනුපාතය) අතර ප්‍රතික්‍රියාවෙන් NH<sub>3</sub> වාණිජමය වශයෙන් නිෂ්පාදනය කරයි. N<sub>2</sub> හා H<sub>2</sub> අතර මෙම ප්‍රතික්‍රියාව සමතුලිතතාවයේ පවතී.



මෙහි දී වැඩි ම NH<sub>3</sub> ඵලදායිතාවයක් ලබා ගත හැකි බව පෙනී ගොස් ඇත. නමුත් අඩු උෂ්ණත්වවල දී ප්‍රතික්‍රියාවේ වේගය අඩු වේ. එසේ ම වැඩි පීඩනයකින් යුතු පද්ධතියක් සකස් කිරීම ද ඉතා මිල අධික ය. එමනිසා පරිවර්තන වේගය 15-25 % පමණ වුව ද, ඉහත සඳහන් තත්ත්ව (500 °C සහ 300 atm) භාවිතා කිරීම ආර්ථික ව වැදගත් වේ.

හේබර් ක්‍රමය ප්‍රධාන පියවර 3 කින් සමන්විත වේ.

1. ප්‍රතික්‍රියක වායුන් සැපයීම සහ පිරිසිදු කිරීම
2. වායුන් සම්පීඩනය කිරීම සහ ඇමෝනියා බවට හැරවීම
3. ඇමෝනියා ප්‍රති උත්පාදනය (recovery of ammonia)

H<sub>2</sub> හි ප්‍රභවය නැප්තා (හයිඩ්‍රොකාබන මිශ්‍රණයක්) වේ. වාතය ද්‍රවීකරණය කිරීමෙන් (liquefaction) N<sub>2</sub> ලබා ගත හැකි ය. මෙම වායුන් පරිවර්තකයක් (converter) තුළ දී සම්පීඩනය කිරීමෙන් ලැබෙන වායු මිශ්‍රණය සිසිල් ( 0 °C) කිරීම සහ පීඩනය අඩු කිරීම සිදු කරනු ලැබේ. මෙමගින් ඇමෝනියා වැඩි ප්‍රමාණයක් ද්‍රව කෙරේ. ප්‍රතික්‍රියා නො කළ වායුන් සහ ඇමෝනියා සුළු ප්‍රමාණයක් ප්‍රතිචක්‍රීකරණය (recycle) කරනු ලැබේ.

#### නයිට්‍රික් අම්ලය නිපදවීම

නයිට්‍රික් අම්ලය (HNO<sub>3</sub>) ඇක්වා ෆෝටිස් (aqua fortis) ලෙස හඳුන්වන අතර ඉතාමත් විබාදකශීලී සහ තදබල පිළිස්සුම් ඇති කරන විෂ සහිත ප්‍රබල අම්ලය කි. ද්‍රාවණයක 86% ට වඩා නයිට්‍රික් අම්ලය සමන්විත වේ නම්, එය සධුම නයිට්‍රික් අම්ලය (fuming nitric acid) ලෙස හඳුන්වයි.

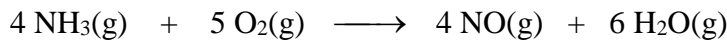
නයිට්‍රික් අම්ල නිෂ්පාදනය ලෝකයේ අද පවතින රසායන ක්‍රියාවලි අතුරින් වඩාත් ම වැදගත් රසායනික නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියක් වේ.

පොහොර, පුපුරණ ද්‍රව්‍ය (විශේෂයෙන්  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) සහ අනෙකුත් නයිට්‍රජන් අඩංගු කාබනික සංයෝග නිෂ්පාදනයට නයිට්‍රික් අම්ලය භාවිතා කරයි. තව ද ලෝහ දිය කිරීමට සහ නයිලෝන් නිෂ්පාදනය සඳහා වූ ආරම්භක ද්‍රව්‍ය (precursors) පිළියෙල කිරීම සඳහා ද නයිට්‍රික් අම්ලය භාවිතා කරයි.

නයිට්‍රික් අම්ල නිෂ්පාදනය පියවර 3 කින් සමන්විත වේ.

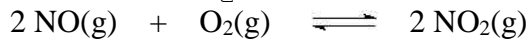
**1. වාතය භාවිතයෙන් සිදුකරන  $\text{NH}_3$  හි උත්ප්‍රේරක ඔක්සිකරණය**

230 °C සහ 9 atm දී, 10% ඇමෝනියා සමන්විත වාතය Pt/Rh උත්ප්‍රේරක මතින් යැවීමෙන් නයිට්‍රජන් මොනොක්සයිඩ් (NO) නිපදවා ගනී.



**2. NO, NO<sub>2</sub> බවට පරිවර්තනය**

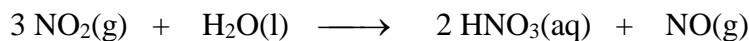
NO, ඔක්සිජන් මගින් තවදුරටත් ඔක්සිකරණය කර නයිට්‍රජන් ඩයොක්සයිඩ් ලබා ගනී.



උෂ්ණත්වය 150 °C ට අඩු අගයක පවත්වා ගත් විට, NO<sub>2</sub> නිපදවීම වඩාත් හොඳින් සිදු වේ.

**3. NO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub> බවට පරිවර්තනය**

අවසානයේ දී NO<sub>2</sub> ජලය හෝ තනුක නයිට්‍රික් අම්ලය සමඟ ජල විච්ඡේදනයෙන් සාන්ද්‍ර HNO<sub>3</sub> නිපදවේ.



මෙහි දී ලැබෙන අම්ල ද්‍රාවණය 50-60% නයිට්‍රික් අම්ලය ලබා දෙන අතර සාමාන්‍යයෙන් NO<sub>2</sub> ද සුළු වශයෙන් අඩංගු වේ. මෙම ද්‍රාවණය වාතය මගින් වාතනය කිරීමෙන් (blowing air) NO ඉවත් කර ගත හැකි ය.

**සාරාංශය**

- 15 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ns<sup>2</sup>np<sup>3</sup> වේ.
- N සහ P අලෝහ ද, As සහ Sb ලෝහාලෝහ ද වන නමුත් Bi ලෝහයට ආවේණික ලක්ෂණ පෙන්වයි.
- වාතයෙන් 78% (පරිමාව අනුව) N<sub>2</sub> අඩංගු වේ. ද්‍රවීකරණය කරන ලද වාතය භාගික ආසවනයෙන් නයිට්‍රජන් ලබා ගනී. ඇපටයිට් හෝ ෆ්ලෝරෝ ඇපටයිට් වැනි පොස්පරස් නිධිවලින් පොස්පරස් ලබා ගත හැකි ය.
- විෂ සහිත, සුදු පොස්පරස් P<sub>4</sub> හි හැඩය වතුස්තලීය වේ.
- HNO<sub>2</sub> සහ HNO<sub>3</sub> යන ඔක්සි අම්ලවල, ඔක්සි ඇනායනයන් පිළිවෙළින් NO<sub>2</sub><sup>-</sup> සහ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> වේ.

- අක්‍රිය නයිට්‍රජන් වායුව, නයිට්‍රජන් අඩංගු ප්‍රයෝජනවත් සංයෝගයක් බවට පරිවර්තනය “ නයිට්‍රජන් තිර කිරීම” ලෙස හඳුන්වයි.
- $N_2$  සහ  $H_2$ , අයන් (Fe) උත්ප්‍රේරක හමුවේ,  $500\text{ }^\circ\text{C}$  දී සහ  $300\text{ atm}$  පීඩනයක් යටතේ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන්  $NH_3$  වාණිජමය වශයෙන් නිපදවේ.
- $NH_3$  වාතයේ ඔක්සිකරණය කිරීමෙන් නයිට්‍රික් අම්ලය නිපදවා ගත හැක.



### අරමුණු

මෙම පාඩම අවසානයේ දී පහත දෑ කිරීමට ඔබට හැකි විය යුතුයි.

- නයිට්‍රජන් සහ පොස්පරස්හි පැවැත්ම සහ නිස්සාරණය විස්තර කිරීමට.
- 15 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල භෞතික ගුණ විශේෂයෙන් ද්‍රවාංක, තාපාංක, විද්‍යුත් සාණතාවය සහ ප්‍රථම අයනීකරණ විභවය පිළිබඳව විස්තර කිරීමට.
- 15 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය හෝ ඒවායේ අයනයන්හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසයන් ලිවීමට
- 15 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි හයිඩ්‍රයිඩ්, හේලයිඩ් සහ ඔක්සයිඩ්වල ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳව විස්තර කිරීමට.
- නයිට්‍රජන් චක්‍රයේ අඩංගු පියවර විස්තර කිරීමට.
- ඇමෝනියා නිෂ්පාදනයෙහි අඩංගු පියවර විස්තර කිරීමට.
- නයිට්‍රික් අම්ල නිෂ්පාදනයෙහි අඩංගු පියවර විස්තර කිරීමට.

---

### ක්‍රියාකාරකම

- 3.8 නයිට්‍රජන් සහ එහි සංයෝගයන්හි ප්‍රයෝජන කිහිපයක් ලැයිස්තු ගත කරන්න.
  - 3.9 -3 සිට +5 දක්වා වූ සියලු ම ඔක්සිකරණ අංක නයිට්‍රජන් පෙන්වයි. එක් එක් ඔක්සිකරණ අවස්ථාව සඳහා උදාහරණය බැගින් දෙන්න.
  - 3.10  $N_2O_3$ ,  $NO_2$  සහ  $N_2O_4$  හි සම්ප්‍රසූක්ත ආකාර (resonance forms) ඇඳ දක්වන්න.
  - 3.11 “නයිට්‍රජන් තිර කිරීම” යන්නෙන් අදහස් වන්නේ කුමක් ද?
  - 3.12 නයිට්‍රජන් තිර කිරීම සඳහා වූ ප්‍රධාන ක්‍රම 3 මොනවා ද?
-



## 4. 16 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය

O
S
Se
Te
Po

### හැඳින්වීම

මෙම පාඨමේ දී, ඔක්සිජන් හා සල්ෆර් වෙත විශේෂ අවධානයක් යොමු කරමින්, 16 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි හෝ ඔක්සිජන් පවුලේ මූලද්‍රව්‍ය ගුණ සහ ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳ අපි සාකච්ඡා කරන්නෙමු. මෙම මූලද්‍රව්‍ය “chalcogens” යන නමින් ද හඳුන්වයි. ඔබ දන්නා පරිදි, 1, 2, 13, 14 සහ 15 වන කාණ්ඩයෙන්හි මූලද්‍රව්‍ය මගින් ඇති කරනු ලබන ඔක්සයිඩ පිළියෙල කිරීම සහ ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳව අප දැනටමත් සාකච්ඡා කර ඇත. මෙම පවුල ඔක්සිජන් (O), සල්ෆර් (S), සෙලීනියම් (Se), ටෙලූරියම් (Te) සහ පොලෝනියම් (Po) යන මූලද්‍රව්‍යවලින් සමන්විත වේ. මෙම කාණ්ඩයේ එක ම පූර්ණ ලෝහය පොලෝනියම් පමණක් වන අතර එය විකිරණශීලී වේ. Te අර්ධ ලෝහයක් වන අතර එය අර්ධ සන්නායකයක් ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. ඔක්සිජන්, සල්ෆර් සහ සෙලීනියම් අලෝහ වේ. 16 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි පොදු ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^4$  වන අතර ඔක්සිකරණ අවස්ථා -2 සිට +6 දක්වා පුළුල් පරාසයක විහිදී පවතී. ඔක්සිජන්හි සාමාන්‍ය ඔක්සිකරණ අවස්ථාව -2 වන නමුත්,  $NaO_2$  සහ  $KO_2$  වැනි සුපර්ඔක්සයිඩ් වල ඇති ඔක්සිජන්හි ඔක්සිකරණ අවස්ථාව  $-1/2$  වේ. සල්ෆර් ද  $S^{2-}$  අයනය සාදන අතර මෙම ද්විඅනුයානික අයනය සෑදීමේ නැඹුරුතාව කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත්ම අඩු වේ. සල්ෆර් උපරිම ඔක්සිකරණ අවස්ථාව ලෙස  $SO_4^{2-}$  වැනි අයනයන්හි වූ +6 අවස්ථාව පෙන්වයි. කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත්ම ලවණයන්හි ද්‍රාව්‍යතාවය අඩු වේ. තාපාංකය සහ ද්‍රවාංකය පහත අනුපිළිවෙලට  $O < S < Se < Te$  අනුව වැඩි වේ. උපරිම විද්‍යුත් ඍණතා අගය වන 3.5 ඔක්සිජන් මගින් පෙන්වයි. සාමාන්‍යයෙන්  $O > S > Se > Te$  යන අනුපිළිවෙලට අනුව මෙම මූලද්‍රව්‍යයන්හි ප්‍රතික්‍රියාශීලීත්වය අඩු වේ.

**ප්‍ර:**  $SO_2$  හි ඇති සල්ෆර්හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලියන්න.

**පි:** ඔක්සිජන්හි ඔක්සිකරණ අංකය -2 නම්  $O=S=O$  හි S හි ඔක්සිකරණ අංකය +4 වේ.

$$S \text{ හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය } = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^4$$

$$S^{4+} \text{ හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය } = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^0$$

(3p කාක්ෂිකයෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 ක් ඉවත් වේ.)

**4.1 වගුව :** 16 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි සමහරක් ගුණ (බහුලව නො පවතින ඔක්සිකරණ අංක වරහන් තුළ දී ඇත)

මූලද්‍රව්‍ය	ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය	ඔක්සිකරණ අවස්ථා	ද්‍රවාංකය / °C	තාපාංකය / °C	විද්‍යුත් සෘණතාවය
<b>O</b>	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	-2, -1, (-1/2), (+2)	-219	-183	3.5
<b>S</b>	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>	-2, (+2), +4, +6	115	445	2.5
<b>Se</b>	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>	+2, +4, +6	217	685	2.4
<b>Te</b>	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>	+2, +4, +6	450	1390	2.1
<b>Po</b>	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>	+2, +4	254	962	2.0

### 4.1 පැවැත්ම සහ නිස්සාරණය

#### ඔක්සිජන්

පෘථිවි වායුගෝලයේ දෙවනුවට බහුල ව පවතින වායුව වන්නේ ඔක්සිජන් ය (පරිමාව අනුව 20%). මෙය ද්‍රව වාතය භාගික ආසවනයෙන් කාර්මික ව නිපදවාගනු ලැබේ. මෙය අවර්ණ අගන්ධ වායුවකි. ඔක්සිජන්වලට <sup>16</sup>O , <sup>17</sup>O සහ <sup>18</sup>O ලෙස ස්ථායී සමස්ථානික 3 ක් පවතී. ඔක්සිජන්, පහත දී ඇති පරිදි බහුරූපී ආකාර (allotropic forms) දෙකක් පෙන්වයි.

- (i) ඩයිඔක්සිජන් (O<sub>2</sub>) - (ද්‍රව සහ ඝන අවස්ථාවේ දී නිල් පැහැති)
- (ii) ඕසෝන් (O<sub>3</sub>) - (ලා නිල් පැහැති වායුවකි).

පෘථිවි කබොලෙහි වඩාත් බහුල මූලද්‍රව්‍යය ඔක්සිජන් ය. මෙය බර අනුව පෘථිවි කබොලෙන් 46% ක් පමණ වන අතර වැඩි ප්‍රමාණයක් සිලිකේට් ලෙස පවතී. ශාක සහ සත්ත්ව ජීවිත සඳහා ඔක්සිජන් අත්‍යාවශ්‍ය වන අතර ප්‍රභාසංස්ලේෂණය මගින් මෙය ස්වාභාවික ව ජනනය කෙරේ.

---

### ක්‍රියාකාරකම

---



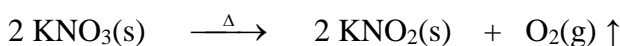
4.1 ප්‍රභාසංස්ලේෂණය සඳහා තුලිත සමීකරණ ලියන්න.

පහත ක්‍රම මගින් විද්‍යාගාරයේ දී ඔක්සිජන් නිපදවිය හැකි ය.

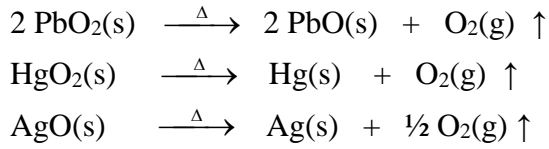
1. පොටෑසියම් ප'මැංගනේට් (KMnO<sub>4</sub>) රත් කිරීමෙන්



2. පොටෑසියම් නයිට්‍රේට් (KNO<sub>3</sub>) රත් කිරීමෙන්

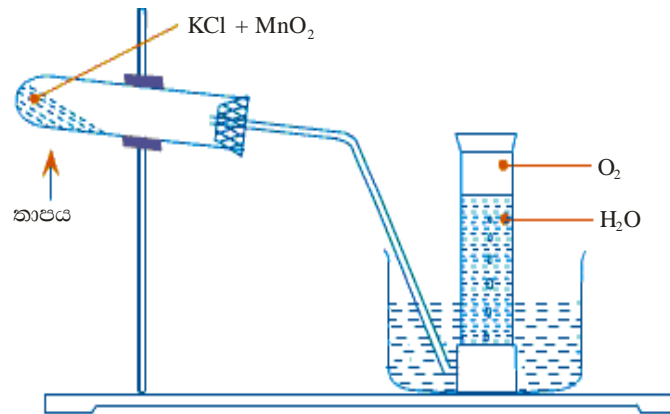
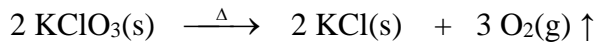


3. PbO<sub>2</sub>, HgO හෝ AgO වැනි ලෝහ ඔක්සයිඩ් රත් කිරීමෙන්



4. පොටෑසියම් ක්ලෝරේට් (KClO<sub>3</sub>) රත් කිරීමෙන්

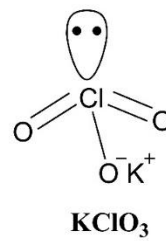
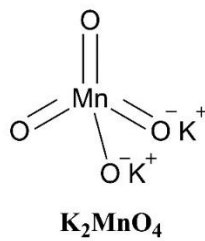
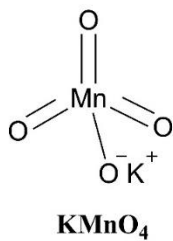
සමහර අවස්ථාවල දී MnO<sub>2</sub> උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස භාවිතා කරයි.



4.1 රූපය: විද්‍යාගාරයේ දී ඔක්සිජන් නිෂ්පාදනය <sup>8</sup>

ප්‍ර : KMnO<sub>4</sub> , K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> සහ KClO<sub>3</sub> යන ජීව්‍යයේ ව්‍යුහයන් අඳින්න.

පි :





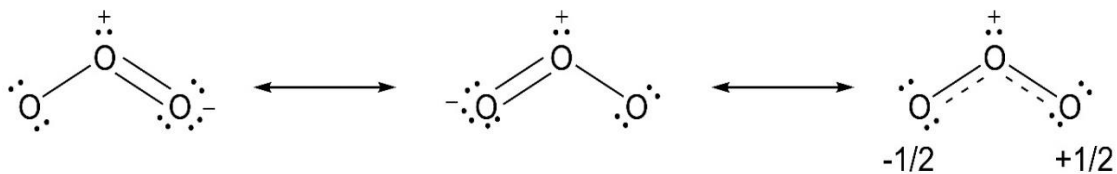
## ක්‍රියාකාරකම

4.2  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  සහ  $\text{MnO}_2$  හි Mn වල ඔක්සිකරණ අංකයන් නිර්ණය කරන්න.

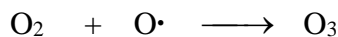
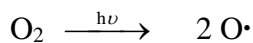
### ඕසෝන් (ට්‍රයිඔක්සිජන්)

ඕසෝන්වලට එයට ම ආවේණික වූ ප්‍රබල ගන්ධයක් පවතින අතර 0.01 ppm වැනි අඩු සාන්ද්‍රණ පවා මිනිස් නාසයට හඳුනා ගත හැකි ය. ඩයිඔක්සිජන් ( $\text{O}_2$ ) මෙන් නොව ඕසෝන් පාරකේන්‍ර වූමඛකය (diamagnetic) සහ වඩාත් ප්‍රතික්‍රියාශීලී ත්‍රිකෝණාකාර හැඩයක් සහිත වන අතර බන්ධන කෝණය  $116.5^\circ$  වේ. බන්ධන දෙක ම 128 pm පමණ වන එක ම දිගකින් යුක්තය. ඕසෝන්හි සම්ප්‍රයුක්ත ආකාර 2 ක් පහත දී ඇත. මධ්‍ය ඔක්සිජන් මත වූ එකසර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලය නැමුණු (bent) සංයෝගයක් ඇති කරයි.

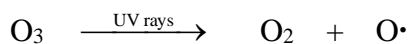
### $\text{O}_3$ හි ව්‍යුහය



ඕසෝන්, ස්ථර ගෝලයෙහි (stratosphere) ඇති ඉතා වැදගත් අණුවක් වන අතර එය පහත සඳහන් ලෙස නිපදවා ගනී. ඔක්සිජන් ප්‍රභා විච්ඡේදනයෙන් ඔක්සිජන් මුක්ත බණ්ඩක (radicals)  $\text{O}^\bullet$  දෙකක් ජනනය වේ. මෙය ඔක්සිජන් අණුවක් සමඟ සම්බන්ධ වී ඕසෝන් ඇති කරයි.



ඕසෝන් අහිතකර පාරජම්බුල කිරණ අවශෝෂණය කර  $\text{O}_2$  සහ ඔක්සිජන් මුක්ත බණ්ඩක නිපදවන අතර මේවා  $\text{O}_2$  හා ප්‍රතික්‍රියා කර නැවතත් ඕසෝන් ලබා දේ.

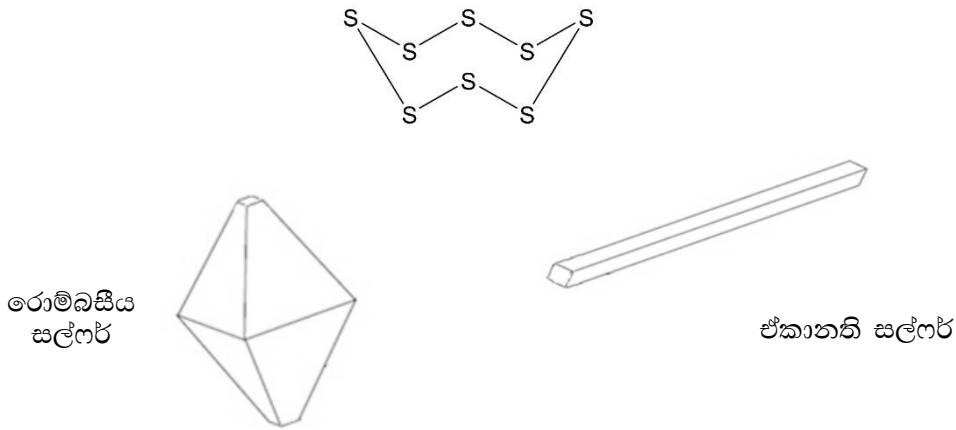


### සල්ෆර්

සල්ෆර් ස්වභාවික ව ආකාර කිහිපයකින් පවතී.

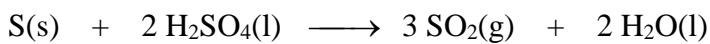
- (i) සාමාන්‍යයෙන් භූගතව ඇති නිදහස් මූලද්‍රව්‍ය
- (ii) සල්ෆේට් ලෙස උදා: ජ්ජ්සම්,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- (iii) සල්ෆයිඩ් ලෙස උදා: පයිරයිට්ස් ( $\text{FeS}_2$ ), ගැලීනා ( $\text{PbS}$ ), සිනබාර් ( $\text{HgS}$ ), සින්ක් බ්ලෙන්ඩ් ( $\text{ZnS}$ )

සල්ෆර් බහුරූපී ආකාර ගණනාවක් පෙන්වයි. කාපාංකයේ දී (444 °C) සල්ෆර් වාෂ්පය S<sub>6</sub> (30%), S<sub>7</sub> (40%) සහ S<sub>8</sub> (20%) සමන්විත වන අතර S<sub>2</sub>, S<sub>4</sub> සහ S<sub>5</sub> ද සුළු ප්‍රමාණයක් අඩංගු වේ. සල්ෆර් තද කහ පැවැති සනයක් වන අතර කාබනික ද්‍රාවකවල දිය වේ. මෙය කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ප්‍රතිස්ඵටිකීකරණය (recrystallization) කිරීමෙන් ඔටුනු හැඩති (crown shape) S<sub>8</sub> අණු ලෙස ඕතොරොම්බික (orthorhombic, රොම්බසීය) සල්ෆර් ඇති වේ.



සල්ෆර් හි අනෙක් ආකාරය “ඒකානති සල්ෆර්” (monoclinic) වන අතර එය වැඩි උෂ්ණත්ව වල දී (96 °C ට ඉහළ) ලැබේ. මෙම ආකාර දෙක අතර ප්‍රධානතම වෙනස වන්නේ, ඔටුනු හැඩති අණු ඇසිරී ඇති ආකාරය යි.

කාමර උෂ්ණත්වයේ දී “ඒකානති” ආකාරය සෙමින් “රොම්බසීය” ආකාරය බවට පත් වේ. ඔක්සිජන් මෙන් නොව සල්ෆර් සාන්ද්‍ර අම්ල සහ හෂ්ම සමග ප්‍රතික්‍රියා කරයි. සාන්ද්‍ර HNO<sub>3</sub> සහ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> මගින් පහත සඳහන් ලෙස සල්ෆර් ඔක්සිකරණය කළ හැකි ය.



සල්ෆර්, ප්‍රබල ක්ෂාරයක් තුළ දී සෙමින් ද්‍රවණය වී සල්ෆයිඩ් සහ සල්ෆයිට් මිශ්‍රණයක් ලබා දේ.



## 4.2 16 වන කාණ්ඩයෙහි මූලද්‍රව්‍යයන්හි සංයෝග

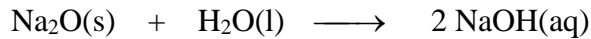
### ඔක්සයිඩ්, පෙරොක්සයිඩ් සහ සුපර්ඔක්සයිඩ්

#### ඔක්සයිඩ්

බොහෝමයක් මූලද්‍රව්‍ය ඔක්සිජන් සමඟ එකතු වී ඔක්සයිඩ් ඇති කරයි. ඔක්සයිඩ් වර්ග හතරක් පවතී.

#### 1. භාෂ්මික ඔක්සයිඩ්

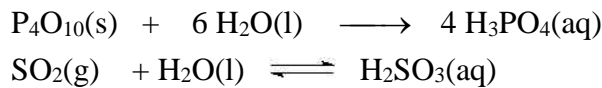
ප්‍රබල විද්‍යුත් ධන ලෝහ, අයනික ඔක්සයිඩ් ඇති කරන අතර මේවා ජලයේ දිය වී භාෂ්මික ද්‍රාවණ ලබා දේ.



උදාහරණයක් ලෙස 1 වන සහ 2 වන කාණ්ඩවල මූලද්‍රව්‍ය භාෂ්මික ඔක්සයිඩ් ඇති කරයි.

#### 2. ආම්ලික ඔක්සයිඩ්

අලෝහ ඔක්සයිඩ් සාමාන්‍යයෙන් ආම්ලික වේ.



උදා:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$  ආම්ලික ඔක්සයිඩ් වේ.

#### 3. උභයගුණී ඔක්සයිඩ්

Al සහ Zn වැනි විද්‍යුත් ධනතාවය අඩු ලෝහ උභයගුණී ඔක්සයිඩ් ලබා දෙන අතර මේවා ආම්ලික සහ භාෂ්මික ගුණ දෙක ම පෙන්වයි.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  සහ  $\text{PbO}$  උභයගුණී ඔක්සයිඩ් සඳහා උදාහරණ වේ.

#### 4. උදාසීන ඔක්සයිඩ්

නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් (NO), CO සහ  $\text{N}_2\text{O}$  උදාසීන ඔක්සයිඩ් ලෙස සැලකිය හැකි ය.

#### පෙරොක්සයිඩ්

ඤාල ලෝහ සහ ඤාලීය පාංශු ලෝහ, පෙරොක්සයිඩ් අයන ( $\text{O}_2^{2-}$ ) සමඟ ලෝහ පෙරොක්සයිඩ් ඇති කරයි. මෙම ලෝහ පෙරොක්සයිඩ් අම්ල හෝ ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් හයිඩ්‍රජන් පෙරොක්සයිඩ් ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) ලබා දේ.  $\text{H}_2\text{O}_2$  යනු ප්‍රබල ඔක්සිකාරකය කි.

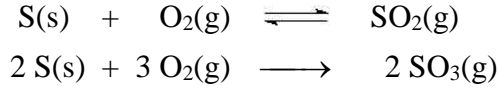
#### සුපර්ඔක්සයිඩ්

Na, K සහ Cs වැනි බොහෝමයක් විද්‍යුත් ධන ලෝහ,  $\text{O}_2^-$  අයනය සහිත සුපර්ඔක්සයිඩ් ඇති කරයි.  $\text{KO}_2$ , ජලය සමඟ පහසුවෙන් ප්‍රතික්‍රියා කර  $\text{H}_2\text{O}_2$  සහ  $\text{O}_2$  ලබා දේ.



### ඔක්සයිඩ පිළියෙල කිරීම

S, Se, Te සහ Po යන මූලද්‍රව්‍ය,  $\text{MO}_2$  සහ  $\text{MO}_3$  ආකාරයේ ඔක්සයිඩ සාදයි. සල්ෆර් වාතයේ දහනය වූ විට,  $\text{SO}_3$  ස්වල්පයක් සමඟ සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් ( $\text{SO}_2$ ) ලබා දේ.

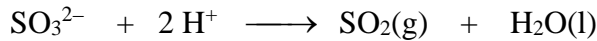


විද්‍යාගාරයේ දී සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවනු ලබන්නේ,

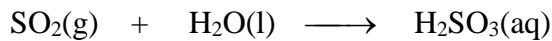
- (i) කොපර් සහ සාන්ද්‍ර සල්ෆියුරික් අම්ලය අතර ප්‍රතික්‍රියාවෙන්,



- (ii) සල්ෆයිටය ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) හෝ ඩයිසල්ෆයිට්/හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිට් ( $\text{HSO}_3^-$ ) සමඟ අම්ලයක් ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන්,

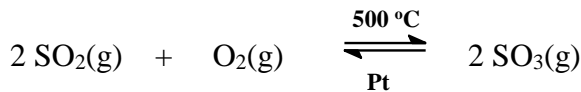


සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් ජලයේ දිය වී සල්ෆියුරස් අම්ලය ලබා දේ.



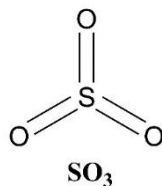
සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනයේ දී සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් භාවිතා කෙරේ.

උත්ප්‍රේරකයක් නොමැති විට දී  $\text{SO}_2$  සහ  $\text{O}_2$  අතර ප්‍රතික්‍රියාව ඉතා සෙමෙන් සිදු වේ. කෙසේ නමුදු ජල-ධනම් උත්ප්‍රේරකයක් සහිත ව ඉහළ උෂ්ණත්වයේ දී ( $500^\circ\text{C}$ ) ප්‍රතික්‍රියාව ඉතා සීඝ්‍රව සිදු වන අතර 98%  $\text{SO}_3$  ලබා දේ.



සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් පිළියෙල කරගත හැක්කේ,

- (i) අයන්(III) සල්ෆේට්  $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$  රත් කිරීමෙන්,

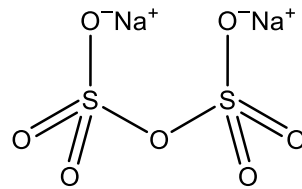
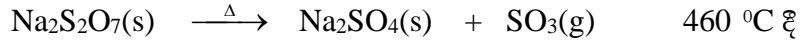


(iii) සෝඩියම් බයිසල්ෆේට්/හයිඩ්‍රජන් සල්ෆේට් තාප විච්ඡේදනයෙන්,

(a) විජලනය මගින්



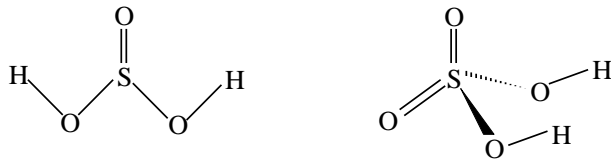
(b) බිඳීමෙන් (cracking)



$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$

### සල්ෆර්හි ඔක්සෝ අම්ල

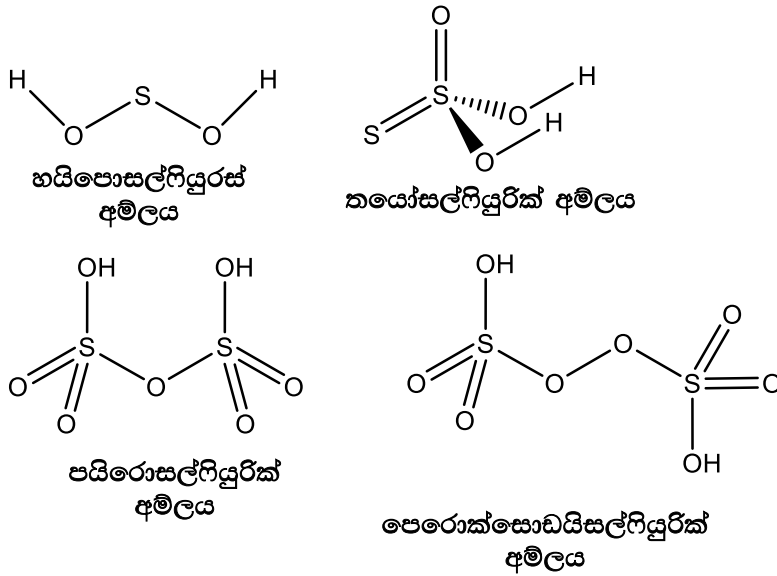
සල්ෆර්, සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් ( $\text{SO}_2$ ) සහ සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් ( $\text{SO}_3$ ) ලෙස ප්‍රධාන ඔක්සයිඩ් දෙකක් ලබා දේ. මෙම ඔක්සයිඩ් ජලයේ දිය වී සල්ෆිට්‍රස් අම්ලය ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) සහ සල්ෆික් අම්ලය ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ලබා දේ.  $\text{H}_2\text{SO}_3$  සහ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  යනු සාමාන්‍යයෙන් සල්ෆර් හි දැකිය හැකි ඔක්සෝ අම්ල වේ.



සල්ෆර්හි ඔක්සෝ අම්ල කිහිපයක් පහත දී ඇත.

1.  $\text{H}_2\text{SO}_2$  හයිපොසල්ෆිට්‍රස් අම්ලය
2.  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  තයෝ සල්ෆික් අම්ලය
3.  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  පයිරොසල්ෆික් අම්ලය
4.  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  පෙරොක්සෝඩයිසල්ෆික් අම්ල හෝ ඩයිතයෝනික් අම්ලය





### 4.3 සල්ෆර් හි වැදගත් සංයෝග කිහිපයක්

මෙම කොටසේ දී කාර්මික වැදගත් වන සල්ෆිට් අම්ලය, තරයෝසල්ෆේට් සහ හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් පිළිබඳව සලකා බලමු.

#### සල්ෆිට් අම්ලය (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) නිෂ්පාදනය

ලොව විශාලතම රසායනික ක්‍රියාවලිය සල්ෆිට් අම්ල නිෂ්පාදනය වේ. උදාහරණයක් ලෙස ඇමෙරිකා එක්සත් ජනපදයේ සෑම වසරකටම මිලියන 10 ට අධික සල්ෆර් ප්‍රමාණයක් සල්ෆිට් අම්ලය බවට පරිවර්තනය කරනු ලැබේ. සංවර්ධිත රටවල් සල්ෆිට් අම්ලය විශාල ප්‍රමාණයක් භාවිතා කරනු ලබන අතර, එය රටෙහි ආර්ථිකයේ ප්‍රමාණය විදහා දක්වන මිණුමක් වේ.

සල්ෆිට් අම්ලය වාණිජව නිෂ්පාදනය කරන ප්‍රධාන ක්‍රියාවලි දෙකක් ඇත.

- (a) ස්පර්ශ ක්‍රමය (Contact Process)
- (b) ඊයම් කුටීර ක්‍රමය (Lead Chamber Process)

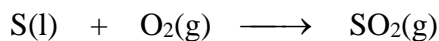
#### ස්පර්ශ ක්‍රමය

මෙම ක්‍රියාවලියේ ප්‍රධාන අවස්ථා 3 කි.

1. සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් (SO<sub>2</sub>) නිපදවීම සඳහා සල්ෆර් දහනය කිරීම.
2. සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් සහ ඔක්සිජන් මගින් සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් (SO<sub>3</sub>) නිපදවීම.
3. සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ්, සල්ෆිට් අම්ලය බවට පරිවර්තනය.

#### සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් පිළියෙල කිරීම.

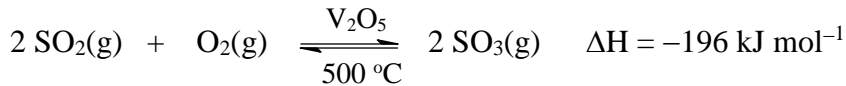
සල්ෆර් වාතයේ දහනය කිරීමෙන් සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවා ගනු ලැබේ.



දහන කුටීරය තුළට යැවීමට පෙර වාතය වියළි තත්වයට පත් කිරීමක් සිදු වේ. ද්‍රව සල්ෆර් දහන කුටීරය තුළට විදිනු (spray) ලැබේ. ඉහත ප්‍රතික්‍රියාව තාපදායක ( $\Delta H = -296 \text{ kJ mol}^{-1}$ ) වන අතර නිදහස් කරනු ලබන ශක්තිය මුළු ක්‍රියාවලිය ම පවත්වාගෙන යෑම සඳහා ප්‍රමාණවත් වේ.

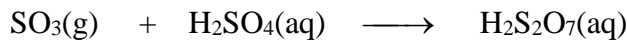
### සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් නිෂ්පාදනය

උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස  $\text{V}_2\text{O}_5$  ඇති විට  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර  $\text{SO}_3$  නිෂ්පාදනය කරයි.

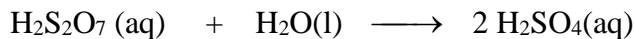


### $\text{SO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ බවට පරිවර්තනය කිරීම

සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් ජලයේ හොඳින් දිය නොවේ. සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ් සහ ජලය අතර ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රචණ්ඩ වන අතර සල්ෆියුරික් දුමාරය විධාදක වාෂ්පයක් ලෙස නිපදවයි. එමනිසා  $\text{SO}_3$  සාන්ද්‍ර සල්ෆියුරික් අම්ලය මතින් යැවීමෙන් ඩයිසල්ෆියුරික් අම්ලය අඩංගු "ඔලියම්" (oleum) හෝ "සදුම සල්ෆියුරික් අම්ලය" නිපදවයි. මෙය "පයිරොසල්ෆියුරික් අම්ලය" ලෙස ද හඳුන්වයි.

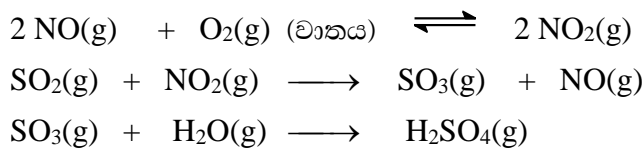


පයිරොසල්ෆියුරික් අම්ලය, ජල විච්ඡේදනයෙන් සල්ෆියුරික් අම්ලය ලබා දේ.



### ඊයම් කුටීර ක්‍රමය

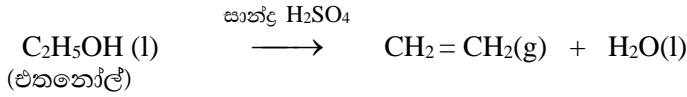
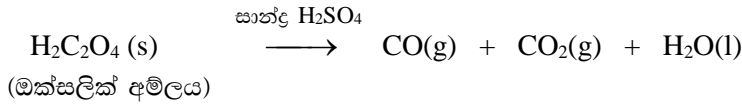
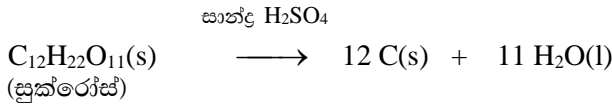
මෙම ක්‍රමයේ දී භාවිතා වන උත්ප්‍රේරකය නයිට්‍රික් ඔක්සයිඩ් (NO) වේ. ප්‍රතික්‍රියා කුටීරය තුළට  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  වායුව සහ හුමාලය මිශ්‍රණයක් යවනු ලැබේ. සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනයට මුල්වන ප්‍රතික්‍රියා පහත සඳහන් ලෙස සාරාංශ ගත කළ හැක.



### සල්ෆියුරික් අම්ලයේ ගුණ සහ ප්‍රතික්‍රියා

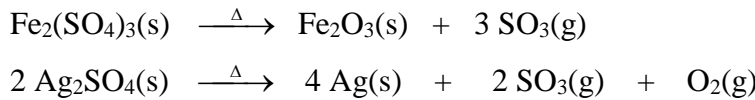
සල්ෆියුරික් අම්ලය අවර්ණ, දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවය කි. සල්ෆියුරික් අම්ලය ජලය කෙරෙහි අධික ආකර්ෂණයක් දක්වන අතර එය විජලකාරකයක් ලෙස විශේෂයෙන් ම වායූන් වියළීම සඳහා ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  සහ  $\text{SO}_2$ ) භාවිතා වේ.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් තාපය විශාල ප්‍රමාණයක් නිදහස් කරන බැවින් සාන්ද්‍ර  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ට ජලය එකතු කිරීම නො කළ යුතු වේ. තනුක සල්ෆියුරික් අම්ලය පිළියෙල කිරීම සඳහා අවශ්‍ය වූ විට සාන්ද්‍ර සල්ෆියුරික් අම්ල ප්‍රමාණයක් ජලයට එකතු කිරීම කළ යුතු ය.

පහත සඳහන් ලෙස සමහරක් කාබනික සංයෝග විජලනය සඳහා සල්ෆියුරික් අම්ලය භාවිතා කරනු ලැබේ.



සාන්ද්‍ර සල්ෆියුරික් අම්ලය විශේෂයෙන් ම රත් කළ විට, ප්‍රබල ඔක්සිකාරකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එය C, S සහ P වැනි අලෝහ පිළිවෙලින් CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> සහ H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> බවට ඔක්සිකරණය කරයි. එමෙන් ම කොපර්, සිල්වර් සහ ම'කර් වැනි ලෝහයන් ද ලෝහ සල්ෆේට් බවට ඔක්සිකරණ කරයි. බොහෝ ලෝහ සල්ෆේට් ජලයේ දිය වන නමුත්, PbSO<sub>4</sub>, BaSO<sub>4</sub> සහ SrSO<sub>4</sub> ජලයේ අද්‍රාව්‍ය වේ.

සල්ෆේට් වල තාපස්ථායීතාවය ලෝහයේ විද්‍යුත් ධනතාවය මත රඳා පවතී. 1 වන කාණ්ඩය සහ 2 වන කාණ්ඩවල ලෝහ සල්ෆේට් තාපස්ථායී වේ. බැර ලෝහයන්හි සල්ෆේට් රත් කිරීමේ දී සාමාන්‍යයෙන් SO<sub>3</sub> නිදහස් කෙරේ.

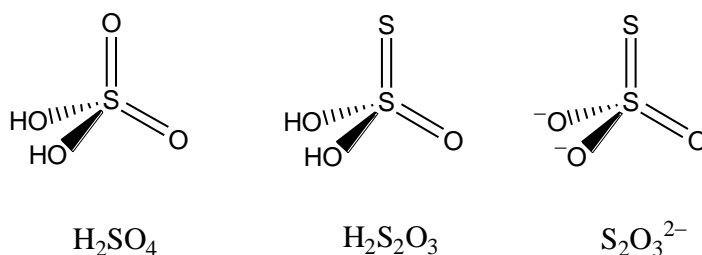


### සල්ෆියුරික් අම්ලයේ ප්‍රයෝජන

1. පොහොර නිෂ්පාදනය සඳහා උදා: සුපර්පොස්පේට් සහ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
2. ලෝහ නිධි වලින් ලෝහ නිස්සාරණය සඳහා
3. කඩදාසි නිෂ්පාදනය සඳහා
4. ක්ෂාලක (detergents) පිළියෙල කිරීම සඳහා
5. තීන්ත සහ වර්ණක පිළියෙල කිරීම සඳහා
6. බැටරිවල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය ලෙස
7. විද්‍යාගාර ප්‍රතිකාරකයක් ලෙස

### 4.4 තයෝසල්ෆියුරික් අම්ලය සහ තයෝසල්ෆේට්

තයෝසල්ෆියුරික් අම්ලය (H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) සහ සල්ෆියුරික් අම්ලය (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) අතර වෙනස වනුයේ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> අම්ලයේ S=O බන්ධනය වෙනුවට තයෝසල්ෆියුරික් අම්ලයේ S=S බන්ධනයක් පවතී. H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ඔක්සිජන් සංයෝගය වන H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> හි සල්ෆර් සමාකාරය (analogue) බව සිහි තබා ගත යුතු ය. එමනිසා එවැනි සංයෝගයක් නම් කිරීමේ දී "තයෝ" (thio) යන පදය නමට කලින් යොදා ගනී.



ප්‍ර: ඔක්සිජන් සහ සල්ෆර් හා සම්බන්ධ පහත යුගලයන් නම් කරන්න.

(i)  $\text{SO}_4^{2-}$  සහ  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  (ii)  $(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}=\text{O}$  සහ  $(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}=\text{S}$

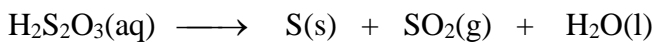
පි: (i) සල්ෆේට් සහ තයෝසල්ෆේට් (ii) යූරියා සහ තයෝයූරියා



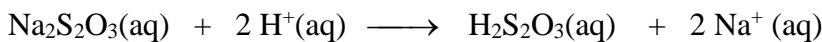
## ක්‍රියාකාරකම

4.10  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  අයනයෙහි S වල ඔක්සිකරණ අවස්ථාව නිර්ණය කරන්න.

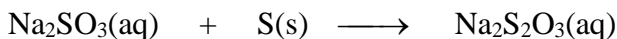
කාමර උෂ්ණත්වයේ දී සල්ෆිට්‍රස් අම්ලය  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ජලයේ අද්‍රාව්‍ය වේ. ජලීය ද්‍රාවණයක් S සහ  $\text{SO}_2$  බවට විඝටනය වේ.



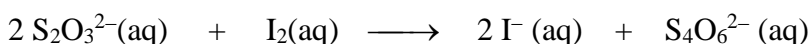
තයෝසල්ෆේට් ලවණය ආම්ලීකරණය කිරීමෙන් තයෝසල්ෆිට්‍රස් අම්ලය ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) පිළියෙල කර ගත හැකිය.



S, සෝඩියම් සල්ෆයිට් ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) ද්‍රාවණයක් සමඟ නැටවීමෙන්  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  පිළියෙල කර ගත හැකිය.



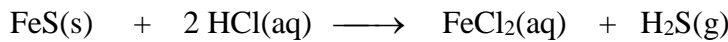
තයෝසල්ෆේට් ඔක්සිහාරකයක් වන අතර ප්‍රමාණාත්මක විශ්ලේෂණයේ දී අයඩින් සාන්ද්‍රණය නිර්ණය කිරීමට භාවිතා කරයි. පහත සඳහන් ලෙස  $\text{I}_2$ , අයඩයිඩ් බවට ඔක්සිහරණය වන විට  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , ටෙට්‍රාසල්ෆේට් ඇනායනය ( $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ) බවට ඔක්සිකරණය වේ.



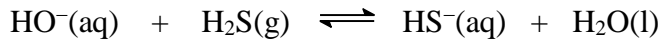
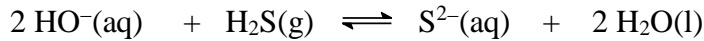
## 4.5 හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ( $\text{H}_2\text{S}$ )

හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් අවර්ණ, විෂ සහිත වායුවකි. මෙහි විෂ නාශකය (antidote) ලෙස ක්ලෝරීන් වායුව භාවිතා කළ හැක. මෙය කුණු බිත්තර ගඳක් සහිත වන අතර වාතයට වඩා බරින් වැඩි ය. මෙහි තාපාංකය  $-60^\circ\text{C}$  වන අතර ඔක්සිජන් සමාකාරය ( $\text{H}_2\text{O}$ ) කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ද්‍රවයක් වේ. ජලයෙහි වැඩි තාපාංකයට ( $100^\circ\text{C}$ ) හේතු වන්නේ, ජල අණු අතර පවත්නා ප්‍රබල හයිඩ්‍රජන්

බන්ධන සෑදීමේ හැකියාවයි. ජලීය ද්‍රාවණයේ දී  $\text{H}_2\text{S}$  දුබල අම්ලයක් වේ. විද්‍යාගාරයේ දී, කිප්ස් උපකරණය (Kipp's apparatus) භාවිතයෙන්  $\text{H}_2\text{S}$  පිළියෙල කරගනු ලබන අතර මෙහි දී  $\text{FeS}$  මතට තනුක හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් බිංදු වශයෙන් එකතු කරනු ලැබේ.

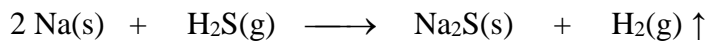


ඝෞරයක් තුළ  $\text{H}_2\text{S}$  දිය වී සල්ෆයිඩ් සහ හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ලබා දේ.



### හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ඔක්සිකාරකයක් ලෙස

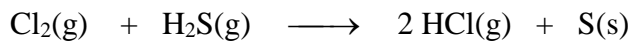
ඉහත කොටසේ දී  $\text{H}_2\text{S}$  ඔක්සිහාරකයක් ලෙස ක්‍රියාකරන ප්‍රතික්‍රියා සමහරක් පිළිබඳව අපි සලකා බැලුවෙමු. එම ප්‍රතික්‍රියාවල දී සල්ෆයිඩ් අයනය සල්ෆර් බවට ඔක්සිකරණය විය. එමෙන්ම  $\text{H}_2\text{S}$  ඔක්සිකාරකයක් ලෙස ද භාවිතා කළ හැකි බව සැලකිය යුතු අතර මෙහි දී  $\text{H}^+$  අයන හයිඩ්‍රජන් බවට ඔක්සිහරණය වේ. උදාහරණයක් ලෙස සෝඩියම් මගින්  $\text{H}_2\text{S}$  ඔක්සිහරණය කර හයිඩ්‍රජන් සහ සෝඩියම් සල්ෆයිඩ් ලබා දේ.



### හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් ඔක්සිහාරකයක් ලෙස

$\text{H}_2\text{S}$  හොඳ ඔක්සිහාරකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. සමහරක් උදාහරණ පහත ලැයිස්තු ගත කොට ඇත.

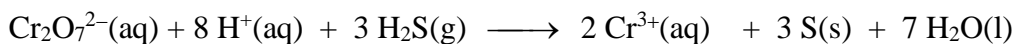
1.  $\text{H}_2\text{S}$  මගින් ක්ලෝරීන්, ක්ලෝරයිඩ් අයන බවට ඔක්සිහරණය කිරීම.



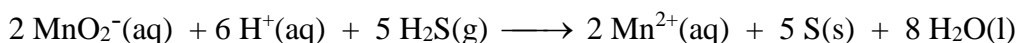
2.  $\text{H}_2\text{S}$  මගින් සල්ෆියුරික් අම්ලය,  $\text{S}$  සහ  $\text{SO}_2$  බවට ඔක්සිහරණය කිරීම. එමනිසා සාන්ද්‍ර  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  වියළීම සඳහා භාවිතා කළ නො හැක.



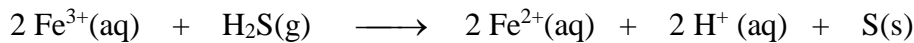
3. ආම්ලික ද්‍රාවණයක දී, ඩයික්‍රෝමේට් අයන  $\text{Cr}^{3+}$  බවට ඔක්සිහරණය වන අතර සල්ෆයිඩ් අයන  $\text{S}$  බවට ඔක්සිකරණය වේ.



4. ආම්ලික ද්‍රාවණයක දී පර්මැංගනේට් අයන  $\text{Mn}^{2+}$  අයන බවට ඔක්සිහරණය වේ.



5. ෆෙරික් අයන ෆෙරස් අයන බවට ඔක්සිහරණය කළ හැක.



ගුණාත්මක විශ්ලේෂණයේ දී, ලෝහ සල්ෆයිඩ් අවක්ෂේප කිරීම සඳහා  $\text{H}_2\text{S}$  භාවිතා කරයි.

### සාරාංශය

- 16 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය “chalcogens” නමින් හඳුන්වයි.
- පූර්ණ ලෝහය පොලොනියම් පමණක් වන අතර Te අර්ධ ලෝහයක් ද, ඔක්සිජන්, සල්ෆර් සහ සෙලීනියම් අලෝහ ද වේ.
- 16 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි පොදු ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^4$  වේ. මේවා -2 සිට +6 දක්වා ඔක්සිකරණ අවස්ථාවන් පවතී.
- සාමාන්‍යයෙන් මෙම මූලද්‍රව්‍යවල ප්‍රතික්‍රියාශීලීත්වය පහත අනුපිළිවෙලට අඩු වේ.  
 $\text{O} > \text{S} > \text{Se} > \text{Te}$
- පෘථිවි වායුගෝලයේ දෙවනුවට බහුලතම වායුව ඔක්සිජන් වේ. එය ද්‍රව වාතය භාගික ආසවනය මගින් ලබා ගනී.
- ඔක්සිජන් ප්‍රභා විච්ඡේදනයෙන් ඔක්සිජන් මුක්ත බණ්ඩක 2ක් ජනනය කරන අතර මේවා වෙනත් ඔක්සිජන් අණුවක් සමඟ එකතු වී ඕසෝන් සාදයි.
- කාමර උෂ්ණත්වයේදී “ඒකානති” සල්ෆර් ආකාරය සෙමෙන් “රොම්බසීය” ආකාරය බවට පත් වේ.
- ඤාර සහ ඤාරීය පාංශු ලෝහ, පෙරොක්සයිඩ් අයන,  $\text{O}_2^{2-}$  සමඟ ලෝහ පෙරොක්සයිඩ් සාදයි.
- සල්ෆර්, සල්ෆර් ඩයොක්සයිඩ්  $\text{SO}_2$  සහ සල්ෆර් ට්‍රයොක්සයිඩ්  $\text{SO}_3$  ලෙස ප්‍රධාන ඔක්සයිඩ් දෙකක් සාදයි.
- $\text{H}_2\text{SO}_3$  සහ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  සල්ෆර්හි පොදු ඔක්සෝ අම්ල 2 කි.
- සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනය ලොව විශාලතම රසායනික ක්‍රියාවලිය වේ. එහි භෞතික හා රසායනික ගුණ පිළිබඳව සාකච්ඡා කරන ලදී.
- සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනයට භාවිතා කරන ප්‍රධාන ක්‍රියාවලි දෙක වන්නේ  
(i) ස්පර්ශ ක්‍රමය                      (ii) ඊයම් කුටීර ක්‍රමය
- හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් අවර්ණ, විෂ සහිත වායුවකි. ක්ලෝරීන් එහි විෂ නාශකය (antitode) වේ.
- $\text{H}_2\text{S}$  ඔක්සිහාරකයක් වේ. ගුණාත්මක විශ්ලේෂණයේ දී ලෝහ සල්ෆයිඩ් අවක්ෂේප කිරීම සඳහා  $\text{H}_2\text{S}$  භාවිතා කරයි.  $\text{H}_2\text{S}$  ඔක්සිකාරකයක් ලෙස ද ක්‍රියා කරයි.



## අරමුණු

මෙම පාඩම අවසානයේ දී, ඔබට පහත සඳහන් දෑ කළ හැකි විය යුතු ය.

- ඔක්සිජන් සහ සල්ෆර් ස්වාභාවිකව පවතින ආකාර පිළිබඳ විස්තර කිරීමට,
- ඔක්සිජන් විද්‍යාගාරයේ පිළියෙල කිරීමට අදාළ ව රසායනික සමීකරණ ලිවීමට,
- 16 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි භෞතික ගුණ විශේෂයෙන් ද්‍රවාංක, තාපාංක සහ විද්‍යුත් සෘණතාවය විස්තර කිරීමට,
- මූලද්‍රව්‍යයක හෝ අයනයක බාහිර කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලිවීමට
- ඔක්සයිඩවල ගුණ විස්තර කිරීමට,
- සල්ෆියුරික් අම්ලය කාර්මික ලෙස නිෂ්පාදනය කිරීම සහ ප්‍රතික්‍රියා පැහැදිලි කිරීමට,
- සල්ෆියුරික් අම්ලයේ ගුණ විස්තර කිරීමට,
- සල්ෆියුරික් අම්ලයේ ප්‍රයෝජන ලැයිස්තු ගත කිරීමට,
- තයෝසල්ෆියුරික් අම්ලය පිළියෙල කිරීම සහ ප්‍රතික්‍රියා පැහැදිලි කිරීමට,
- H<sub>2</sub>S පිළියෙල කිරීම සහ ප්‍රතික්‍රියා පැහැදිලි කිරීමට,
- ජලයෙහි රසායනික සහ භෞතික ගුණ විස්තර කිරීමට.



## ක්‍රියාකාරකම

- 4.3  $\text{H}_2\text{S}$  සහ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  හි සල්ෆර්වල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසයන් ලියන්න.
- 4.4 ඔක්සිජන් විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථා පෙන්වයි. ඔක්සිජන්හි -2, -1, -1/2, 0 සහ +1 යන ඔක්සිකරණ අවස්ථාවන් සඳහා උදාහරණය බැගින් දෙන්න.
- 4.5  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NH}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  සහ  $\text{SO}_3^{2-}$  හි S වල ඔක්සිකරණ අංකය නිර්ණය කරන්න.
- 4.6 විද්‍යාගාරයේ දී ඔක්සිජන් නිපදවා ගැනීමට භාවිතා කරන ක්‍රම දෙකක් දෙන්න.
- 4.7 සල්ෆර්හි ස්වභාවික ප්‍රභව මොනවා ද?
- 4.8 සල්ෆර්හි ඔක්සිඅම්ල 3 ක නම් සහ අණුක සූත්‍ර දෙන්න.
- 4.9 සල්ෆර්වලට තිබිය හැකි ඔක්සිකරණ අංක මොනවා ද? උදාහරණය බැගින් දෙන්න.
- 4.10 සල්ෆියුරික් අම්ල නිෂ්පාදනයේ ස්පර්ශ ක්‍රමයේ අඩංගු ප්‍රධාන පියවර තුන මොනවා ද?
- 4.11 ඊයම් කුටීර ක්‍රමය කෙටියෙන් විස්තර කරන්න.
- 4.12  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  සහ  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  ව්‍යුහයන් අඳින්න.
- 4.13 සල්ෆියුරික් අම්ලයේ ප්‍රධාන ප්‍රයෝජන මොනවා ද?
- 4.14  $\text{H}_2\text{S}$  වියළීම සඳහා සාන්ද්‍ර සල්ෆියුරික් අම්ලය භාවිතා කළ නොහැක්කේ මන් ද?



# 5. 17 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය

F
Cl
Br
I
At

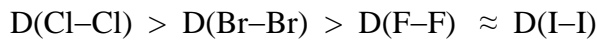
## හැඳින්වීම

පසුගිය පාඩම් හතරේ දී 13-16 දක්වා වූ කාණ්ඩයන්හි *p*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යවල රසායනික සහ භෞතික ගුණ පිළිබඳව අපි සාකච්ඡා කළෙමු. මෙම පාඩමේ දී, 17 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි (හෝ හැලජන පවුලේ මූලද්‍රව්‍ය) ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳව සාකච්ඡා කරන්නෙමු. මෙම පවුල **ෆ්ලෝරීන් (F), ක්ලෝරීන් (Cl), බ්‍රෝමීන් (Br), අයඩීන් (I), සහ ඇස්ටටීන් (At)** වලින් සමන්විත වේ. මෙම මූලද්‍රව්‍යවල පොදු ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^5$  වේ. මේවා ලෝහයක් වෙතින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගැනීමෙන් හෝ අලෝහයක් සමඟ පොදුවේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හවුලේ තබා ගැනීමෙන් ඊලඟ නිෂ්ක්‍රීය වායු වින්‍යාසය ලබා ගනී. එබැවින් මූලද්‍රව්‍ය සියල්ලම -1 ඔක්සිකරණ අංකය පෙන්වයි. ක්ලෝරීන්, බ්‍රෝමීන් සහ අයඩීන් වැඩි වශයෙන් ඔක්සි ඇනායන සහ අන්තර් හැලජන සංයෝගයන්හි +1, +3, +5 සහ +7 වැනි (+) ආරෝපිත ඔක්සිකරණ අංක පෙන්වයි. උදාහරණයක් ලෙස  $IF_5$  සහ  $IO_4^-$  හි අයඩීන්වල ඔක්සිකරණ අංකය +7 වේ. 17 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි සමහරක් භෞතික ගුණාංග පහත ඇති 5.1 වගුවේ දී ඇත. හැලජන ( $X_2$ ) අලෝහ වන අතර ඒවා ද්විපරමාණුක අණු ලෙස පවතී.

### 5.1 වගුව: 17 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි සමහරක් ගුණ

මූලද්‍රව්‍යයන්හි ගුණ	F	Cl	Br	I
පරමාණුක අරය/pm	64	99	111	128
අරය $r(X^-)$ / pm	133	181	196	219
පළමු අයනීකරණ ශක්තිය $IE_1(X)/kJmol^{-1}$	1681	1251	1140	1010
පෝලිනස් විද්‍යුත් සාණතාවය	4.0	3.0	2.8	2.5
බන්ධන විසන්ධන ශක්තිය $D(X-X)/kJmol^{-1}$	158	243	193	151
ද්‍රවාංකය / °C	-220	-101	-7	114
තාපාංකය / °C	-188	-34	58	183
ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය	$[He]2s^22p^5$	$[Ne]3s^23p^5$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^5$	$[Kr]4d^{10}5s^25p^5$

කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත්ම සහසංයුජ අරය සහ හේලයිඩ අයනයේ (X<sup>-</sup>) අයනික අරය වැඩිවේ. කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත් ම අයනීකරණ ශක්තිය සහ විද්‍යුත් සෘණතාවයන් ද අඩු වේ. හැලජන අණු X<sub>2</sub> හි බන්ධන විඝටන ශක්තීන් ද D(X-X) පහත දැක්වෙන ලෙස අඩු වේ.

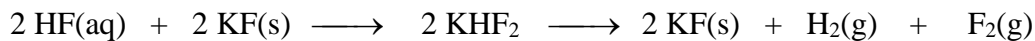


ෆ්ලෝරීන් සඳහා අඩු අගයක් ලැබීමට හේතු වන්නේ කෙටි F-F දුරක් හරහා පවතින බන්ධනය නොවූ ඉලෙක්ට්‍රෝන අතර පවත්නා විකර්ශනය යි.

කාමර උෂ්ණත්වයේ දී, ෆ්ලෝරීන් ලා කහ පැහැති වායුවක් ද, ක්ලෝරීන් කොළ පැහැයට හුරු කහ පැහැති වායුවක් ද, බ්‍රෝමීන් රතු පැහැති ද්‍රවයක් ද, අයඩීන් කළු පැහැති ඝනයක් ද වේ. අයඩීන් ද්‍රාවණයක් දමී පැහැති ය.

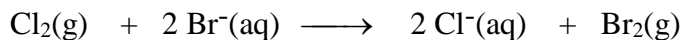
### 5.1 පැවැත්ම සහ නිස්සාරණය

බනිජමය ෆ්ලෝරොස්පාර් (Fluorspar) CaF<sub>2</sub>, ක්‍රයොලයිට් (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>), ෆ්ලෝරෝඇපටයිට් (CaF<sub>2</sub>·3Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) හි ෆ්ලෝරීන් පවතී. නිර්ජලීය හයිඩ්‍රජන් ෆ්ලෝරයිඩ්හි දිය කරන ලද KF විද්‍යුත් විච්ඡේදනයෙන් මූලද්‍රව්‍යමය ෆ්ලෝරීන් ලබාගත හැක.



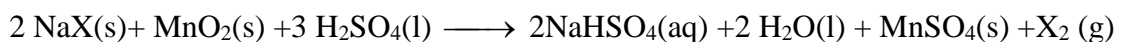
ක්ලෝරීන් NaCl ලෙස පවතී. ජලීය NaCl විද්‍යුත් විච්ඡේදනයෙන් මූලද්‍රව්‍යමය ක්ලෝරීන් ලබා ගන්නා අතර අතුරු ඵලයක් ලෙස NaOH නිපදවේ.

මුහුදු ජලයේ බ්‍රෝමයිඩ අයන (ඉතා අඩු සාන්ද්‍රණ) පවතින අතර ක්ලෝරීන් හා ප්‍රතික්‍රියාවෙන් Br<sub>2</sub> ලබා ගනී.

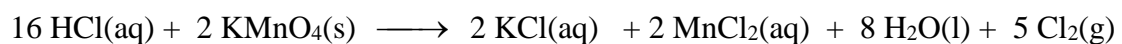


අයඩීන්, සෝඩියම් අයඩේට් (NaIO<sub>3</sub>) ලෙස හමුවන අතර, ඔක්සිහරණයෙන් I<sub>2</sub> ලබා ගත හැකි ය.

විද්‍යාගාරයේ දී අදාළ ලෝහ හේලයිඩය, MnO<sub>2</sub> සහ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> සමඟ රත් කිරීමෙන් Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub> සහ I<sub>2</sub> පිළියෙල කර ගත හැකි ය.

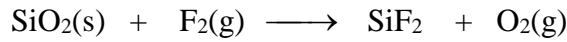


KMnO<sub>4</sub> හෝ MnO<sub>2</sub>, සාන්ද්‍ර HCl සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ක්ලෝරීන් වායුව නිපදවා ගත හැක.

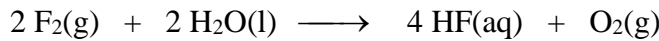


## 5.2 හැලෂනවල ප්‍රතික්‍රියා

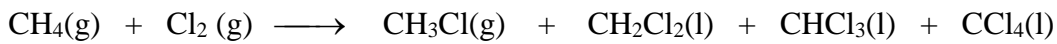
ෆ්ලෝරීන් වඩාත් ම විද්‍යුත් සෘණ මූලද්‍රව්‍යය සහ ප්‍රබල ඔක්සිකාරකයක් වේ. ෆ්ලෝරීන් වඩාත් ප්‍රතික්‍රියාශීලී වන අතර බොහෝ මූලද්‍රව්‍ය සමඟ සංයෝග සාදයි. එය විදුරු සහ ක්වාට්ස් සමඟ ද ප්‍රතික්‍රියා කරයි.



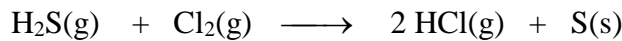
ෆ්ලෝරීන් ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ඔක්සිජන් ලබා දේ.



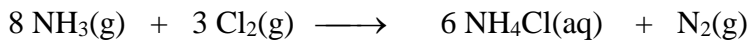
ක්ලෝරීන් හයිඩ්‍රජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් ලබා දේ. මෙම ප්‍රතික්‍රියාව අඳුරේ දී සෙමින් සිදුවන නමුත් හිරු එළිය ඇතිවිට පුපුරන සුළු ය. මිනෙන් සමඟ ක්ලෝරීන් ප්‍රතික්‍රියා කර ක්ලෝරොකාබන සංයෝග මිශ්‍රණයක් ලබා දේ.



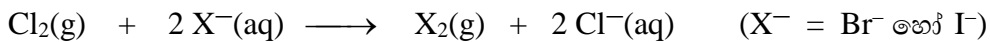
ක්ලෝරීන් ඔක්සිකාරකයක් ලෙස ක්‍රියා කරමින්  $\text{H}_2\text{S}$ , සල්ෆර් බවට ඔක්සිකරණය කරයි.



$\text{NH}_3$  සමඟ  $\text{Cl}_2$  ප්‍රතික්‍රියාවෙන් නයිට්‍රජන් පිට වේ.



බ්‍රෝමයිඩ් සහ අයඩයිඩ් ජලීය ද්‍රාවණයකින් බ්‍රෝමීන් සහ අයඩීන් විස්ථාපනය කිරීමට ක්ලෝරීන්ට හැකියාවක් ඇත.



$\text{Cl}_2$ , ජලය තුළින් යැවීමෙන්  $\text{HCl}$  සහ  $\text{HClO}$  මිශ්‍රණයක් ලබා දේ.



මෙම ද්‍රාවණය, සාමාන්‍යයෙන් “ක්ලෝරීන් දියරය” ලෙස හඳුන්වන අතර ඔක්සිකාරකයක් ලෙස භාවිතා වේ. හිරු එළිය ඇතිවිට  $\text{HClO}$  විශෝජනය වී ඔක්සිජන් සහ  $\text{HCl}$  ලබා දේ.

ක්ලෝරීන්,  $\text{NaOH}$  වැනි හෂ්ම සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර විවිධ තත්ත්වයන් යටතේ දී විවිධ ඵල ලබා දේ. සිසිල් කරන ලද  $\text{NaOH}$  ද්‍රාවණයක් තුළින් ක්ලෝරීන් යැවීමෙන් සෝඩියම් හයිපොක්ලෝරේට් ලබා දේ.

සිසිල් කිරීම

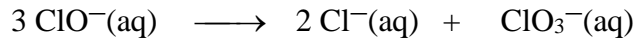


මෙම ද්‍රාවණය සාමාන්‍යයෙන් විරූපනකාරකයක් ලෙස (නීන්ත විවර්ණ කිරීමට) භාවිතා කරන අතර සමහර අවස්ථාවන්හි දී “Milton” ලෙස වාණිජමය වශයෙන් අලෙවි කරනු ලැබේ.

$\text{NaOH}$  උණු ද්‍රාවණයක් තුළින් ක්ලෝරීන් යැවූ විට සෝඩියම් ක්ලෝරේට් නිපදවේ.



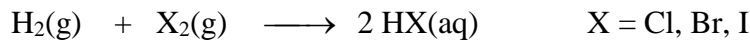
මූල දී ඇති වූ හයිපොක්ලෝරයිට්, උණුසුම් තත්ත්ව යටතේ දී ක්ලෝරේට් බවට පරිවර්තනය වේ.



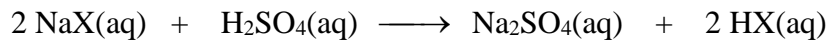
### 5.3 හැලජනවල හයිඩ්‍රයිඩ්

සියලු ම හයිඩ්‍රජන් හේලයිඩ් හඳුනාගෙන ඇති අතර කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත්ම ස්ථායීතාවය අඩුවේ. පිළියෙල කිරීමේ ක්‍රම කිහිපයක් පහත දී ඇත.

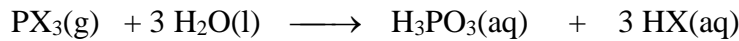
- (i) හයිඩ්‍රජන් සහ හැලජන කෙළින් ම සංයෝජනය වීමෙන් හයිඩ්‍රජන් ෆ්ලෝරයිඩ්, HF මේ ආකාරයට පිළියෙල කරගත නො හැක.



- (ii) හේලයිඩය, සාන්ද්‍ර  $\text{H}_2\text{SO}_4$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන්

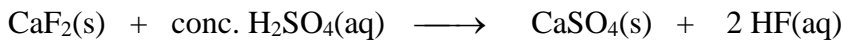


- (iii) සහසංයුජ හේලයිඩ් ( $\text{X} = \text{Br or I}$ )

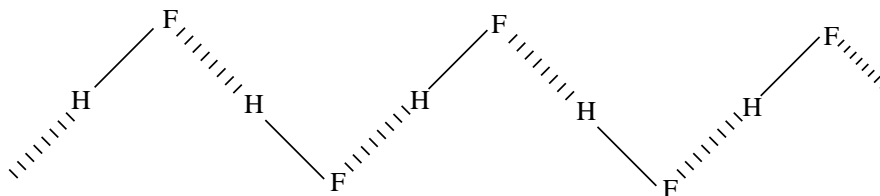


ෆ්ලෝරීන්වල වඩාත් ම වැදගත් සංයෝගය HF වේ. අවර්ණ, සුදුම ද්‍රවයක් වන මෙය දරුණු පිළිස්සීම් ඇති කරයි. තෙතමනය ඇති විට විදුරු සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

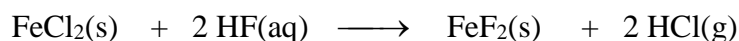
මෙය සාමාන්‍යයෙන් සාන්ද්‍ර  $\text{H}_2\text{SO}_4$  අම්ලය,  $\text{CaF}_2$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් පිළියෙල කර ගනු ලැබේ.



HF විදුරු මත ක්‍රියා කරන බැවින් මෙම ප්‍රතික්‍රියාව සාමාන්‍යයෙන් ඊයම් බඳුනක් තුළ සිදු කරයි. ද්‍රව අවස්ථාවේ දී, හයිඩ්‍රජන් බන්ධන ( $\text{H} \cdots \text{F}$ ) විශාල සංඛ්‍යාවක් ඇති කරයි. එබැවින් HF හි තාපාංකය අනෙකුත් හයිඩ්‍රජන් හේලයිඩ්වලට වඩා විශාල වේ.

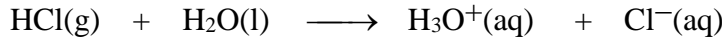


HF, ලෝහ හේලයිඩ් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් බොහෝමයක් ෆ්ලෝරයිඩ් පිළියෙල කරගනු ලැබේ. උදාහරණයක් ලෙස

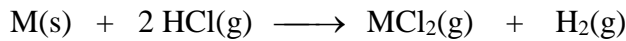


## හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ්

හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් අවර්ණ වායුවක් වන අතර තෙතමනය සහිත වාතයේ දී දුමාර පිට කරයි. ජලීය ද්‍රාවණයක දී මෙය අම්ලයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

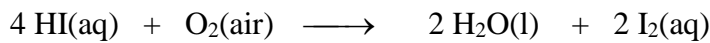


Na වැනි ප්‍රතික්‍රියාශීලී ලෝහ HCl වායුව තුළ දී දහනය වී NaCl සහ H<sub>2</sub> ලබා දේ. ලෝහ හේලයිඩ් සාමාන්‍යයෙන් නිපදවාගනු ලබන්නේ Zn සහ Fe වැනි රත් කරන ලද ලෝහ මතින් HCl වායුව යැවීමෙනි.



සාන්ද්‍ර HCl යනු හයිඩ්‍රජන් ක්ලෝරයිඩ් 40% (w/w) පමණ සමන්විත ජලීය ද්‍රාවණයකි. එය ලෝහ හා ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ලෝහ හේලයිඩ් සහ හයිඩ්‍රජන් ලබා දෙන ඒක භාෂ්මික අම්ලයකි.

HBr සහ HI දෙක ම ජලීය ද්‍රාවණයක දී ප්‍රබල අම්ලයක් ලෙස හැසිරේ. HI ඔක්සිජන් ඇති විට සෙමින් ඔක්සිකරණය වේ.



## 5.4 ක්ලෝරයිඩ්, බ්‍රෝමයිඩ් සහ අයඩයිඩ්

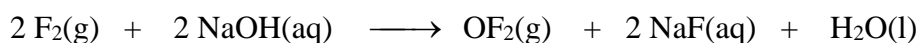
වඩා විද්‍යුත් ධන ලෝහ අයනික ක්ලෝරයිඩ් (උදා: NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> යනාදී ලෙස) සාදන අතර C, S සහ P වැනි අලෝහ, වාෂ්පශීලී ද්‍රවයන් ලෙස සහසංයුජ ක්ලෝරයිඩ් ලබා දේ. Al, Pb, Fe වැනි අනෙකුත් ක්ලෝරයිඩ්, අයනික සහ සහසංයුජ ලක්ෂණ අතර වූ ගුණ පෙන්වයි. වඩා වැඩි ඔක්සිකරණ අවස්ථාවන්හි වූ ලෝහ අයන සහසංයුජ ක්ලෝරයිඩ් ඇති කරයි. උදා: SnCl<sub>4</sub> සහ PbCl<sub>4</sub>

බ්‍රෝමයිඩ් සහ අයඩයිඩ්වල රසායනය, ක්ලෝරයිඩ්හි රසායනයට සමාන වන නමුත් ඒවා සහසංයුජ වන අතර ක්ලෝරයිඩ්වලට වඩා පහසුවෙන් වියෝජනය වේ.

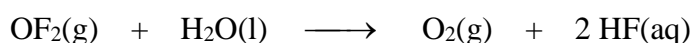
## 5.5 හැලජන ඔක්සයිඩ්

සියලු ම හැලජන, ඔක්සයිඩ් ඇති කරන අතර ඒවා ඔක්සිකාරක වේ. අයඩ්හි ඔක්සයිඩ් වඩාත් ස්ථායී වන අතර බ්‍රෝමීන්හි ඔක්සයිඩ් අඩු ම ස්ථායීතාවයකින් යුක්ත ය.

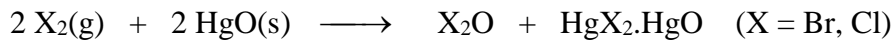
ෆ්ලෝරීන්, ක්ලෝරීන් සහ බ්‍රෝමීන්හි හැලජන ඔක්සයිඩය වන X<sub>2</sub>O හඳුනාගෙන ඇත. ඔක්සිජන් ඩයිෆ්ලෝරයිඩ් OF<sub>2</sub> ස්ථායීතාවයෙන් අඩුවන අතර F<sub>2</sub>, තනුක NaOH සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් පිලියෙල කරගනු ලැබේ.



ඔක්සිජන් ඩයිෆ්ලෝරයිඩ් OF<sub>2</sub> ජලය, ඔක්සිජන් බවට ඔක්සිකරණය කරයි.



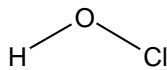
Cl<sub>2</sub> සහ Br<sub>2</sub>, HgO සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් ක්ලෝරීන් ඔක්සයිඩ් (Cl<sub>2</sub>O) සහ බ්‍රෝමීන් ඔක්සයිඩ් (Br<sub>2</sub>O) පිළියෙල කර ගත හැකි ය.



ClO<sub>2</sub>, යනු කහ පැහැති වායුවකි (අධික සාන්ද්‍රණ යටතේ දී පුපුරණ සුළු වේ). KClO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> හෝ ඔක්සලික් අම්ලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් එය පිළියෙල කර ගත හැකි ය.

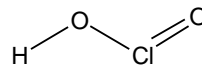
## 5.6 හැලජනවල ඔක්සෝ අම්ල සහ ඔක්සෝ ඇනායන

ක්ලෝරයිඩවල ඔක්සෝ අම්ල පහත දී ඇත. HOCl, HClO<sub>2</sub>, HClO<sub>3</sub> සහ HClO<sub>4</sub> යන ඔක්සෝ අම්ලයන්හි ක්ලෝරීන්වල ඔක්සිකරණ, අංකයන් පිළිවෙළින් +1, +3, +5 සහ +7 වේ.



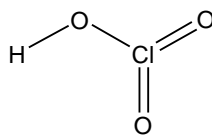
Hypochlorous(I) acid

හයිපොක්ලෝරස්(I) අම්ලය



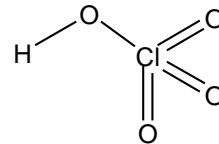
Chloric(III) acid

ක්ලෝරික්(III) අම්ලය



Chloric(V) acid

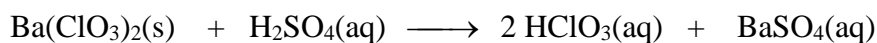
ක්ලෝරික්(V) අම්ලය



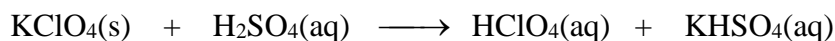
Chloric(VII) acid

ක්ලෝරික්(VII) අම්ලය

ක්ලෝරීන් වායුව ජලය තුළින් යැවූ විට HOCl ලැබේ. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> සහ Ba(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, අතර ප්‍රතික්‍රියාවෙන් HClO<sub>3</sub> ඇති වේ.



KClO<sub>4</sub>, සාන්ද්‍ර H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ප'ක්ලෝරික් අම්ලය (HClO<sub>4</sub>) පිළියෙල කරගනු ලැබේ.



## 5.7 අන්තර් හැලජන සංයෝග

හැලජන එකිනෙක හා ප්‍රතික්‍රියාවෙන් අන්තර් හැලජන සංයෝග ඇති කරයි. BrF, ICl සහ ClF වැනි ද්විපරමාණුක අන්තර් හැලජන සංයෝග සංශුද්ධ හැලජනවලට යම් තරමක සමානතාවයක් දක්වයි. ද්විපරමාණුක අන්තර් හැලජන සංයෝගවල ගුණ ඒවායේ හැලජන සමඟ අතරමැදි ලක්ෂණ පෙන්වයි.

## 5.8 ප්‍රයෝජන

ක්ලෝරීන් සහ බ්‍රෝමීන් පානීය ජලය, ජල තටාක, අළුත් තුවාල, භාජන සහ පෘෂ්ඨ සඳහා විෂබීජ නාශකයක් ලෙස භාවිතා කෙරේ. මේවා ජීවානුහරණය (sterilization) නම් ක්‍රියාවලියක් මගින් බැක්ටීරියා සහ අනෙක් අහිතකර ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් විනාශ කරයි. ක්ලෝරීන් ජලයේ දී අවම ද්‍රාව්‍යතාවයක් දක්වන අතර, 1% ක් පමණ දිය වෙමින් 9.6 °C (49.3 °F) දී උපරිම ද්‍රාව්‍යතාවක් දක්වයි. ද්‍රාවණය වූ ක්ලෝරීන් ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරමින් HCl සහ HOCl ඇති කරයි. බොහොමයක් රෙදිපිලි විරූපනකාරකයන්හි සක්‍රීය සංඝටකය සෝඩියම් හයිපොක්ලෝරයිට් වේ.

### සාරාංශය

- හැලජන අලෝහ වන අතර ඒවා ද්විපරමාණුක අණු ලෙස පවතී.
- පොදු ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^5$  වේ. එබැවින් සෑම හැලජනයක් ම -1 ඔක්සිකරණ අංකය පෙන්වයි.
- හැලජන අණුවල බන්ධන විඝටන ශක්තීන් ,  $D(X-X)$  පහත අනුපිළිවෙලට අඩු වේ.  
 $D(Cl-Cl) > D(Br-Br) > D(F-F) \approx D(I-I)$
- කාමර උෂ්ණත්වයේ දී, ෆ්ලෝරීන් සහ ක්ලෝරීන් කහ-කොළ පැහැති වායූන් ද, බ්‍රෝමීන් රතු පැහැති ද්‍රවයක් ද, අයඩින් කළු පැහැති ඝනකයක් ද වේ. අයඩින් ද්‍රාවණයක් දම පැහැති ය.
- අදාළ ලෝහ හේලයිඩය  $MnO_2$  සහ  $H_2SO_4$  සමඟ රත් කිරීමෙන් විද්‍යාගාරයේ දී  $Cl_2$ ,  $Br_2$  සහ  $I_2$  පිළියෙල කර ගත හැකිය.
- ෆ්ලෝරීන් වඩාත් ම විද්‍යුත් ඍණ මූලද්‍රව්‍යය වන අතර ප්‍රබල ඔක්සිකාරකයක් වේ. ෆ්ලෝරීන් ඉතා ප්‍රතික්‍රියාශීලී වන අතර බොහෝ මූලද්‍රව්‍ය සමඟ සංයෝග ඇති කරයි.
- ෆ්ලෝරීන්, ක්ලෝරීන් සහ බ්‍රෝමීන්හි හැලජන ඔක්සයිඩ්  $X_2O$  ලෙස හඳුනා ගෙන ඇත. වඩාත් ම අස්ථායී සංයෝගය ඔක්සිජන් ඩයිෆ්ලෝරයිඩ්  $OF_2$  වන අතර එය පිළියෙල කරගනු ලබන්නේ  $F_2$ , තනුක  $NaOH$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර විමෙනි.
- $Cl_2$  හෝ  $Br_2$ ,  $HgO$  සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් ක්ලෝරීන් ඔක්සයිඩ් ( $Cl_2O$ ) සහ බ්‍රෝමීන් ඔක්සයිඩ් ( $Br_2O$ ) පිළියෙල කර ගත හැකි ය.
- බ්‍රෝමයිඩ් සහ අයඩයිඩ් ජලීය ද්‍රාවණවලින් පිළිවෙළින් බ්‍රෝමීන් සහ අයඩින් විස්ථාපනය කිරීමට ක්ලෝරීන්ට හැකි ය.
- ක්ලෝරීන්හි ඔක්සෝ අම්ල වන  $HOCl$ ,  $HClO_2$ ,  $HClO_3$  සහ  $HClO_4$  හි ක්ලෝරීන්වල ඔක්සිකරණ, අංකයන් පිළිවෙළින් +1, +3, +5 සහ +7 වේ.
- $BrF$ ,  $ICl$  සහ  $ClF$  යන ද්විපරමාණුක අන්තර් හැලජන සංයෝග හඳුනා ගෙන ඇත.



## අරමුණු

මෙම පාඩම අවසානයේ දී පහත සඳහන් දේ කිරීමට ඔබට හැකි විය යුතු ය.

- හැලපනවල පැවැත්ම සහ පිළියෙල කිරීමට අදාළ රසායනික සූත්‍ර පැහැදිලි කිරීමට,
- හැලපනවල භෞතික ගුණාංග විස්තර කිරීමට,
- හැලපන සහ ඒවායේ අයනවල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලිවීමට,
- හැලපනවල ප්‍රතික්‍රියා සහ ප්‍රයෝජන විස්තර කිරීමට.

---

## ක්‍රියාකාරකම

---

- 5.1  $\text{CH}_2\text{O}$  හි ක්ලෝරීන්වල බාහිර කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය කුමක් ද?
  - 5.2. ෆ්ලෝරීන්හි පළමුවන අයනීකරණ ශක්තිය, ක්ලෝරීන්හි එම අගයට වඩා වැඩිය. පහදන්න.
  - 5.3 ෆ්ලෝරීන්හි බන්ධන විඝටන ශක්තිය ක්ලෝරීන්හි එම අගයට වඩා අඩුය. පහදන්න.
  - 5.4 කාර්මිකව ක්ලෝරීන් නිෂ්පාදනය කරන්නේ කෙසේ ද?
  - 5.5 වියළි ක්ලෝරීන්, වියළි ලිම්පස් කඩදාසි විරූපනය නො කරන නමුත් පහසුවෙන් තෙත ලිම්පස් කඩදාසි විරූපනය කරයි. පහදන්න.
  - 5.6 ක්ලෝරීන් සහ හයිඩ්‍රජන් අතර ප්‍රතික්‍රියා සීඝ්‍රතාවය හිරු එළිය මගින් වැඩි කරන්නේ කෙසේ ද?
  - 5.7 “මිල්ටන් (Milton)” හි සක්‍රීය සංඝටකය කුමක් ද?
  - 5.8 ක්ලෝරීන් වායුව, ක්ලෝරේට්ට බවට පත් කරන්නේ කෙසේ ද?
  - 5.9 ජලීය ද්‍රාවණයක අයඩයිඩ් අයන ඇති බව තහවුරු කරන්නේ කෙසේ ද?
-



## 6. 18 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය

He
Ne
Ar
Kr
Xe
Rn

### හැඳින්වීම

18 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය හැරුණු කොට *s*- සහ *p*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනික සහ භෞතික ගුණ පිළිබඳව අපි මෙතෙක් අධ්‍යයනය කළෙමු. නිෂ්ක්‍රීය වායුවල රසායනය මෙම පාඩමේ දී සාකච්ඡා කරනු ඇත.

18 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය සාමාන්‍යයෙන් නිෂ්ක්‍රීය වායු ලෙස හඳුන්වන අතර මෙම කාණ්ඩයට හීලියම් (He), නියෝන් (Ne), ආරගන් (Ar), ක්‍රිප්ටන් (Kr), සෙනොන් (Xe) සහ රේඩෝන් (Rn) ඇතුළත් වේ. මෙම මූලද්‍රව්‍ය නිෂ්ක්‍රීය වායු ලෙස හඳුන්වන්නේ මේවා රසායනික ව වඩාත් ප්‍රතික්‍රියාශීලී නොවන නිසා ය. මෙම වායුන් වායුගෝලයේ සහ පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ ඉතාමත් සුළු ප්‍රමාණවලින් හමුවන බැවින් මේවා “විරල වායුන්” ලෙස ද හඳුන්වයි. මේවා සියල්ල ඒකපරමාණුක, අවර්ණ, අගන්ධ වායුන් ය. රේඩෝන් විකිරණශීලී වේ.

1869 දී සකසන ලද මෙන්ඩලීව්ගේ ආවර්තිතා වගුවේ නිෂ්ක්‍රීය වායුන් අන්තර්ගත නොවිණි. මන්ද එවකට නිෂ්ක්‍රීය වායුන් පිළිබඳ අනාවරණය කර ගෙන නොතිබූ බැවිනි. ප්‍රථම වරට වෙන් කර ගත් නිෂ්ක්‍රීය වායුව ආරගන් වන අතර එය 1895 දී ශ්‍රීමත් රැම්සේ විසින් සිදු කරන ලදී. මෙම ඒකපරමාණුක වායුන් අතර දුබල වැන්ඩර්වාල්ස් (van der Waals) බල පවතින බැවින් ඒවායේ තාපාංක සහ වාෂ්පීකරණ තාපයන් ඉතා අඩු අගයන් ගනී.

පෘථිවි වායුගෝලයේ මෙම වායුන් හි පැවැත්ම 1% වඩා අඩුවන අතර ප්‍රධාන වශයෙන් K-40 හි විකිරණශීලී ක්ෂය වීමෙන් ලැබෙන Ar-40 පවතී. උදාහරණයක් ලෙස වායුගෝලීය වාතයේ සෑම ලීටර මිලියනයකටම හීලියම් ලීටර 5 ක් ඇතුළත් වේ. එහෙත් හයිඩ්‍රජන් හැරුණුකොට විශ්වයේ සුළභතම මූලද්‍රව්‍ය හීලියම් වේ. තාරකාවල හරයේ (core of stars) අධික උෂ්ණත්ව යටතේ ඩියුටීරියම් විලයනය වීමෙන් හීලියම්-4 නිපද වේ. පෘථිවි වායුගෝලයේ නිෂ්ක්‍රීය වායුන් හි පරිමා වශයෙන් සුළභතාව 6.1 වගුවේ දැක්වේ.

6.1 වගුව: නිෂ්ක්‍රීය වායූන්හි සුලභතාව

මූලද්‍රව්‍ය	සුලභතාව%
He	0.0005
Ne	0.00123
Ar	0.932
Kr	0.0001
Xe	0.000009
Rn	-

6.1 පැවැත්ම සහ නිෂ්සාරණය

එක්සත් රාජධානියේ සමහර පෙට්‍රෝලියම් ආකරවලින් ලබා ගන්නා ස්වභාවික වායූන් හීලියම් ලබාදෙන වඩාත් ම වැදගත් ප්‍රභවය යි. මෙම ස්වභාවික වායු මිශ්‍රණයෙහි 8% ක් පමණ හීලියම් අඩංගු වේ. ස්වභාවික වායු මිශ්‍රණය  $-200\text{ }^\circ\text{C}$  ට වඩා අඩු උෂ්ණත්වයකට සිසිල් කිරීමෙන් හීලියම් වෙන්කර ගත හැකි ය. මෙම උෂ්ණත්වයේ දී අනෙක් සියලු ම වායූන් (නයිට්‍රජන් සහ ඔක්සිජන් ඇතුළත්ව) ද්‍රව තත්වයේ පවතී. හීලියම්වලට ඉතා අඩු තාපාංකයක් ( $-269\text{ }^\circ\text{C}$ ) ඇති බැවින් වායුමය හීලියම් වෙන් කර ගත හැකි ය. අනෙක් සියලු ම විරල වායූන්, ද්‍රව වාතය භාගික ආසවනය කිරීමෙන් ලබා ගත හැකි ය. මෙම නිෂ්ක්‍රීය වායූන්ගේ තාපාංක කාණ්ඩය ඔස්සේ පහළට යත් ම සෙමෙන් වැඩි වේ. එබැවින් භාගික ආසවනයේ දී බරින් අඩු සැහැල්ලු වායූන් පළමුවත්, ඉන්පසුව බරින් වැඩි වායූන් ද ලැබේ. රේඩියම්හි විකිරණශීලී ක්ෂය වීමේ දී අතුරු ඵලයක් ලෙස හීලියම් ද ලැබේ. රෙඩෝන් ද විකිරණශීලී වන අතර අර්ධජීව කාලය දින 4 කි. එය ක්ෂය වීමෙන් පොලෝනියම් බවට පත් වේ.

6.2 නිෂ්ක්‍රීය වායූන්ගේ ගුණ

නිෂ්ක්‍රීය වායු කුඩා උෂ්ණත්ව පරාසයක් තුළ ද්‍රව ලෙස පවතියි. ද්‍රව අවස්ථාවේ දී පරමාණු අතර ආකර්ෂණ බල තිබීම, ඒවා සනීභවනය කළ හැකි වීමට හේතු වේ. මෙම බල ඉතා දුබල වන අතර ඒවා වැන්ඩර්වැල්ස් (van der Waals) බල ලෙස හඳුන්වයි. ජීවනයක් යෙදවීමෙන් හීලියම් සහ අවස්ථාවට පත් කළ හැකි ය. නිෂ්ක්‍රීය වායූන්ගේ සමහරක් භෞතික ගුණාංග වගුව 6.2 හි දී ඇත.

6.2 වගුව: නිෂ්ක්‍රීය වායූන්ගේ සමහරක් භෞතික ගුණාංග

මූලද්‍රව්‍ය	He	Ne	Ar	Kr	Xe
පරමාණුක අරය/nm	0.128	0.160	0.174	0.189	0.218
ප්‍රථම අයනීකරණ ශක්තිය/ $\text{kJmol}^{-1}$	2372	2081	1521	1350	1170
තාපාංකය/ $^\circ\text{C}$	-269	-249	-186	-152	-109
ද්‍රවාංකය/ $^\circ\text{C}$		-249	-189	-157	-112
ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය	$1s^2$	$[\text{He}]2s^2 2p^6$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^6$	$[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^6$	$[\text{Kr}]4d^{10} 5s^2 5p^6$

Ne, Ar, Kr, Xe සහ Rn හි පොදු ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $ns^2np^6$  වේ (අවසාන කවචයේ මුළු ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන 8 කි). He හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය  $1s^2$  වේ. මේ අනුව සියලු ම නිෂ්ක්‍රීය වායුන්ගේ අවසාන කවචයේ උපරිම ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවක් දරන බැවින් නිෂ්ක්‍රීය වායු පරමාණු එකිනෙක සමඟ සංයුක්ත නො වේ. (ද්විපරමාණුක වායු අණු සෑදීම සඳහා) එසේ ම ඒවා අනෙක් මූලද්‍රව්‍ය සමඟ ද පහසුවෙන් සංයුක්ත නො වේ. මෙම හේතූන් මත මේවා “නිෂ්ක්‍රීය” (inert) වායුන් ලෙස හඳුන්වයි. නිෂ්ක්‍රීය වායුන්ගේ ද්‍රවාංක සහ තාපාංක ආවර්තිතා වගුවේ පහළට යාමේ දී වැඩි වේ. සියලු මූලද්‍රව්‍ය අතරින් හීලියම් සතුව අඩු ම තාපාංකය පවතින අතර එය හිමායනය කළ නො හැක. හයිඩ්‍රජන් ට පසුව අඩු ම ඝනත්වයක් සහිත මූලද්‍රව්‍යය වනුයේ හීලියම් ය.

**ප්‍ර:** Kr හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය කුමක් ද?

**පි:**  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

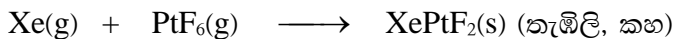
නිෂ්ක්‍රීය වායුන්ගේ ස්ථායීතාවය බාහිරත ම කවචයේ (හෝ අවසාන කවචයේ) ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව අනුව, එනම් සම්පූර්ණයෙන් පිරුණු  $s$  සහ  $p$  උපකවච සහිත  $ns^2np^6$  ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය නිසා ඇති වන්නක් ලෙස සිතන්න.

මෙම නිරීක්ෂණය නිෂ්ක්‍රීය වායු නියමය, එනම් සෑම පරමාණුවක් ම වඩාත් ම ආසන්න නිෂ්ක්‍රීය වායු වින්‍යාසය හෝ අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන අෂ්ඨකය (8) ළඟා කර ගැනීමට සංයුක්ත වේ. උදාහරණයක් ලෙස මීතේන්,  $CH_4$  හි කාබන් වටා ඉලෙක්ට්‍රෝන 8 ක් ද,  $H_2O$  හි, ඔක්සිජන් වටා ඉලෙක්ට්‍රෝන 8 ක් ද වෙති.

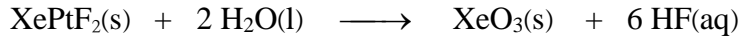
**නිෂ්ක්‍රීය වායුන්හි සංයෝග**

ෆ්ලෝරීන් සහ ඔක්සිජන් සමඟ නිෂ්ක්‍රීය වායුන් සමහරක් ප්‍රතික්‍රියා කරන බව තහවුරු වී ඇත. හීලියම් සහ නියෝන් වෙනත් කිසිදු මූලද්‍රව්‍යයක් සමඟ සම්බන්ධ නොවේ. මෙම කොටසේ දී සෙනෝන් හි රසායනය පිළිබඳව කෙටියෙන් සලකා බලනු ලැබේ. සෙනෝන් හි පළමු අයනීකරණ ශක්තිය  $1170 \text{ kJ mol}^{-1}$  වන අතර එය හයිඩ්‍රජන් හි පළමු අයනීකරණ ශක්තිය වන  $1311 \text{ kJ mol}^{-1}$  ට වඩා අඩු අගයන් ගනී. එම නිසා සෙනෝන් ප්‍රබල ඔක්සිකාරක මගින් ඔක්සිකරණය කළ හැකි ය.

වර්ෂ 1962 දී, Bartlett විසින් ප්‍රථම වරට Xe, වායු අවස්ථාවේ පවතින ජ්‍යෙෂ්ඨතම් හෙක්සාෆ්ලුවොරයිඩ්  $PtF_6$  සමඟ කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් ප්‍රථම නිෂ්ක්‍රීය වායු සංයෝගය නිපදවන ලදී.

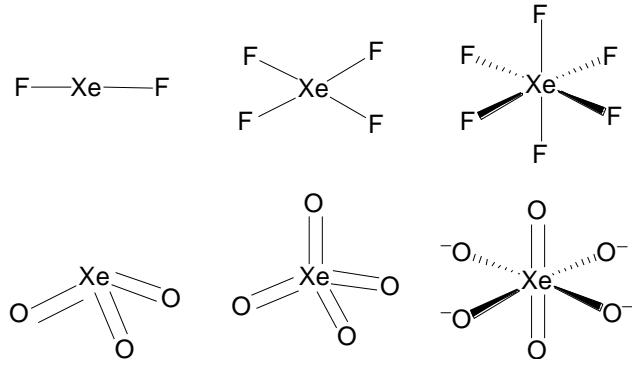


සෙනෝන් ෆ්ලුවොරීන් සමඟ වැඩි පීඩන තත්ත්ව යටතේ ප්‍රතික්‍රියා කොට  $XeF_2$ ,  $XeF_4$  හෝ  $XeF_6$  ලබා දේ. සෑදෙන ඵලය යොදා ගන්නා පරීක්ෂණ තත්ත්වයන් මත රඳා පවතී.  $XeF$  සහ  $XeF_3$  යන සංයෝග ද වාර්තා වී ඇත.  $XeF_2$  සුදු පැහැති ඝනකයක් වන අතර කාමර උෂ්ණත්වයේ දී Xe සහ  $F_2$  මිශ්‍රණයක් රසදිය ලාම්පුවක් වෙතින් එන ආලෝකයට නිරාවරණය කිරීමෙන් මෙය රසායනික ව නිෂ්පාදනය කරනු ලැබේ.

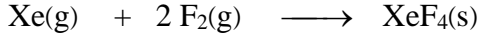


සෙනෝන් ට්‍රයොක්සයිඩ්, සෝඩියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් සමඟ ස්ටොයිකියෝමිතිකව ප්‍රතික්‍රියා කිරීමෙන් ප'සෙනෙට් ( $\text{XeO}_6^{4-}$ ) අයනය ලබා ගත හැක.

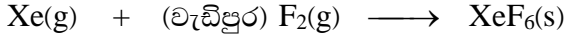
උදාසීන Xe සංයෝගයක් වන  $\text{XeO}_4$  චතුශ්‍රීතලීය හැඩයෙන් යුක්ත වන අතර කාමර උෂ්ණත්වයේ දී මෙය අස්ථායී සංයෝගයකි. මෙය  $\text{Ba}_2\text{XeO}_6$  හෝ  $\text{Na}_4\text{XeO}_6$  නිර්ජලීය සල්ෆිට්‍රේට් අම්ලය සමඟ  $-5^\circ\text{C}$  උෂ්ණත්වයේ දී ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන් නිපද වනු ලැබේ.  $\text{Ba}_2\text{XeO}_6$  තාප ස්ථායී වන අතර ප'සෙනික් අම්ලය  $\text{H}_4\text{XeO}_6$  ඉතා හොඳ ඔක්සිකාරකයක් වේ.  $\text{XeO}_3$  සහ  $\text{XeO}_4$  ස්ඵෝටක ස්වාභාවයෙන් යුක්ත වේ. සෙනෝන් හි සරල සංයෝග කිහිපයක අණුක ව්‍යුහ පහත දැක්වේ.



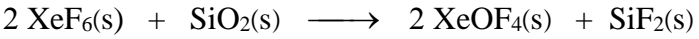
Xe සහ  $\text{F}_2$  වායූන් 1:5 පරමාණුක අනුපාතය සහිතව 13 atm පීඩනයක් සහ  $400^\circ\text{C}$  උෂ්ණත්වය යටතේ පැයක් පමණ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන්  $\text{XeF}_4$  නිපදවනු ලැබේ.  $\text{XeF}_4$  අවර්ණ ස්ඵටික සාදන අතර එය තලීය සමචතුරස්‍රාකාර අණුක ව්‍යුහයක් දරයි.



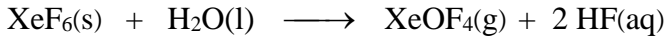
Xe, 20 ගුණයක් පමණ වැඩිපුර  $\text{F}_2$  වායුව සමඟ  $300^\circ\text{C}$  උෂ්ණත්වයේ දී සහ 16 atm පීඩනයේ දී පැය 16 ක් පමණ ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙන්  $\text{XeF}_6$  නිපදවනු ලැබේ.  $\text{XeF}_6$  කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ස්ථායී සංයෝගයක් වන අතර එය ප්‍රබල ෆ්ලෝරීනීකරණ සංයෝගයක් ද වේ.



$\text{XeF}_6$  වීදුරු හෝ සිලිකා බඳුන් තුළ ගබඩා කළ විට  $\text{XeOF}_4$  නිපදවේ.



$\text{XeF}_6$ , ජලය ස්ටොයිකියෝමිතික ප්‍රමාණයක් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර වූ විට ද  $\text{XeOF}_4$  නිපදවා ගත හැක.  $\text{XeOF}_4$  සමචතුරස්‍රාකාර පිරමීඩ හැඩයකින් යුක්ත වේ.



$\text{XeO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{XeOF}_2$ ,  $\text{KXeO}_3\text{F}_4$  සහ  $\text{C}_s\text{XeO}_3\text{F}$  වැනි සෙනෝන් හි ඔක්සයිඩ් ද වාර්තා වී ඇත.  $[(\text{F}_5\text{C}_6)\text{Xe}][\text{AsF}_6]$  සහ  $[\text{FeXe}][\text{N}(\text{SO}_2\text{F})_2]$  සෙනෝන් අඩංගු ස්ථායී ලවණ වන අතර ඒවායේ පිලිවෙළින් Xe-C සහ Xe-N බන්ධන අඩංගු වේ.

### 6.3 නිෂ්ක්‍රීය වායුවල ප්‍රයෝජන

නිෂ්ක්‍රීය වායුන් හට ඉතා පහළ ද්‍රව්‍යාංක හා තාපාංක ඇති බැවින් ශීතජනකකාරක (cryogenic refrigerants) සඳහා ප්‍රයෝජනවත් වේ. විශේෂයෙන් ම තාපාංකය 4.2 K (-268.95 °C; -452.11°F) ක් වූ නිෂ්ක්‍රීය වායුන් න්‍යෂ්ටික චුම්භක වර්ණාවලිමාන (nuclear magnetic resonance spectroscopy) සඳහා අවශ්‍ය වන අධිසන්නායක චුම්භක සඳහා භාවිතා කරයි.

කිමිදීම වැනි ඉරියව්වල දී ඇතිවන පීඩන තත්ත්ව යටතේ දී රුධිරය සහ ශරීර පටක වෙතට වායුන්, විශේෂයෙන් නයිට්‍රජන් අවශෝෂණය වීමෙන් නයිට්‍රජන් නෙක්‍රොසිස (nitrogen necrosis) නම් නිරවින්දන තත්ත්වය ඇති වේ. ලිපිඩවල දී හිලියම් දක්වන අඩු ද්‍රාව්‍යතාවය නිසා නයිට්‍රජන් වෙනුවට ශ්වසන වායුන්ගේ සංඝටකයක් ලෙස හිලියම් භාවිතා කෙරේ. හිලියම්හි සැහැල්ලු බව සහ ගිනි නොගන්නා සුළු බව (incombustibility) නිසා බැලුන ඉහළට එසවීමට හයිඩ්‍රජන් වායුව වෙනුවට හිලියම් භාවිතා කරයි.

බොහෝ යොදා ගැනීම්වල දී නිෂ්ක්‍රීය වාතාවරණයක් ලබා ගැනීම සඳහා නිෂ්ක්‍රීය වායුන් භාවිතා කරයි. නයිට්‍රජන් වලට සංවේදී වූ වායු සංවේදී සංයෝග (air sensitive compounds) සෑදීම සඳහා ආගන් භාවිතා කරයි. උෂ්ණත්ව මාන වල පිරවුම් වායුව (filler gas) ලෙස හිලියම් භාවිතා කරයි. අර්ධ සන්නායක කර්මාන්තයේ දී සිලිකෝන් (silicon) නිෂ්පාදනය කිරීමේ දී වැල්ඩින් වාප පිට කිරීම (shield welding arcs) සඳහා හිලියම් සහ ආගන් යන වායුන් දෙක ම සාමාන්‍යයෙන් භාවිතා කරයි.

නිෂ්ක්‍රීය වායු සාමාන්‍යයෙන් ආලෝකකරණයේ දී (lighting) භාවිතා වන අතර ඒවා රසායනිකව ප්‍රතික්‍රියාශීලී නො වීම ඊට හේතු වේ. තාප දීප්ත බල්බවල (incandescent) පිරවුම් වායුවක් ලෙස ආගන්, නයිට්‍රජන් සමඟ මිශ්‍ර කර භාවිතා කරයි. ක්‍රිප්ටන්, අධික වර්ණ සහ අධික කාර්යක්ෂමතාවයකින් යුත් බල්බ (high performance light bulbs) සඳහා භාවිතා කරයි. ක්‍රිප්ටන්, ආගන්වලට වඩා සුක්‍රීකාව වාෂ්ප වීමේ වේගය අඩු කිරීම මීට හේතු වේ. හැලජන් ලාම්පුවල දී ක්‍රිප්ටන්, අයඩින් හෝ බ්‍රෝමීන් සුළු ප්‍රමාණ සමඟ මිශ්‍රකර භාවිතා කරයි.

සමහරක් නිෂ්ක්‍රීය වායුන් වෛද්‍ය විද්‍යාවේ සමහරක් යෙදීම් සඳහා කෙලින් ම යොදා ගනී. ඇදුම් රෝගීන් හට හුස්ම ගැනීම පහසුවීම වැඩි දියුණු කිරීම සඳහා සමහර අවස්ථාවල දී හිලියම් භාවිතා කරයි. සෙනෝන් සිහි මූර්ජා කරවන ද්‍රව්‍යයක් ලෙස භාවිතා කරන අතර ලිපිඩ කුළ දී නයිට්‍රජන් ඔක්සයිඩවලට වඩා වැඩි ද්‍රාව්‍යතාවයක් පෙන්වීම ඊට හේතු වේ.

MRI මගින් පෙනහළු වෛද්‍ය විද්‍යාත්මකව ප්‍රතිරූපනය කිරීමේ දී ද (hyperpolarized) සෙනෝන් භාවිතා කරයි. රෙඩෝන් අධික ලෙස විකිරණශීලී වන අතර විකිරණ විකිත්සාවේ දී (radiotherapy) භාවිතා කරයි.

### සාරාංශය

- ද්‍රව වාතය භාගික ආසවනයෙන් නිෂ්ක්‍රීය වායුන් වෙන්කර ගත හැකි ය.
- සමහර නිෂ්ක්‍රීය වායුන් ෆ්ලෝරීන් සහ ඔක්සිජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ඔක්සයිඩ සහ ෆ්ලෝරයිඩ ඇතිකරන බව සොයා ගෙන ඇත උදාහරණයක් ලෙස පීඩනයක් යටතේ දී සෙනෝන් සහ ෆ්ලෝරීන් අතර ප්‍රතික්‍රියාවට භාවිතා කරන ලද තත්ත්ව අනුව XeF<sub>2</sub>, XeF<sub>4</sub> හෝ XeF<sub>6</sub> ලබා දේ.



## අරමුණු

මෙම පාඩම අවසානයේ දී පහත සඳහන් දෑ පිළිබඳ ව කරුණු දැක්වීමට ඔබට හැකිවිය යුතු ය.

- නිෂ්ක්‍රීය වායුන් සහ ඒවායේ අයනවල අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලිවීමට,
- නිෂ්ක්‍රීය වායුන්ගේ ප්‍රතික්‍රියා සහ ප්‍රයෝජන පිළිබඳව විස්තර කිරීමට.

---

## ක්‍රියාකාරකම

---

- 6.1 ආගන් වෙන් කර ගන්නේ කෙසේ ද ?
  - 6.2 ආගන් හි ප්‍රයෝජන පිළිබඳ ව කෙටි විස්තරයක් ලියන්න.
  - 6.3  $Xe^+$  අයනයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලියන්න.
  - 6.4  $KrF_2$  හි  $Kr$  වල ඔක්සිකරණ අංකය කුමක් ද?
  - 6.5 හඳුනාගෙන ඇති සැහැල්ලු ම අණුව කුමක් ද?
  - 6.6 18 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය ඒවායේ ප්‍රථම අයනීකරණ ශක්තිය වැඩි වන අනුපිළිවෙලට සකසා ලියන්න.
  - 6.7  $Xe$  සහ  $F_2$  වලින්  $XeF_4$  පිළියෙල කිරීමට අදාළ ප්‍රතික්‍රියා තත්ත්ව ලියා දක්වන්න.
  - 6.8  $XeO_4$  හි ජ්‍යාමිතිය කුමක් ද?
  - 6.9  $H_4XeO_4$  හි  $Xe$  හි ඔක්සිකරණ අංකය කුමක් ද?
  - 6.10  $Xe-C$  බන්ධනයක් පවතින නිෂ්ක්‍රීය වායු සංයෝගයක් සඳහා උදාහරණයක් දක්වන්න.
  - 6.11  $Xe$  වලින්  $XeO_3$  පිළියෙල කර ගන්නේ කෙසේ ද?
- 
-

## කෙටි යෙදුම්

(aq)	- ජලීය
(g)	- වායු අවස්ථාව
$\Delta$	- තාපය
(l)	- ද්‍රව අවස්ථාව
(s)	- ඝන අවස්ථාව
b.pt./b.p.	- තාපාංකය
C.N.	- සංගත අංකය
eV	- ඉලෙක්ට්‍රෝන වෝල්ට්
$IE_i$	- i වන අයනීකරණ ශක්තිය
J	- ජූල්
L	- බන්ධය
M	- ලෝහය
M	- ශුන්‍ය සංයුජ මූලද්‍රව්‍ය = $M(0) = M^0$
M(g)	- වායු අවස්ථාවේ ඇති මූලද්‍රව්‍ය
m.pt./m.p.	- ද්‍රවාංකය
$M^+$	- ඒක සංයුජ ලෝහ = $M(I) = M^I$
$M^{2+}$	- ද්වි සංයුජ ලෝහ = $M(II) = M^{II}$
nm	- නැනෝ මීටර
O.N.	- ඔක්සිකරණ අංකය
pm	- පිකෝ මීටර
X	- හැලජනය
Z	- පරමාණුක ක්‍රමාංකය

## Glossary/ගැටපද විවරණය

Allotropic forms	: The property of some chemical elements to exist in two or more different forms
බහුරූපී ආකාර	: සමහර මූලද්‍රව්‍යවලට ආකාර දෙකක් හෝ ඊට වඩා වැඩි ආකාර ගණනකින් පැවතීමේ ගුණය
Amorphous	: Not crystalline; lacking definite form; having no specific shape; formless.
අස්ඵටික	: ස්ඵටික නොවේ; ස්ඵටික හැඩයක් හා ව්‍යුහයක් නොමැත.
Analogue	: One of a group of chemical compounds similar in structure but different in respect to elemental composition.
සමාකාර	: ව්‍යුහයෙන් සමාන රසායනික සංයෝගවලින් එකක් වන නමුත් මූලද්‍රව්‍ය සංයුතිය අතින් වෙනස් වේ.
Anhydrous	: Not containing water, especially water of crystallization
නිර්ජලීය	: ජලය අඩංගු නොවේ, විශේෂයෙන්ම ස්ඵටික ජලය.
Basicity	: The state of being a base.
භාෂ්මිකතාවය	: භාෂ්මයක් ලෙස පැවතීමේ හැකියාව
Cracking	: The process of breaking down complex chemical compounds by heating them.
බිඳීම	: සංකීර්ණ රසායනික සංයෝග රත් කිරීම මගින් බිඳ දැමීමේ ක්‍රියාවලියයි.
Delocalize	: Not localize to a particular area.
අස්ථානගතවීම	: එක්තරා ප්‍රදේශයකට ස්ථානගත වී නැති
Dimerise	: Formation of a dimer by joining two units.
ද්විඅවයවීකරණය	: එකක දෙකක් එකතු වී ද්විඅවයවයක් සෑදීමයි.
Electrode potential	: The measure of individual potential of a reversible electrode at standard state, ( $E^\circ$ )
ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය	: සම්මත තත්ව යටතේ දී ප්‍රත්‍යාවර්ත ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක විභවය පිළිබඳ මිනුමකි.
Electrolysis	: The process by which the interchange of atoms and ions by the removal or addition of electrons from the external circuit.
විද්‍යුත් විච්ඡේදනය	: බාහිර පරිපථයක සිට ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගැනීම හෝ පිටකිරීම මගින් අයන සහ පරමාණු හුවමාරුවීමේ ක්‍රියාවලියයි.
Electron acceptor	: Chemical entity that accepts electrons transferred to it from another compound.
ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රහණය	: වෙනස් සංයෝගයකින් පිටකරනු ලබන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රහණය කරනු ලබන ද්‍රව්‍ය



Electron configuration : Specific distribution of electrons in atomic orbitals of atoms or ions.

ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය : පරමාණුවක හෝ අයනයක කාක්ෂිකවල ඉලෙක්ට්‍රෝන පැතිරී ඇති ආකාරයි

Electronegativity : The tendency of an atom to attract shared electrons  
විද්‍යුත් සෘණතාවය : බන්ධනයක ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන තමා දෙසට ඇද ගැනීමේ හැකියාවයි.

Electropositive : The tendency of an atom to remove valence electrons.  
විද්‍යුත් ධනතාවය : සංයුජතා කවචයේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් කිරීමට පරමාණුවක් සතු හැකියාවයි.

Exothermic : Heat energy is transferred to the surroundings during a chemical reaction.

තාප දායක : රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක දී බාහිර පරිසරයට තාප ශක්තිය පිට කිරීමේ ක්‍රියාවලිය

Fractional distillation : A process by which components in a chemical mixture are separated according to their different boiling points.

භාගික ආසවනය : මිශ්‍රණයක පවතින සංයෝග ඒවායේ තාපාංක අනුව වෙන් කිරීමේ ක්‍රියාවලියයි.

Fullerene : A class of molecules in which the C atoms are arranged into 12 pentagonal faces and 2 or more hexagonal faces to form a hollow sphere, cylinder or similar figures.

ෆුලරීන් : කාබන් පරමාණුවලින් සැදුණු පංචාශ්‍ර පැති 12 ක් හා ෂඩාශ්‍ර පැති 2 ක් හෝ වැඩි ගණනක් එකට එකතු වී කුහරමය ගෝලයක්, සිලින්ඩරයක් හෝ ඒ හා සමාන ව්‍යුහයක් තනන අණු කාණ්ඩයකි.

Geometry : a arrangement of a molecule in the space.

ජ්‍යාමිතිය : අණුවක ත්‍රිමාණ සැකසුම/ව්‍යුහය

Hydration : The act or process of combining or treating with water.

සජලනය : ජලය සමඟ එකතු වීම හෝ සම්බන්ධ වීමේ ක්‍රියාවලිය

Hydrolysis : The breaking down of a chemical compound into two or more simpler compounds by reacting with water.

ජල විච්ඡේදනය : ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර රසායනික සංයෝගයක් සරල සංයෝග දෙකක් හෝ කිහිපයක් බවට බිඳ හෙලීම

Inert pair effect : The tendency of the outermost s-electrons to remain non ionized or unshared in compounds of post-transition metals

නිෂ්ක්‍රීය යුගල ආචරණය : පසු ආන්තරික ලෝහමය සංයෝග වල බාහිරයෙන් ම පවතින s ඉලෙක්ට්‍රෝන අයනීකරණය නොවී හෝ බෙදා ගැනීමකින් තොරව පැවතීමේ හැකියාවයි.

Inflammable : Capable of being set on fire; combustible; flammable

ගිණිගන්නා සුළු : ගිණි ගැනීම් ඇති කරන; දාහ්‍ය; ගිණි ඇවිලෙන

Ionic radius	: The radius exhibited by an ion in an ionic crystal where the ions are packed together to a point where their outermost electronic orbitals are in contact with each other.
අයනික අරය	: අයනික ස්ඵටික දූලිසක වෙන් අයන සමග සම්බන්ධව පවතින බාහිර ඉලෙක්ට්‍රෝන සහිත කාක්ෂිකයක් ඇති අයනයක අරය
Ionization energies	: The minimum amount of energy required to remove the most loosely held electron of an isolated gaseous atom or ion.
අයනීකරණ ශක්තිය	: නිදහස් වායුමය අවස්ථාවේ පවතින පරමාණුවක ලිහිල්වම බැඳී ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඉවත් කිරීමට අවශ්‍ය අවම ශක්ති ප්‍රමාණය
Isoelectronic	: Several dissimilar atoms or ions with identical electronic configurations.
සමඉලෙක්ට්‍රෝනික	: එක ම ඉලෙක්ට්‍රෝනික වින්‍යාසය සහිත විවිධ පරමාණු හෝ අයන
Isotopes	: Two or more forms of atoms of the same element with different masses; atoms containing the same number of protons but different numbers of neutrons.
සමස්ථානික	: එක ම මූලද්‍රව්‍යයේ විවිධ ස්කන්ධ සහිත පරමාණු; එක ම ප්‍රෝටෝන සංඛ්‍යාවක් සහිත නමුත් විවිධ නියුට්‍රෝන සංඛ්‍යා සහිත පරමාණු
Lattice energy	: The energy required to separate completely the ions in an ionic solid.
දූලිස ශක්තිය	: අයනික ඝනකයක් අයනවලට සම්පූර්ණයෙන් ම වෙන් කිරීමට අවශ්‍ය ශක්තිය
Liquefaction	: The act or process of turning a gas into a liquid.
ද්‍රව කිරීම	: වායුවක් ද්‍රවයක් බවට පත් කිරීමේ ක්‍රියාවලිය
Lubricant	: A substance, as oil or grease, for lessening friction, especially in the working parts of a mechanism.
ලිහිසි ද්‍රව්‍ය	: විශේෂයෙන්ම යාන්ත්‍රණයක පවතින ක්‍රියාකරන කොටස්වල ඝර්ෂණය අඩු කිරීමට භාවිතා කරනු ලබන තෙල් හෝ ග්‍රීස් වැනි ද්‍රව්‍යයකි
Melting point	: The point at which the crystals of a pure substance are in equilibrium with the liquid phase at atmospheric pressure.
ද්‍රවාංකය	: වායුගෝලීය පීඩනය යටතේ දී සංශුද්ධ ද්‍රව්‍යයක ස්ඵටික එහි ද්‍රව කලාපය සමග සමතුලිතව පවතින උෂ්ණත්වයයි.
Metalloids	: A few elements with intermediate properties are referred to as <b>metalloids</b> (from the Greek <i>metallon</i> = “metal” and <i>eidos</i> = “sort”).
ලෝහාලෝහ	: මූලද්‍රව්‍ය කීපයක් සතුව පවතින අතරමැදි ගුණ මෙසේ හඳුන්වයි
Molten	: The phase change of a substance from a solid to a liquid.
ද්‍රව වීම	: ද්‍රවයක් ඝන අවස්ථාවක සිට ද්‍රව අවස්ථාවක් දක්වා කලාප මාරු වීමයි.
Nitrogen Fixation	: The process by which free nitrogen from the air is combined with other elements to form inorganic compounds.
නයිට්‍රජන් තිර කිරීම	: වාතයේ පවතින නිදහස් නයිට්‍රජන් වෙන් මූලද්‍රව්‍ය සමග එකතු කර අකාබනික සංයෝග සෑදීමේ ක්‍රියාවලිය යි.

Nitrogen narcosis : Nitrogen narcosis is a condition that occurs in deep-sea divers due to breathing of compressed air.

නයිට්‍රජන් නාකෝසිස : ගැඹුරු මුහුදේ කිමිදෙන්නන් විසින් සම්පීඩනය කරන ලද වාතය ආශ්වාස කිරීම නිසා ඇතිවන තත්වයකි

Nuclear magnetic resonance (NMR) : The selective absorption of electromagnetic radiation by an atomic nucleus in the presence of a strong, static, magnetic field.

න්‍යෂ්ටික චුම්භක අනුනාදය: ප්‍රබල ස්ථාවර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් පවතින විටදී න්‍යෂ්ටියක් මගින් විද්‍යුත් චුම්භක තරංග තෝරාගෙන අවශෝෂණය කිරීම

Organometallic reagents: Reagents containing organometallic compounds, e.g. MeLi, MeMgBr.

ලෝහ කාබනික ප්‍රතිකාරක: ලෝහ කාබනික සංයෝග අඩංගු ප්‍රතිකාරක උදා -MeLi , MeMgBr

Oxidizing agent : A chemical compound that readily transfers oxygen atoms, or a substance that gains electrons in a redox chemical reaction.

ඔක්සිකාරක ද්‍රව්‍ය : ප්‍රතික්‍රියාවක දී ඔක්සිජන් පිටකරනු ලබන හෝ ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගනු ලබන හෝ රසායනික සංයෝග

Paramagnetic : A substance that shows magnetic properties when placed in a magnetic field.

අනුක්ෂේත්‍ර චුම්භක : චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ තැබූ විට චුම්භක ලක්ෂණ පෙන්නවන ද්‍රව්‍යයි.

Pyrolysis : As thermolysis, usually associated with exposure to a high temperature, the subjection of organic compounds to very high temperatures.

තාප විච්ඡේදනය : සාමාන්‍යයෙන් ඉහළ උෂ්ණත්වයකට නිරාවරණය කිරීමෙන් සිදුවන ක්‍රියාවකි.

Reducing agent : A substance that causes another substance to undergo reduction and that is oxidized in the process.

ඔක්සිහාරක ද්‍රව්‍ය : වෙනත් ද්‍රව්‍යයක් ඔක්සිහරණය කරවනු ලබන සහ එම ද්‍රව්‍යයම ඔක්සිකරණය වීම සිදුවන ද්‍රව්‍යයන්

## References

1. Inorganic Chemistry, 2nd Ed., D.F. Shriver, P. W. Atkins, C. H. Langford, 1994.
2. Basic Inorganic Chemistry, 3rd Ed., F. A. Cotton, G. Wilkinson and P. L. Gaus, 1995.
3. Concise Inorganic Chemistry, 4th Ed., J. D. Lee, 1991.
4. Principles of Bioinorganic Chemistry, S. J. Lippard and J. M. Berg, 1994.
5. Advanced chemistry, Philip Matthews, Cambridge University Press, 2000.
6. A- Level Chemistry, E.N. Ramsden, Stanley Thornes, 2000.
7. Allotropes of carbon; diamond, graphite and fullerene (C<sub>60</sub>):
  - (i). [https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTAW\\_n9\\_FWk9sMrxE1rm4IghWHfsRfjnn-tReWuTFOqUsoqEJCp](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTAW_n9_FWk9sMrxE1rm4IghWHfsRfjnn-tReWuTFOqUsoqEJCp)
  - (ii). [https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSz1CYII Y7SIsYtXUhGRVtzGKCMaHEAlqU9opmJfJ0RkTo\\_vvUk](https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSz1CYII Y7SIsYtXUhGRVtzGKCMaHEAlqU9opmJfJ0RkTo_vvUk)
  - (iii). <http://www.docbrown.info/ks3chemistry/gifs/bucky.gif>
8. [http://cnx.org/resources/763d9677acf55c2e6279b1778e2c365623d68314/oxygen\\_preparation\\_ion.gif](http://cnx.org/resources/763d9677acf55c2e6279b1778e2c365623d68314/oxygen_preparation_ion.gif)

## සම්පාදක මණ්ඩලය

### කර්තෘ

මහාචාර්ය කේ සරත් ඩී පෙරේරා

### විෂය සංස්කරණය (ඉංග්‍රීසි පිටපත)

මහාචාර්ය රමණී යූ තන්ත්‍රිගොඩ

### පරිවර්තනය

මහාචාර්ය කේ සරත් ඩී පෙරේරා  
එච් කුරුකුලනාත

### භාෂා සංස්කරණය

නිර්මලී කන්නන්ගර

### ග්‍රැෆික් නිර්මාණකරණය

ආර් එම් විමල් ඩබ්. විජේනායක  
අයි එම් පී එස් නවරත්න

### පරිගණක නිර්මාණකරණය

ආර් එම් විමල් ඩබ්. විජේනායක  
අයි එම් පී එස් නවරත්න  
ඉසුරි ජයසූරිය

### වෙබ් අන්තර්ගතය සංවර්ධක

ඉදුනිල් ජයවීර  
අයි එම් පී එස් නවරත්න  
ඉසුරි ජයසූරිය

### පද සැකසීම

ආර් එම් විමල් ඩබ්. විජේනායක  
පී ඩී එස් ශ්‍රීපාලී  
අයි එම් පී එස් නවරත්න  
ඉසුරි ජයසූරිය

ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලය  
නාවල, නුගේගොඩ.

ප්‍රථම මුද්‍රණය 2016

විවෘත අධ්‍යාපනික සම්පත් බවට ප්‍රති ව්‍යුහගත කර ඇත.



මෙහි සියලු ම පාඨ “Creative Commons” (CC 3.0) වාණිජ නොවන, සමානව බෙදා හැරීමේ බලපත්‍රයට යටත් ය.

