OUSL OER

Open Educational Resources
The Open University of Sri Lanka

# මූලද්‍රව්‍යවල විස්තරාත්මක රසායනය

# *d*-ගොනුව

රසායන විද්‍යාඅධ්‍යනාංශය
ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලය

# 1. *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය පිළිබඳ හැඳින්වීමක්

## හැඳින්වීම

සැසි 1 සිට 5 දක්වා *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනය හැදෑරීමට බලාපොරොත්තු වේ. *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනය ඉතා සිත් ගන්නා සුළු වන අතර එය *s*- හා *p*-ගොනුවල මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනයන්ගෙන් බොහෝ සෙයින් වෙනස් වේ. මෙම සැසිය තුළ දී, මධ්‍ය ලෝහ පරමාණුවල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාස, සංගත සංයෝගයන්හි සංයුතිය, සංගත සංයෝගයන්හි ඔක්සිකරණ අංක, සංගත අංකය සහ ජ්‍යාමිතිය වැනි වැදගත් සංකල්ප හා කරුණු හඳුන්වා දෙන අතර, මේවා ඉදිරි සැසි තේරුම් ගැනීමට ඉවහල් වනු ඇත.

## 1.1 *d*-ගොනුව

අසම්පූර්ණ ලෙස හෝ පූර්ණ ලෙස පිරුණු *d*-කාක්ෂික සහිත මූලද්‍රව්‍ය *d*-ගොනුවට අයත් වේ. නිදහස් ලෝහයක් සැලකූ විට nd ඉලෙක්ට්‍රෝන පිරීම, (n+1)s ඉලෙක්ට්‍රෝන පිරීමට පසුව ද, (n+1)p ඉලෙක්ට්‍රෝන පිරීමට පෙර ද සිදුවේ. එම නිසා *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය එම *s*- හා *p*-ගොනුවල මූලද්‍රව්‍ය අතර පිහිටුවා ඇත. සාමාන්‍යයෙන් *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යවල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය $(n+1)s^2nd^m$ හෝ $(n+1)s^1nd^m$, n = 3, 4, 5, 6 සහ m = 1, 2, 3 .....හෝ 10 ලෙස දැක්විය හැකිය.

*d*-ගොනුව ශ්‍රේණි 4 කින් සමන්විත වන බව ආවර්තිතා වගුව දෙස බැලූවිට ඔබට පෙනී යනු ඇත. ඒවා 3*d*, 4*d*, 5*d* හා 6*d* ශ්‍රේණි වන අතර ඒවා පිළිවෙළින් 4 වන, 5 වන, 6 වන හා 7 වන ආවර්තවල පිහිටයි.

**3*d*-ශ්‍රේණියේ මූලද්‍රව්‍ය (Z = 21 සිට 30)**

| මූලද්‍රව්‍ය | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Z** | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

**4*d*-ශ්‍රේණියේ මූලද්‍රව්‍ය (Z = 39 සිට 48)**

| මූලද්‍රව්‍ය | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Z** | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |

**5*d*-ශ්‍රේණියේ මූලද්‍රව්‍ය (Z = 57, 72 සිට 80)**

| මූලද්‍රව්‍ය | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Z** | 57 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |

**6*d*-ශ්‍රේණියේ මූලද්‍රව්‍ය (Z = 89, 104 සිට 112)**

| මූලද්‍රව්‍ය | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Z** | 89 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 |

3*d*-මූලද්‍රව්‍ය සහ 4*d*-මූලද්‍රව්‍ය පිළිවෙළින් පරමාණුක අංක 21-30 සහ 39-48 දක්වයි. සිරස් කාණ්ඩයක පිහිටි මූලද්‍රව්‍ය සියල්ල එකම කාණ්ඩයකට අයිති වන අතර,ඒ අනුව Sc, Y, La සහ Ac එකම කාණ්ඩයකට අයිති වන අතර, එය 3 වන කාණ්ඩය ලෙස හඳුන්වයි. එලෙස ම Cr, Mo සහ W, 6 වන කාණ්ඩයට අයත් වේ. පදනම් පාඨමාලා මට්ටමේ දී 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනය පිළිබඳව වැඩි අවධානයක් යොමු කෙරේ.

## 1.2 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය

3*d*-කාක්ෂික පිරීමෙන් 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය ඇති වේ. පරමාණුවක ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය මගින් එම පරමාණුවේ ගුණ හෝ එහි සංයෝගයන්හි ගුණ පිළිබඳව වටිනා තොරතුරු දෙනු ලබන බව අපි දනිමු (1 හා 2 වන සැසි බලන්න). උදාහරණයක් ලෙස, Ca හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය $1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$ වන අතර, කැල්සියම් $Ca^{2+}$ අයනය පහසුවෙන් සාදයි.
3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ගුණ පිළිබඳව 2 වන සැසියේ දී සාකච්ඡා කෙරෙනු ඇත.

ශක්ති මට්ටම්වලට ඉලෙක්ට්‍රෝන පිරීමේ අනුපිළිවෙළ 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, **3d**, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s යනාදී වශයෙන් බව අපි දනිමු. 3*d*-කාක්ෂික 5 ක් ඇති අතර, එක් කාක්ෂිකයකට උපරිම වශයෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන 2 ක් දැරිය හැක. 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය පිළිබඳව අපි සලකා බලමු.

## 1.3 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය

ස්කැන්ඩියම් (Sc) පළමුවන *d*-මූලද්‍රව්‍යය වන අතර, එහි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^1$ වේ. 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි (Z = 21 සිට 30) ඉලෙක්ට්‍රෝනවින්‍යාස සහ කාණ්ඩ අංක පහත දක්වා ඇත.

| මූලද්‍රව්‍ය (නම) | Z | ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය | කාණ්ඩ අංකය |
|---|---|---|---|
| Sc (ස්කැන්ඩියම්) | 21 | $[Ar]4s^2 3d^1$ | 3 |
| Ti (ටයිටේනියම්) | 22 | $[Ar]4s^2 3d^2$ | 4 |
| V (වැනේඩියම්) | 23 | $[Ar]4s^2 3d^3$ | 5 |
| Cr (ක්‍රෝමියම්) | 24 | $[Ar]4s^1 3d^5$ | 6 |
| Mn (මැංගනීස්) | 25 | $[Ar]4s^2 3d^5$ | 7 |
| Fe (අයන්) | 26 | $[Ar]4s^2 3d^6$ | 8 |
| Co (කෝබෝල්ට්) | 27 | $[Ar]4s^2 3d^7$ | 9 |
| Ni (නිකල්) | 28 | $[Ar]4s^2 3d^8$ | 10 |
| Cu (කොපර්) | 29 | $[Ar]4s^1 3d^{10}$ | 11 |
| Zn (සින්ක්) | 30 | $[Ar]4s^2 3d^{10}$ | 12 |

$[Ar] = 1s^1, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$; Cr සහ Cu හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය පිළිවෙළින් $[Ar]4s^1 3d^5$ සහ $[Ar]4s^1 3d^{10}$.

## කාණ්ඩ අංකය

ඉහත දැක්වෙන පරිදි කාණ්ඩ අංකය (Group number) නිදහස් ලෝහයේ (ශුන්‍ය සංයුජ හෝ $M^o$ ) 4*s* සහ 3*d* ඉලෙක්ට්‍රෝනවල එකතුවට සමාන වේ. උදාහරණයක් ලෙස, Sc හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය $[Ar]4s^2 3d^1$ හෝ $[Ar]3d^1 4s^2$ වන අතර කාණ්ඩ අංකය 3 වේ. එමනිසා Sc, Y හා La යන මූලද්‍රව්‍ය 3 වන කාණ්ඩයට ද (පැරණි IIIB කාණ්ඩය), Fe, Ru, හා Os යන මූලද්‍රව්‍ය 8 වන කාණ්ඩයට ද (පැරණි VIIIB කාණ්ඩය), Zn, Cd සහ Hg යන මූලද්‍රව්‍ය 12 වන කාණ්ඩයට ද (පැරණි IIB කාණ්ඩය) අයත් වේ.

## ක්‍රියාකාරකම

1.1 මොලිබ්ඩිනම් (Mo), 5 වන ආවර්තයේ, 6 වන කාණ්ඩයට අයත් ලෝහයකි. එහි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලියන්න.

1.2 පරමාණුක ක්‍රමාංකය 40 වන මූලද්‍රව්‍යයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ලියන්න.

3*d*-කාක්ෂික 5 ක් සහ 4*s*-කාක්ෂික 1 ක් පවතී. 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසයන් පහත දැක්වෙන ආකාරයට, අවසන් කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 3*d*-කාක්ෂික 5 සහ 4*s* කාක්ෂිකයෙහි බෙදී පවතින ලෙස දැක්විය හැකිය. කොටුවක් මගින් සෑම කාක්ෂිකයක්ම නිරූපණය කෙරේ. V, Cr, Mn, Fe, Ni සහ Cu හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාස පහත දක්වා ඇත.

| | 3d | | | | | 4s |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V – [Ar] | ↑ | ↑ | ↑ | | | ↑↓ |
| Cr – [Ar] | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Mn – [Ar] | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑↓ |
| Fe – [Ar] | ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑↓ |
| Ni – [Ar] | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑↓ |
| Cu – [Ar] | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ |

මෙම මූලද්‍රව්‍ය සියල්ලෙහි ම යුගල නොවූ ඉලෙක්ට්‍රෝන එනම් වියුග්ම ඉලෙක්ට්‍රෝන (unpaired) ඇති බව ඔබට දැකිය හැකිය. (උදා: V හා Cr වලට පිළිවෙළින් වියුග්ම ඉලෙක්ට්‍රෝන 3 ක් සහ 6 ක් පවතී). එමනිසා ඒවා අනු චුම්භක (paramagnetic) වේ.

**ප්‍ර:** Cr සහ Cu හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය $[Ar]3d^5 4s^1$ සහ $[Ar]3d^{10} 4s^1$ ලෙස ලියන්නේ මන්ද?

**පි:** *d*-කාක්ෂික 5 ක් ඇත. හේතුව වන්නේ නිසි ලෙස අර්ධව පිරුණු ($d^5$) සහ සම්පූර්ණයෙන්ම පිරුණු ($d^{10}$) *d*-කාක්ෂිකවලට අමතර ස්ථායිතාවයක් ලැබීමයි.

## ක්‍රියාකාරකම

1.3 ශූන්‍ය සංයුජ කොබෝල්ට්හි 3*d* කාක්ෂික 5 සහ 4*s* කාක්ෂිකයෙහි අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ව්‍යාප්ත වන ආකාරය ලියන්න. එහි යුග්ම නොවූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණන නිර්ණය කරන්න.

## 1.4 කැටායනවල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාස

ශුන්‍ය සංයුජ ලෝහයකින් ($M^0$) ඉලෙක්ට්‍රෝන 1 ක් ඉවත්වීම මගින් කැටායනය ($M^+$) ඇතිවේ. නිදසුනක් ලෙස $V^0$ වෙතින් පිළිවෙළින් 1, 2, 3 සහ 4 වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත්වීම මගින් $V^+$, $V^{2+}$, $V^{3+}$ සහ $V^{4+}$ ඇතිවේ. $V^+$, $V^{2+}$, $V^{3+}$ සහ $V^{4+}$ අයනවල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාස පහත දැක්වේ.

| | 3d | | | | | 4s |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V^+ = [Ar]3d^3 4s^1 = [Ar]$ | ↑ | ↑ | ↑ | | | ↑ |
| $V^{2+} = [Ar]3d^3 4s^0 = [Ar]$ | ↑ | ↑ | ↑ | | | |
| $V^{3+} = [Ar]3d^2 4s^0 = [Ar]$ | ↑ | ↑ | | | | |
| $V^{4+} = [Ar]3d^1 4s^0 = [Ar]$ | ↑ | | | | | |

මෙහිදී 3*d*-ඉලෙක්ට්‍රෝන පිට කිරීමට පෙර 4*s*-ඉලෙක්ට්‍රෝන පිටකරනු ලැබේ. මෙයට හේතුව වන්නේ ලෝහ කැටායනයන්හි 4*s*-කාක්ෂිකයන්හි ශක්තියට වඩා 3*d*-කාක්ෂිකයන්හි ශක්තිය අඩුය. (ඉලෙක්ට්‍රෝන පිරීමේදී 4*s*-කාක්ෂිකවල ශක්තිය 3*d*-කාක්ෂිකවල ශක්තියට වඩා අඩුය)

### ක්‍රියාකාරකම

1.4 $Co^+$ සහ $Co^{3+}$ හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාස නිර්ණය කරන්න.

## 1.5 ආන්තරික මූලද්‍රව්‍ය

ආන්තරික මූලද්‍රව්‍ය (M) අසම්පූර්ණව පිරුණු *d*-කාක්ෂික සහිත අයන ($M^+$, $M^{2+}$, $M^{3+}$) අවම වශයෙන් 1 ක් හෝ සෑදිය යුතු වේ. ආන්තරික ලෝහ **ඔක්සිකරණ අවස්ථා කිහිපයක්** පෙන්වන අතර ඒවා **වර්ණවත් සංකීර්ණ අයන** (coloured complex ions) සාදයි. (2 වන සැසිය බලන්න). Cu ආන්තරික ලෝහයක් වන අතර එය $[Ar]3d^9 4s^0$ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය සහිත $Cu^{2+}$ අයනය සාදන අතර, Cu වර්ණවත් සංයෝග සාදයි. සාමාන්‍යයෙන් Sc සහ Zn ආන්තරික මූලද්‍රව්‍ය ලෙස නොසැලකෙන අතර Sc, *d*-ඉලෙක්ට්‍රෝන නොමැති ($3d^0$) $Sc^{3+}$ පමණක් ද, Zn සම්පූර්ණයෙන්ම පිරුණු *d*-කාක්ෂික සහිත ($3d^{10}$) $Zn^{2+}$ පමණක් ද සාදයි. සමහර පොත්වල, Sc ආන්තරික ලෝහයක් ලෙස සලකන අතර ඊට හේතුවන්නේ ශුන්‍ය සංයුජ ස්කැන්ඩියම්හි ($Sc^0$) අර්ධව පිරුණු *d*-කාක්ෂිකයක් $[Ar]\mathbf{3d^1}4s^2$ හෝ $[Ar]4s^2\mathbf{3d^1}$ තිබීමයි.

## 1.6 බන්ධ (Ligands)

දායක පරමාණුවක් සහිත අණුවක් හෝ අයනයක් බන්ධයක් (ligand) ලෙස හඳුන්වයි. සමහර බන්ධ උදාසීන වන අතර (උදා: $NH_3$, CO, $H_2O$) සමහර ඒවා සෘණ ආරෝපිත වේ. (උදා: $Cl^-$, $N^-$, $CO_3^{2-}$, $SO_4^{2-}$)

උදාහරණයක් ලෙස $NH_3$ අණුවෙහි N මත වූ එකසර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලය මධ්‍ය ලෝහ අයනය ($M^{n+}$) වෙත ලබා දීමෙන් සංගත හෝ දායක බන්ධනයක් ඇති වේ.

$$M^{n+} + :NH_3 \rightarrow M^{n+} \leftarrow :NH_3 \quad \text{හෝ} \quad [M-NH_3]^{n+}$$

මෙහි දී $M^{n+}$ මත වූ අනෙක් බන්ධ පෙන්නුම් කර නොමැත. මෙහි දී, නයිට්‍රජන් (N) දායක පරමාණුව හෝ සංගත පරමාණුව ලෙස හඳුන්වයි.

## 1.7 සංගත සංයෝග

මධ්‍ය ලෝහ අයනය (metal ion) හෝ මධ්‍ය පරමාණුව (central atom) (M), බන්ධ (L) කිහිපයක් සමග එක්වීමෙන් පහත දැක්වෙන ලෙස සංගත සංයෝගයක් නිරූපණය කළ හැක.

$$M + nL \rightarrow [ML_n]$$

උදාසීන සංගත සංයෝග හෝ සංකීර්ණ අයනවල සූත්‍රයන් සැම විට ම කොටු වරහන් තුළ ලියනු ලැබේ. සංගත සංයෝගයක රසායනික සූත්‍රය ලිවීමේ දී, පළමුව ලෝහය සඳහා වූ සංකේතය ද, දෙවනුව සෘණ ආරෝපිත බන්ධ සඳහා වූ සංකේත ද, ඊට පසුව උදාසීන බන්ධ සඳහා වූ සංකේත ද ලියනු ලැබේ. ඇනායනික බන්ධ එකකට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාවක් ඇතිවිට, ඉංග්‍රීසි අක්ෂරාදි පිළිවෙළට ලියනු ලබන අතර එය උදාසීන බන්ධ සඳහා ද සිදු කෙරේ. සමහරක් සංයෝගවල රසායනික සූත්‍ර පහත දැක්වේ.

(i) $[CrBr_3(NH_3)_3]$ නමුත් $[Cr(NH_3)_3Br_3]$ නොවේ
(ii) $[FeClF_2(NH_3)_3]$ නමුත් $[FeF_2Cl(NH_3)_3]$ නොවේ
(iii) $[CoBr_3(NH_3)(CO)_2]$ නමුත් $[CoBr_3(CO)_2(NH_3)]$ නොවේ

සංකීර්ණ අණුවක් හෝ අයනයක් ද්‍රාවණයක ද්‍රවණය කිරීමේ දී එහි සංඝටක බවට පහත සඳහන් ලෙස වියෝජනය නොවන බව සැලකිය යුතුය.

$$[CoBr_3(NH_3)_3] \not\rightarrow Co^{3+} + 3\,Br^- + 3\,NH_3$$

### ක්‍රියාකාරකම

1.5 $Na^+$, $Fe^{3+}$, $CN^-$ සහ $NH_3$ අඩංගු ද්‍රාවණයක ඇතිවිය හැකි සරල ලවණ සහ සංගත සංයෝග දෙන්න.

## 1.8 ඔක්සිකරණ අංකය (O.N.)

මධ්‍ය ලෝහ අයනයක (metal centre) ඔක්සිකරණ අංකය යනු ලෝහය වෙතින් සියලුම බන්ධ ඉවත් වූ කල ලෝහය මත ඇතිවන ආරෝපණයයි. උදාහරණයක් ලෙස $[CoBr_3(NH_3)_3]$ වෙතින් $Br^-$ අයන 3 ක් සහ උදාසීන ඇමෝනියා අණු 3 ක් ඉවත් වීමෙන් Co මත ධන 3 ක (+3) ආරෝපණයක් ඇති වේ. එමනිසා $[CoBr_3(NH_3)_3]$ හි Co හි ඔක්සිකරණ අංකය +3 හෝ +III වේ.

කොටු වරහන තුළ වූ ආරෝපණවල එකතුව සංකීර්ණ අයනයේ ආරෝපණයට $[\ ]^{n+}$ හෝ $[\ ]^{n-}$ (වරහනට පිටින් ඇති ආරෝපණය) සමාන වන බව සැලකිය යුතුය. $[CoBr_3(NH_3)_3]$ වැනි උදාසීන සංකීර්ණයක n = 0 වේ.

**ප්‍ර:** පහත දැක්වෙන මධ්‍ය ලෝහ අයනයන්හි (metal centres) ඔක්සිකරණ අංකයන් නිර්ණය කරන්න.
(a) $[Ag(NH_3)_2]^+$ සහ (b) $[NiCl_2(NH_3)_2]$

**පි:** $NH_3$ උදාසීන බන්ධයක් වන අතර N මත ආරෝපණය ශූන්‍ය වේ. $Cl^-$ ඒකසංයුජ ඇනායනික (monoanionic) බන්ධයක් වන අතර ක්ලෝරීන් මත ආරෝපණය −1 වේ. $[Ag(NH_3)_2]^+$ සංකීර්ණ කැටායනයක් වන අතර එහි ආරෝපණය +1 වේ. $[NiCl_2(NH_3)_2]$ උදාසීන සංකීර්ණයක් වන අතර එහි ආරෝපණය ශූන්‍ය වේ.

සිල්වර් සහ නිකල්හි ඔක්සිකරණ අංක පහත දැක්වෙන ලෙස ගණනය කළ හැකිය.

මධ්‍ය ලෝහ අයනයෙහි ඔක්සිකරණ අංකය y ලෙස සලකමු. දැන් කොටු වරහන තුළ වූ ආරෝපණවල එකතුව නිර්ණය කරන්න. එය සංකීර්ණය/ සංකීර්ණ අයනයෙහි ආරෝපණයට සමාන වේ.

(a) [ ] තුළ ආරෝපණවල එකතුව $= y + 2 \times (0) = +1 =$ සංකීර්ණ කැටායනයේ ආරෝපණය

$y = +1$ Ag හි ඔක්සිකරණ අංකය $= +1$

(b) [ ] තුළ ආරෝපණවල එකතුව $= y + 2 \times (-1) + 2 \times (0) = 0$

$y = +2 \therefore$ Ni හි ඔක්සිකරණ අංකය $= +2$

### ක්‍රියාකාරකම

1.6 $[Fe(CN)_6]^{4-}$ හි අයන්වල ඔක්සිකරණ අංකය නිර්ණය කරන්න.

## 1.9 සංගත අංකය (coordination number)

බන්ධ ලුවිස්, භෂ්ම වන අතර ඒවා මධ්‍ය ලෝහ අයනයේ හිස් *d*-කාක්ෂික වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගල ප්‍රදානය කර සංගත බන්ධන (coordinationbonds) සාදයි. සාදන බන්ධන සංඛ්‍යාව සංගත අංකය (C.N.) ලෙස හඳුන්වයි. උදාහරණයක් ලෙස $[Fe(CN)_6]^{4-}$ හා $[Ag(NH_3)_2]^+$ හි අයන් සහ සිල්වර් හි සංගත අංකයන් පිළිවෙළින් 6 හා 2 වේ.

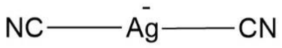
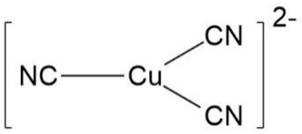
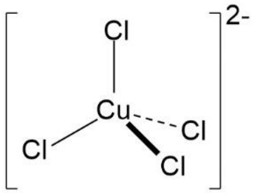
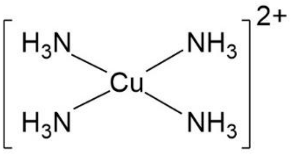
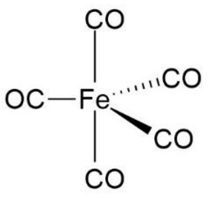
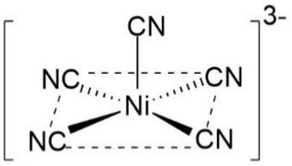
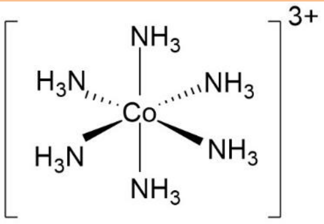
### ක්‍රියාකාරකම

1.7 $[CrBrCl_2(NH_3)_3]$, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ සහ $[Fe(CO)_5]$ හි මධ්‍ය ලෝහ අයනයන්හි සංගත අංකයන් නිර්ණය කරන්න.

## 1.10 ජ්‍යාමිතිය (Geometry)

මධ්‍ය ලෝහ අයනය (M) වටා බන්ධ (L) අවකාශයේ ඇසිරී ඇති ආකාරය සංකීර්ණයක ජ්‍යාමිතිය (හෝ හැඩය) ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකිය. 1.1 වගුවෙහි දැක්වෙන පරිදි ලෝහයේ සංගත අංකයක් සමඟ ජ්‍යාමිතිය වෙනස්වන ආකාරය දැකිය හැකිය. උදාහරණයක් ලෙස $[ML_2]$ සූත්‍රය සහිත සංයෝගයක් රේඛීය (linear) ජ්‍යාමිතිය පෙන්වයි. $[ML_4]$ සූත්‍රය සහිත සංයෝගයන්ට දෙයාකාරයක ජ්‍යාමිතීන් පෙන්විය හැකිය. එනම් චතුස්තලීය (tetrahedral) සහ තලීය සමචතුරස්‍රාකාර (square planar). $[ML_5]$ සූත්‍රය සහිත සංයෝගයක් ද ත්‍රි ආනති ද්විපිරමිඩීය (trigonal bipyramidal) සහ සමචතුරස්‍ර පිරමිඩීය යනාදී වශයෙන් දෙයාකාරයක ජ්‍යාමිතීන් පෙන්වයි.

**1.1 වගුව:** ලෝහවල සංගත අංකය අනුව ජ්‍යාමිතියේ වෙනස්වීම

| C.N. ජ්‍යාමිතිය(සූත්‍රය) | උදාහරණය |
|---|---|
| 2 රේඛීය [$ML_2$] |  |
| 3 තලීය ත්‍රිකෝණාකාර [$ML_3$] |  |
| 4 චතුස්තලීය [$ML_4$] |  |
| 4 තලීය සමචතුරස්‍රාකාර [$ML_4$] |  |
| 5 ත්‍රි ආනති ද්විපිරමීඩීය [$ML_5$] |  |
| 5 සමචතුරස්‍රාකාරපිරමීඩීය [$ML_5$] |  |
| 6 අෂ්ඨතලීය [$ML_6$] |  |

## ක්‍රියාකාරකම

1.8 (i) $CO_3^{2-}$, (ii) $MnO_4^-$ සහ (iii) $I_3^-$ හි ජ්‍යාමිතීන් ලියන්න.

## සාරාංශය

- *d*-මට්ටමට ඉලෙක්ට්‍රෝන පිරීමෙන් *d*-ගොනුව ඇතිවේ. 3*d*, 4*d*, 5*d* සහ 6*d* ශ්‍රේණි පිළිවෙළින් 4 වන, 5 වන, 6 වන සහ 7 වන ආවර්තවල පිහිටයි.

- සාමාන්‍යයෙන්, *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යවල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාස $(n+1)s^2nd^m$ හෝ $(n+1)s^1nd^m$ ලෙස විදහා දැක්විය හැකිය. n = 3, 4, 5 හෝ 6 සහ m = 1, 2, 3....හෝ 10

- Sc සිට Cu දක්වා ඇති මූලද්‍රව්‍යයන්හි වියුග්ම ඉලෙක්ට්‍රෝන (unpaired electron) පවතින අතර එම නිසා ඒවා අනු චුම්භක (paramagnetic) වේ.

- නිදහස් ලෝහයක 4*s*-සහ 3*d*-ඉලෙක්ට්‍රෝනවල එකතුව කාණ්ඩ අංකයට සමාන වේ.

- අසම්පූර්ණව පිරුණු *d*-කවච සහිත අයන එකක් හෝ සාදන මූලද්‍රව්‍ය ආන්තරික මූලද්‍රව්‍යයක් වේ. රසායනික හැසිරීම සැලකූවිට Sc හා Zn ආන්තරික මූලද්‍රව්‍ය ලෙස සැලකිය නොහැක.

- දායක පරමාණු 1 ක් සහිත අණුවක් හෝ අයනයක් බන්ධයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. සමහරක් උදාසීන බන්ධ (උදා: $NH_3$, CO, $H_2O$) වන අතර සමහරක් ඍණ ආරෝපිත බන්ධ (උදා: $Cl^-$, $CN^-$, $CO_3^{2-}$, $SO_4^{2-}$) වේ.

- මධ්‍ය ලෝහ අයනයේ ඔක්සිකරණ අංකය යනු, සියලුම බන්ධ ඉවත් වූ පසු ලෝහයට ලැබෙන ආරෝපණය යි.

- එසේ මධ්‍ය ලෝහ පරමාණුව වෙත කෙලින්ම බැඳී ඇති පරමාණු ගණන ලෝහයේ සංගත අංකය (coordination number) වේ.

## අරමුණු

මෙම සැසිය හදාරා අවසන් වූ පසුව පහත දෑ ඔබට හැකි විය යුතුය.

- *d*-මූලද්‍රව්‍යයක කාණ්ඩ අංකය නිර්ණය කිරීම

- උදාසීන, ඇනායනික බන්ධ, සරල ලවණ සහ සංගත සංයෝග හඳුනාගැනීම

- 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය සහ ඒවායේ කැටායනවල ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාස ලිවීම

- මධ්‍ය ලෝහ අයනයක ඔක්සිකරණ අංකය ගණනය කිරීම

- මධ්‍ය ලෝහ අයනයක සංගත අංකය නිර්ණය කිරීම, සරල සංගත සංයෝගයක හෝ සංකීර්ණ අයනයක ජ්‍යාමිතිය නිර්ණය කිරීම

## ක්‍රියාකාරකම

1.9 පහත සංකීර්ණවල ඇති මධ්‍ය ලෝහ පරමාණුවල ඔක්සිකරණ සහ සංගත අංකයන් නිර්ණය කරන්න.

(a) $[Fe(OH)(H_2O)_5]SO_4$

(b) $[CoCl(CN)(NO_2)(NH_3)_3]$

(c) $[CoCl(NH_3)_5](NO_3)_2$

(d) $K_3[Fe(CN)_5NO]$

1.10 පහත ඇති සංයෝග/සංකීර්ණ අයනවල ව්‍යුහයන් අඳින්න.

(a) $[Ag(NH_3)_2]^+$

(b) $[Ni(CO)_4]$

(c) $[Ni(CN)_4]^{2-}$

(d) $[Fe(CO)_5]$

(e) $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$

(f) $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$

1.11 $Cu^{2+}$, $Fe^{3+}$ සහ $Mn^{2+}$ හි ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසයන් ලියන්න. +7 ඔක්සිකරණ අවස්ථාවේ ඇති මැංගනීස් අඩංගු සංයෝගය හෝ අයනයෙහි සූත්‍රය (formula) දෙන්න.

1.12 පහත අණුවල හැඩයන් හඳුනා ගන්න.
(i) HCl (ii) $BF_3$ (iii) $CH_4$ (iv) $PCl_5$

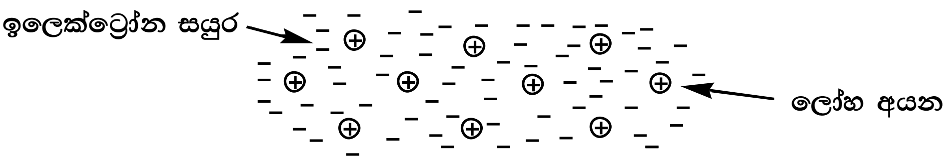
# 2. *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි ගුණ

## හැඳින්වීම

1 වන සැසියේ දී සංගත රසායනයනයේ භාවිතා වන වැදගත් සංකල්ප හා රීතීන් අපි සාකච්ඡා කළෙමු. මෙම සැසියේ දී *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි ගුණාංග වන සන්නායකතාවය, ද්‍රවාංක හා තාපාංක, විද්‍යුත් සෘණතාවය, අයනීකරණ ශක්තිය, අයනික අරය, විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථා සහ ලෝහමය සංකීර්ණයන්හි උත්ප්‍රේරක ගුණ පිළිබඳව සලකා බලමු.

## 2.1 ලෝහමය ලක්ෂණ සහ සන්නායකතාවය

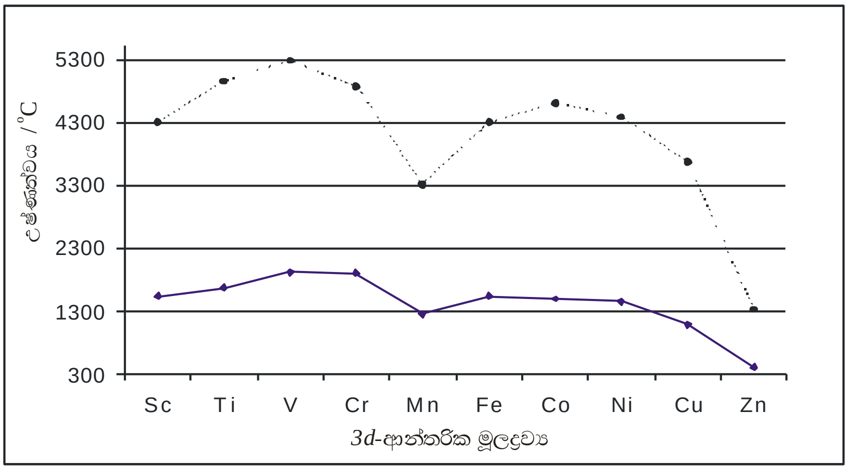
3*d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය සියල්ලම ලෝහ වේ. සෑම එකක්ම ධන ආරෝපිත දැලිසකින් සහ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනවලින් සමන්විත වේ (2.1 රූපය). මූලද්‍රව්‍ය සියල්ලම හොඳ තාප සහ විද්‍යුත් සන්නායක වේ. විද්‍යුත් සන්නායකතාවය, නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන මගින් උද්දීපනය වේ. ලෝහමය දැලිස තාප ශක්තිය නොකඩවා විහිදුවීම සඳහා ආධාර වේ.




**2.1 රූපය:**ලෝහයක ආකෘතියක්

## 2.2 ද්‍රවාංක සහ තාපාංක

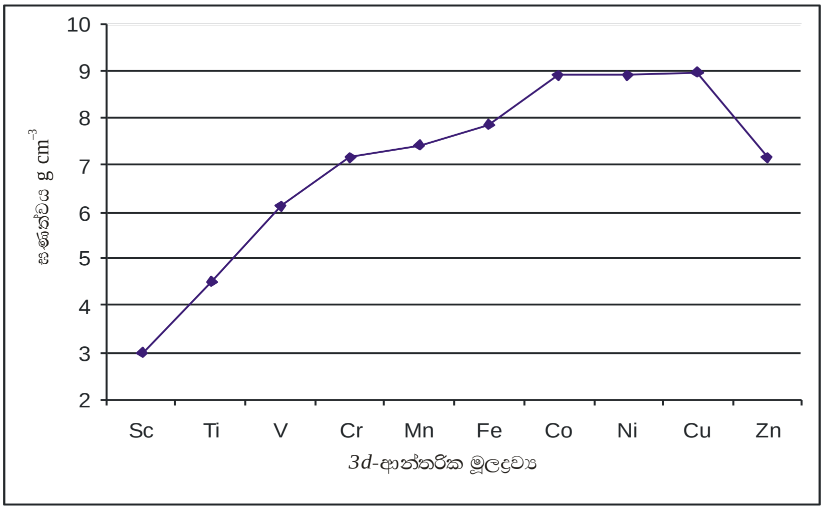
*s*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්ට වඩා *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්ට ඉහළ ද්‍රවාංක සහ තාපාංක පවතී. 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි සමහරක් ගුණ 2.1 වගුවෙහි දී ඇත. 3*d*-ශ්‍රේණියෙහි ද්‍රවාංක Sc සිට V දක්වා ක්‍රමයෙන් වැඩිවන අතර Fe සිට Zn දක්වා අඩුවේ (රූපය 2.2 බලන්න). Cr සහ Fe ට වඩා Mn හි ද්‍රවාංක සහ තාපාංක අඩුය. 3*d*-ශ්‍රේණියෙහි අනෙකුත් මූලද්‍රව්‍ය හා සසඳන කල Zn වලට අඩුම ද්‍රවාංක සහ තාපාංක පවතී.



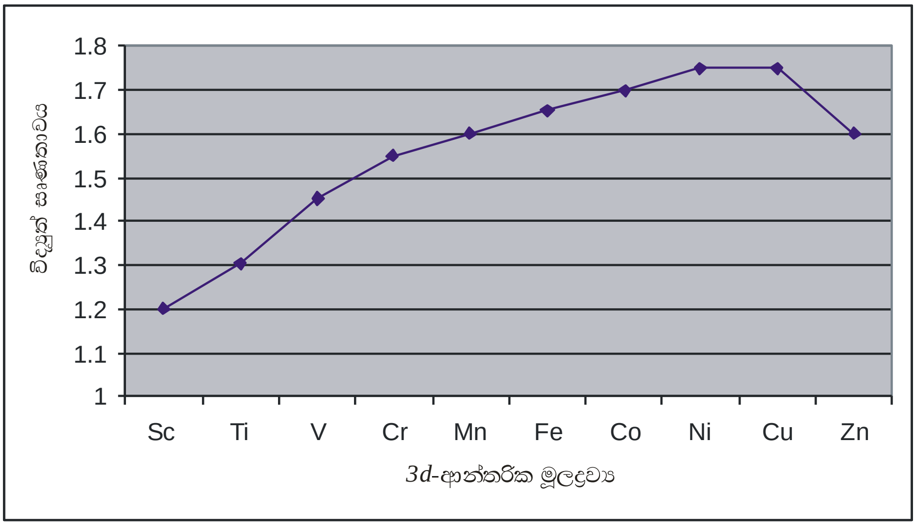

**2.2 රූපය:** Sc සිට Zn දක්වා වූ මූලද්‍රව්‍යයන්හි ද්‍රවාංක හා තාපාංක

## 2.3 ඝනත්ව සහ විද්‍යුත් සෘණතාවය

*s*- සහ *p*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය හා සසඳන කල *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන් ඉහළඝනත්ව පෙන්වයි. 3*d*-ශ්‍රේණියේ දී Sc සිට Cu දක්වා ඝනත්ව වැඩිවේ (2.1 වගුව බලන්න). Os සහ Ir ඝනත්වය වැඩිම මූලද්‍රව්‍යයන් වන අතර එහි අගය 22.6 g $cm^{-3}$ වේ. 1 වන කාණ්ඩයේ ලෝහයන්ට වඩා *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි විද්‍යුත් ධනතාවය අඩු වේ. 3*d*-ශ්‍රේණියේ දී Sc සිට Cu දක්වා විද්‍යුත් සෘණතාවයෙහි සුළු වැඩිවීමක් පෙන්නුම් කරයි. (2.3 හා 2.4 රූප බලන්න).




**2.3 රූපය:** Sc සිට Zn දක්වා වූ මූලද්‍රව්‍යයන්හි උෂ්ණත්ව විචලනය



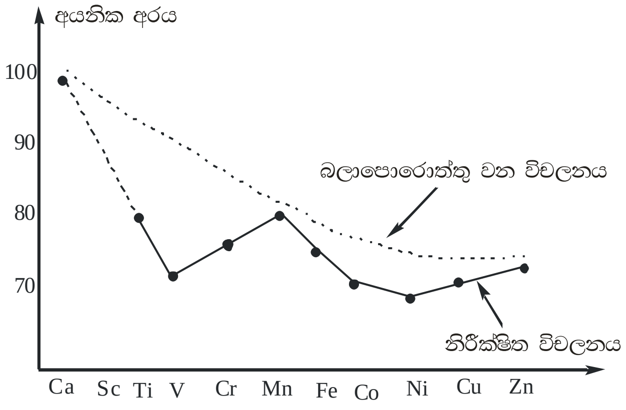

**2.4 රූපය:** Sc සිට Zn දක්වා වූ මූලද්‍රව්‍යයන්හි විද්‍යුත් සෘණතා විචලනය

**2.1 වගුව:** 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි සමහරක් ගුණ

| මූලද්‍රව්‍යය | **Sc** | **Ti** | **V** | **Cr** | **Mn** | **Fe** | **Co** | **Ni** | **Cu** | **Zn** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **පරමාණුක අරය /pm** | 144 | 132 | 122 | 118 | 117 | 117 | 116 | 115 | 117 | 125 |
| **අයනික අරය ($M^{2+}$) /pm** | - | 86 | 79 | 80 | 83 | 78 | 75 | 69 | 73 | 74 |
| **ද්‍රවාංකය / $^{o}$C** | 1539 | 1667 | 1915 | 1900 | 1244 | 1535 | 1495 | 1452 | 1083 | 420 |
| **තාපාංකය / $^{o}$C** | 2748 | 3285 | 3350 | 2960 | 2060 | 2750 | 3100 | 2920 | 2570 | 907 |
| **ඝනත්වය / (g $cm^{-3}$)** | 3.01 | 4.51 | 6.11 | 7.14 | 7.43 | 7.86 | 8.90 | 8.91 | 8.96 | 7.14 |
| **විද්‍යුත් සෘණතාවය** | 1.2 | 1.3 | 1.45 | 1.55 | 1.6 | 1.65 | 1.7 | 1.75 | 1.75 | 1.6 |
| **$E^{0}$ ($M^{2+}$/M) / V** | - | -1.63 | -1.17 | -0.91 | -1.18 | -0.44 | -0.28 | -0.25 | +0.34 | -0.76 |

## 2.4 අයනික අරය

Sc සිට Zn දක්වා පරමාණුක සහ අයනික අරයන්හි අඩුවීමක් අපි අපේක්ෂා කරන්නෙමු. කෙසේ නමුදු $M^{2+}$ අයනයන්හි අයනික අරයන් සඳහා පරීක්ෂණාත්මකව ලබාගත් අගයන් V සහ Ni සඳහා අවමයන් සහිතව වක්‍රයක් පෙන්වයි. එනම් $M^{2+}$ අයනයන්හි අයනික අරය Sc සිට V දක්වා ක්‍රමයෙන් අඩුවන අතර V සිට Mn දක්වා වැඩිවේ. Mn සිට Zn දක්වා ද මෙම රටාවම Ni සඳහා අවමය දෙමින් නිරීක්ෂණය කළ හැකිය. 3*d*-ශ්‍රේණිය සැලකූ විට ද්වි සංයුජ අයන සඳහා වූ අවම අයනික අරය Ni විසින් පෙන්වයි (වගුව 2.1 බලන්න).




**2.5 රූපය:** 3*d*-ශ්‍රේණියෙහි $M^{2+}$ අයනයන්හි අයනික අරයන්හි විචලනය

## 2.5 අයනීකරණ ශක්තිය

මූලද්‍රව්‍යයන්හි ප්‍රථම අයනීකරණ ශක්තිය Sc සිට Zn දක්වා සුළු වශයෙන් වැඩිවීමක් පෙන්වයි (වගුව 2.2 බලන්න). Sc හි 4 වන අයනීකරණ ශක්තිය 3 වන අයනීකරණ ශක්තියට වඩා සැලකිය යුතු තරම් වැඩි අගයක් පෙන්වයි. එසේම Ti හි 5 වන අයනීකරණ ශක්තියද 4 වන අයනීකරණ ශක්තියට වඩා අධික අගයක් පෙන්වයි.

**2.2 වගුව:** 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි අයනීකරණ ශක්තීන්

| මූලද්‍රව්‍ය | අයනීකරණ ශක්තීන්/ kJ mol$^{-1}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1වන | 2වන | 3වන | 4වන | 5වන | 6වන |
| **Sc** | 632 | 1235 | 2390 | **7130** | 8870 | 10700 |
| **Ti** | 655 | 1310 | 2650 | 4170 | **9620** | 11600 |
| **V** | 650 | 1415 | 2830 | 4600 | 6280 | **12400** |
| **Cr** | 653 | 1590 | 2990 | 4900 | 7070 | 8700 |
| **Mn** | 716 | 1510 | 3250 | 5190 | 7360 | 9750 |
| **Fe** | 762 | 1560 | 2960 | 5400 | 7620 | 10100 |
| **Co** | 757 | 1640 | 3230 | 5100 | 7910 | 10500 |
| **Ni** | 736 | 1750 | 3395 | 5400 | 7620 | 10900 |
| **Cu** | 745 | 1960 | 3550 | 5690 | 7990 | 10500 |
| **Zn** | 908 | 1730 | 3828 | 5960 | 8280 | 11000 |

## 2.6 විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථා

2.3 වගුවෙහි දැක්වෙන පරිදි Sc සහ Zn හැරුණු කොට ඉතිරි මූලද්‍රව්‍යයන් සියල්ලම විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථා පෙන්වයි. වඩාත් පොදු ඔක්සිකරණ අවස්ථා තද පැහැති ඉලක්කමින් දක්වා ඇත. Mn, +7 ඔක්සිකරණ අංකය පෙන්වයි. *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය මගින් පෙන්වනු ලබන වැඩිම ඔක්සිකරණ අවස්ථාව +8 වන අතර $Ru^{8+}$ සහ $Os^{8+}$ උදාහරණ ලෙස දැක්විය හැක.

## 2.7 ජලීය සංකීර්ණයන්හි වර්ණ

**2.3 වගුව:** 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි තිබිය හැකි ඔක්සිකරණ අංක

| **මූලද්‍රව්‍ය** | **ඔක්සිකරණ අංක** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **-2** | **-1** | **0** | **+1** | **+2** | **+3** | **+4** | **+5** | **+6** | **+7** |
| **Sc** | | | | | (+2) | **+3** | | | | |
| **Ti** | | (-1) | (0) | | **+2** | **+3** | **+4** | | | |
| **V** | | (-1) | (0) | (+1) | **+2** | **+3** | **+4** | **+5** | | |
| **Cr** | | | (0) | (+1) | **+2** | **+3** | (+4) | (+5) | **+6** | |
| **Mn** | | (-1) | (0) | (+1) | **+2** | **+3** | **+4** | (+5) | **+6** | **+7** |
| **Fe** | (-2) | | (0) | (+1) | **+2** | **+3** | (+4) | (+5) | (+6) | |
| **Co** | | (-1) | (0) | (+1) | **+2** | **+3** | (+4) | | | |
| **Ni** | | | (0) | (+1) | **+2** | (+3) | **+4** | | | |
| **Cu** | | | | **+1** | **+2** | (+3) | | | | |
| **Zn** | | | | | **+2** | | | | | |

ආන්තරික ලෝහයන්හි බොහෝමයක් සංයෝග වර්ණවත් වේ. ලෝහ අයන ජලයේ දියවී $[M(H_2O)_6]^{n+}$ හෝ $M^{n+}$ (aq) ආකාර ජලීය සංකීර්ණ ලබාදේ.

$$M^{n+} + 6\,H_2O \longrightarrow [M(H_2O)_6]^{n+}$$

සමහරක් ජලීය සංකීර්ණයන් හි වර්ණ පහත දී ඇත.



ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලයීය ප්‍රකාශනයකි
2016

| ජලීයලෝහ අයනය | වර්ණය |
|---|---|
| $Sc^{3+}$(ජලීය) | අවර්ණ |
| $Ti^{3+}$(ජලීය) | දම් |
| $V^{2+}$(ජලීය) | දම් |
| $V^{3+}$(ජලීය) | දම්/කොළ |
| $Cr^{2+}$(ජලීය) | නිල් |
| $Cr^{3+}$(ජලීය) | කොළ/දම් |
| $Mn^{2+}$(ජලීය) | ලා රෝස |
| $Mn^{7+}$(ජලීය) | දම් හෝ රතු |
| $Fe^{2+}$(ජලීය) | ලා කොළ |
| $Fe^{3+}$(ජලීය) | කහ / දුඹුරු |
| $Co^{2+}$(ජලීය) | ලා රෝස |
| $Co^{3+}$(ජලීය) | නිල් |
| $Ni^{2+}$(ජලීය) | කොළ |
| $Cu^{2+}$(ජලීය) | නිල් |
| $Zn^{2+}$(ජලීය) | නිල් |

## 2.8 උත්ප්‍රේරක

ආන්තරික ලෝහ සංකීර්ණ උත්ප්‍රේරක ලෙස වැදගත් කාර්යයක් ඉටු කරයි. උත්ප්‍රේරකයක් යනු ප්‍රතික්‍රියාවක සීඝ්‍රතාවය වැඩි කරන සහ පරිවර්තනය අවසානයේ දී නැවතත් ප්‍රතිඋත්පාදනය වන ද්‍රව්‍යයකි. උත්ප්‍රේරකයක් මගින් ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා වෙනත් මාර්ගයක් භාවිතා කරයි. එමගින් සක්‍රියන ශක්ති බාධකය අඩු කරයි. උත්ප්‍රේරක වර්ග දෙකකි. **සමජාතීය උත්ප්‍රේරක** (ප්‍රතික්‍රියකයන් එකම කලාපයක පවතී) සහ **විෂමජාතීය උත්ප්‍රේරක** (ප්‍රතික්‍රීයකයන්හි කලාපයට වඩා වෙනස් වූ කලාපයක පවතී). උදාහරණයක් ලෙස ද්‍රාවණයක් තුළ වූ අද්‍රාව්‍ය ඝන උත්ප්‍රේරක). සමහරක් උත්ප්‍රේරක ප්‍රතික්‍රියා පහත දී ඇත. ප්‍රතික්‍රියා 1 සිට 7 දක්වා විෂමජාතීය උත්ප්‍රේරක භාවිතා කොට ඇත.

1. $NH_3$ නිපදවන හේබර් ක්‍රියාවලියේ දී උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස යකඩ හෝ $Fe_2O_3$ භාවිතා කරයි.

$$N_2(g) \quad + \quad 3\,H_2(g) \longrightarrow 2\,NH_3(g)$$

2. $SO_2$, $SO_3$ බවට ඔක්සිකරණය ($H_2SO_4$ නිෂ්පාදනයෙහි ස්පර්ශ ක්‍රමයෙහි) $V_2O_5$ මගින් උත්ප්‍රේරණය කරයි.

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

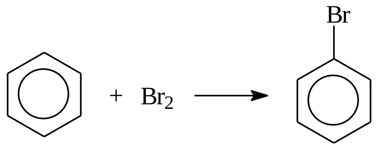
3. ඔලිෆීන හයිඩ්‍රජනීකරණය (උදා: මාගරින් නිෂ්පාදනයේ දී) සඳහා උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස Ni භාවිතා කරයි.

$$RCH{=}CH_2 \quad + \quad H_2 \longrightarrow RCH_2CH_3$$

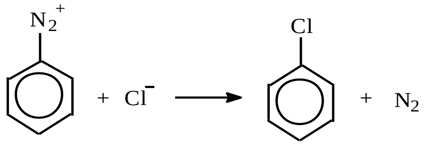
4. ඔලිෆීන බහු අවයවීකරණය සඳහා (උදා එතිලින් පොලිඑතිලීන් කිරීමට) උත්ප්‍රේරක ලෙස ($TiCl_3$) සහ ($AlEt_3$) භාවිතා කරයි

$$n\,CH_2{=}CH_2 \longrightarrow -[CH_2\text{-}CH_2]_n-$$

5. බෙන්සීන් බ්‍රෝමීනීකරණය (ෆ්‍රීඩ්ල්ක්‍රාෆ්ට් ප්‍රතික්‍රියාව) ෆෙරික් බ්‍රෝමයිඩ් මගින් උත්ප්‍රේරණය කරයි.




6. අදාළ ඩයසෝනියම් ලවණ මගින් ක්ලෝරෝබෙන්සින් පිළියෙල කිරීම සඳහා CuCl භාවිතා කරයි (සැන්ඩ්මෙයර් ප්‍රතික්‍රියාව).




7. $NH_3$, NO බවට ඔක්සිකරණය ($HNO_3$ නිෂ්පාදනයේ ඔස්ට්වර්ල්ඩ් ක්‍රියාවලිය) සඳහා උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස මිශ්‍ර ලෝහ (Pt-Rh) භාවිතා කරයි.

$$4\,NH_3(g) \;+\; 5\,O_2(g) \longrightarrow 4\,NO(g) \;+\; 6\,H_2O(g)$$

8. $MnO_2$, පහත ප්‍රතික්‍රියා උත්ප්‍රේණය කරයි.

(i) $2\,H_2O_2(aq) \longrightarrow 2\,H_2O(l) \quad + \quad O_2(g)$

(ii) $2\,KClO_3(s) \longrightarrow 2\,KCl(s) \quad + \quad 3\,O_2(g)$

9. $S_2O_8^{2-}$ මගින් $I^-$, $I_2$ බවට ඔක්සිකරණය ෆෙරස් අයන උත්ප්‍රේරණය කරයි.

$$S_2O_8^{2-}(aq) \;+\; 2\,I^-(aq) \longrightarrow 2\,SO_4^{2-}(aq) \;+\; I_2(g)$$

## සාරාංශය

- 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය සියල්ලම හොඳ තාප සහ විද්‍යුත් සන්නායක වේ. විද්‍යුත් සන්නායකතාවය නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන පැවතීම මගින් උද්දීපනය වේ.

- 3*d*-ශ්‍රේණියෙහි Sc සිට V දක්වා ද්‍රවාංක ක්‍රමයෙන් වැඩිවන අතර Fe සිට Zn දක්වා අඩුවේ.

- 3*d*-ශ්‍රේණියෙහි Sc සිට Cu දක්වා ඝනත්වය වැඩි වේ.

- 3*d*-ශ්‍රේණියෙහි Sc සිට Cu දක්වා විද්‍යුත් ඍණතාවය සුළු වශයෙන් වැඩි වේ.

- 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ප්‍රථම අයනීකරණ ශක්තිය Sc සිට Cu දක්වා සුළු වශයෙන් වැඩි වේ.

- Sc හා Zn හැරුණු කොට 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථා පෙන්වයි.

- බොහොමයක් ආන්තරික ලෝහ සංයෝග වර්ණවත් වේ.

- ආන්තරික ලෝහ සංකිර්ණ උත්ප්‍රේරක ලෙස වැදගත් කාර්යයක් ඉටු කරයි. ඒවා ප්‍රතික්‍රියාවක සීඝ්‍රතාවය වැඩි කරන අතර පරිවර්තනය අවසානයේදී ප්‍රතිජනනය වේ.

## අරමුණු

මෙම සැසිය අවසානයේ දී, පහත දැක්වෙන පරිදි *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි ගුණ සාකච්ඡා කිරීමට ඔබට හැකි විය යුතුය.

- 3*d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යවල භෞතික ගුණාංග එනම් සන්නායකතාවය, ද්‍රවාංක හා තාපාංක, විද්‍යුත් ඍණතාවය, අයනීකරණ ශක්තිය, අයනික අරය සැහැදිලි කිරීම

- ආන්තරික මූලද්‍රව්‍යවල විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථා සෙවීම

- 3*d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යවල ජලීය සංකීර්ණයන්හි වර්ණය හඳුනාගැනීම

- ලෝහ සංකීර්ණයන්හි උත්ප්‍රේරක ගුණ

## ක්‍රියාකාරකම

2.1 3*d*-ශ්‍රේණියෙහි ද්‍රවාංක විචලනය පිළිබඳව අදහස් දක්වන්න.

2.2 *s*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි ඝනත්වයන් සමඟ 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ඝනත්ව සසඳන්න.

2.3 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි විද්‍යුත් ඍණතාවය වැඩිවන අනුපිළිවෙළ ලියන්න.

2.4 නිකල් සහ කොපර්හි වඩාත් පොදු ඔක්සිකරණ අවස්ථා මොනවා ද ?

2.5 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයක් පෙන්වනු ලබන වැඩිම ඔක්සිකරණ අවස්ථාව කුමක් ද? එවැනි සංයෝගයක් සඳහා උදාහරණ දෙකක් දෙන්න

2.6 අවර්ණ ජලීය සංකීර්ණයක් ඇති කරන්නේ කුමන 3*d*-මූලද්‍රව්‍යය ද ?

2.7 රෝස පැහැති ජලීය සංකීර්ණයක් ඇති කරන්නේ කුමන 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය කැටායනය ද ?

2.8 හේබර් ක්‍රියාවලියේ දී භාවිතා වන උත්ප්‍රේරකය කුමක් ද ?

2.9 මාගරින් නිෂ්පාදනය සඳහා භාවිතා කරන උත්ප්‍රේරකය කුමක් ද ?

# 3. අකාබනික සංයෝග නාමකරණය

## හැඳින්වීම

1 වන සැසියේ දී, සංගත සංයෝගවල ලෝහ-බන්ධ අතර ආකර්ශණය සහ ඒවායේ ජ්‍යාමිතිය පිළිබඳව අපි උගත්තෙමු. සංගත සංයෝගයන්හි මධ්‍ය ලෝහය බන්ධවලින් වට වී ඇති බවත් මධ්‍ය ලෝහයේ සංගත සහ ඔක්සිකරණ අංක නිර්මාණ කරන ආකාරයත් අපි දනිමු. මෙම සංයෝග සහ සංකීර්ණ කැටායන/ඇනායන නම් කිරීමට ක්‍රමානුකූල ක්‍රමයක් තිබීම වැදගත් ය. සංගත සංයෝගයක නම දී ඇති විට එහි ව්‍යුහය ඇඳීමට අපට හැකිවිය යුතුය. මෙම සැසියේ දී, සරල අකාබනික සංයෝග සහ සංගත සංයෝගයන් නම් කිරීමේ IUPAC නීතින් අප හඳාරනු ඇත. සරල අකාබනික සංයෝග නම් කිරීම සලකා බලමු.

## 3.1 සරල අකාබනික සංයෝග

අම්ල, භෂ්ම සහ ලවණ සරල අකාබනික සංයෝග ලෙස සැලකිය හැකි ය. ද්‍රාවණයක දී ඒවා සරල කැටායන සහ ඇනායන මිශ්‍රණයක් ලබා දෙමින් විඝටනය වේ.

සරල අම්ලයක් නම් කිරීමේ දී, අලෝහයේ (උදා: N, S, C) ඔක්සිකරණ අංකය වරහන් තුළ දෙනු ලැබේ.

**ප්‍ර:** (a) $HNO_3$ සහ (b) $HNO_2$ හි IUPAC නම් දෙන්න. විඝටනයේ දී ලැබෙන කැටායන සහ ඇනායන මොනවා ද?

**පි:** (a) නයිට්‍රික්(V) අම්ලය සහ (b) නයිට්‍රික්(III) අම්ලය. $HNO_3$හි N වල ඔක්සිකරණ අංකය +5 (හෝ V) වන අතර $HNO_2$ හි N වල ඔක්සිකරණ අංකය +3 (හෝ III) බව සැලකිය යුතු ය.

විඝටනයේ දී ලැබෙන කැටායනය $H^+$ වන අතර ඇනායන $NO_3^-$ සහ $NO_2^-$ වේ.

සරල ලවණ නම් කිරීමේ දී (i) පළමුව කැටායනයේ නම, ලෝහයේ ඔක්සිකරණ අංකය (වරහන් තුළ) සමඟ ද (ii) ඇනායනයේ නම, අලෝහයේ ඔක්සිකරණ අංකය (වරහන් තුළ) සමඟ ද ලියනු ලැබේ.

ප්‍ර: (a) $FeSO_4$ සහ (b) $Fe_2(SO_3)_3$ හි IUPAC නම් දෙන්න.

පි: (a) අයන්(II) සල්ෆේට්(VI) සහ (b) අයන්(III) සල්ෆේට්(IV). $FeSO_4$ වල S හි ඔක්සිකරණ අංකය +6 (හෝ VI) ද, $Fe_2(SO_3)_3$ හි S වල, ඔක්සිකරණ අංකය +4 (හෝ IV) ද, බව සැලකිය යුතුය. කැටායනයේ නම සහ ඇනායනයේ නම අතර හිස්තැනක් තිබිය යුතුය.

කැටායනය හෝ ඇනායනය එක් ඔක්සිකරණ අවස්ථාවක් පමණක් පෙන්නුම් කරන විට ඔක්සිකරණ අංකය සඳහන් කිරීම අනවශ්‍ය ය. උදා: $Na^+$, $Al^+$, $NH_4^+$ සහ $F^-$ ඔක්සිකරණ අවස්ථා 1 ක් පමණක් පෙන්වයි.

ප්‍ර: (a) $NH_4F$, (b) $NaHCO_3$, (c) $(NH_4)_2CrO_4$ හි IUPAC නම් දෙන්න.

පි: (a) ඇමෝනියම් ෆ්ලෝරයිඩ් (b) සෝඩියම් හයිඩ්‍රජන්කාබනේට්(IV) සහ (c) ඇමෝනියම් ක්‍රෝමේට්(VI).

හයිඩ්‍රජන් හැර කැටායන සියල්ල අකාරාදී අනුපිළිවෙළට ලැයිස්තුගත කෙරේ.

සැ.යු. ඇනායනයේ නම “අයිඩ්” හෝ “ඒට්” ප්‍රත්‍යවලින් අවසන් විය යුතුයි. උදාහරණ ලෙස,

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Cl^-$ | - | ක්ලෝරයිඩ් | $CO_3^{2-}$ | - | කාබනේට් |
| $OH^-$ | - | හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් | $SO_4^{2-}$ | - | සල්ෆේට් |
| $N_3^-$ | - | නයිට්‍රයිඩ් | $CrO_4^{2-}$ | - | ක්‍රෝමේට් |

## ක්‍රියාකාරකම

3.1 පහත දී ඇති සරල අකාබනික සංයෝගවල IUPAC නම් දෙන්න.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (a) | $HClO$ | (b) | $HClO_3$ | (c) | $H_3PO_4$ |
| (d) | $KCl$ | (e) | $NaOH$ | (f) | $NaH$ |
| (g) | $Li_3N$ | (h) | $KNaCO_3$ | (i) | $K_2O$ |
| (j) | $K_2MnO_4$ | (k) | $K_2Cr_2O_7$ | | |

## 3.2 සංගත සංයෝග

සංගත සංයෝගයක් මධ්‍යලෝහයක් හා එයට බැඳුනු බන්ධවලින් සමන්විත වන බව අපි දනිමු. එසේම උදාසීන සංයෝගයක් හෝ සංකීර්ණ අයනයක් ද්‍රාවණයක දියකළ විට එහි සංඝටක බවට විඝටනය නොවන බව ද අපි දනිමු. (1 වන සැසිය බලන්න) සංගත සංයෝග/සංකීර්ණ අයන වර්ග තුනකි. උදාහරණයක් ලෙස

(i) **උදාසීන සංකීර්ණ** උදා : $[CoCl_3(NH_3)_3]$, $[CoH(CO)_3]$
උදාසීන සංකීර්ණයක ලෝහයට බැඳී ඇති ඒක ඇනායනික බන්ධ සංඛ්‍යාව ලෝහයේ ඔක්සිකරණ අංකයට සමාන වේ. උදාසීන සංයෝගයක් ද්‍රාවණයක දිය වීමේදී අයනවලටවෙන් වන්නේ නැත.

(ii) **සංකීර්ණ කැටායන** උදා : $[V(NH_3)_6]^{3+}$, $[Ag(NH_3)_2]^{+}$

(iii) **සංකීර්ණ ඇනායන** උදා: $[CoCl_4]^{2-}$, $[ZnCl_4]^{2-}$, $[MnO_4]^{-}$

සංකීර්ණ කැටායනයක් හෝ ඇනායනයක් එම කැටායනයේ හෝ ඇනායනයේ ආරෝපණය උදාසීන කිරීම සඳහා ඇනායන හෝ කැටායන හවුල් කරගත යුතුවේ.

සංගත සංයෝග නම් කිරීමට පෙර, බන්ධ වර්ග සහ ඒවායේ IUPAC නම් පිළිබඳව සැලකිය යුතු වේ.

## 3.3 බන්ධ

සාමාන්‍යයෙන් සංගත සංයෝගවල හමුවන බන්ධ ආකාර දෙවර්ගයකි. ඒවා නම්,

(i) ඇනායනික බන්ධ (ඍණ ආරෝපිත බන්ධ), උදා: $Cl^{-}$, $SO_4^{2-}$
(ii) උදාසීන බන්ධ උදා: CO, $NH_3$

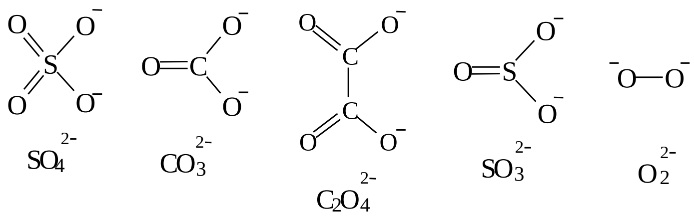
### ඇනායනික බන්ධ

ඇනායනික බන්ධවල නම් පහත දී ඇත. සංගත සංයෝග නම් කිරීමේ දී ඇනායනික බන්ධවල නම් “O” අක්ෂරයෙන් අවසන් වේ. සංගත පරමාණුව තද අකුරෙන් දක්වා ඇත.

| බන්ධ | IUPAC නාමය | බන්ධ | IUPAC නාමය |
|---|---|---|---|
| $F^-$ | fluorido | $\mathbf{SO_4}^{2-}$ | sulphato |
| $Cl^-$ | chlorido | $S_2\mathbf{O}_3^{2-}$ | thiosulphato |
| $Br^-$ | bromido | $\mathbf{SO_3}^{2-}$ | sulphito |
| $I^-$ | iodido | $C\mathbf{O}_3^{2-}$ | carbonato |
| $H^-$ | hydrido | $C_2\mathbf{O}_4^{2-}$ | oxalato |
| $HO^-$ | hydroxido | $\mathbf{N}H_2^-$ | amido |
| $N{\equiv}C\text{-}\mathbf{S}^-$ | thiocyanato-κS | $\mathbf{N}H^{2-}$ | imido |
| $S{=}C{=}\mathbf{N}^-$ | thiocyanato-κN | $N^{3-}$ | nitrido |
| $O_2\mathbf{N}^-$ | nitrito-κN | $N_3^-$ | azido |
| $O{=}N\text{-}\mathbf{O}^-$ | nitrito-κO | $\mathbf{C}H_3^-$ | methyl/ methanido |
| $S^{2-}$ | sulfido | $CH_3\mathbf{C}H_2^-$ | ethyl /ethanido |
| $H\mathbf{S}^-$ | sulfanido | $C_6H_5^-$ | phenyl |
| $CH_3\mathbf{O}^-$ | methoxido | $N{\equiv}\mathbf{C}^-$ | cyanido |
| $CH_3CO\mathbf{O}^-$ | acetato | $O_2^{2-}$ | peroxido |
| $O^{2-}$ | oxido | $O_2^-$ | superoxido |

සමහර බන්ධවල දායක පරමාණුව මත එක් සෘණ ආරෝපණයක් පමණක් පවතින බව දැකිය හැකි අතර (උදා : $Cl^-$, $H^-$, $OH^-$යනා දී ලෙස)ඒවා ඒකඇනායනික බන්ධ (monoanionic) ලෙස හඳුන්වයි. මෙම ඒක බන්ධයන් ලෝහය සමඟ එක් බැඳීමක් පමණක් ඇති කර ගනී.

$SO_4^{2-}$, $CO_3^{2-}$, $C_2O_4^{2-}$, $SO_3^{2-}$සහ $O_2^{2-}$වැනි සමහර බන්ධවල දායක පරමාණු දෙකක් මත සෘණ ආරෝපණ දෙකක් පවතින අතර මේවා ද්විඇනායනික බන්ධ ලෙස හඳුන්වයි. මෙම බන්ධයන්ට මධ්‍ය ලෝහය සමඟ බැඳීම් දෙකක් ඇති කර ගත හැකි අතර ඒවා ද්විබන්ධ (bidentate) ලෙස හඳුන්වයි.



## උදාසීන බන්ධ

උදාසීන බන්ධවල නම් පහත දී ඇත. සංගත පරමාණුව තද අකුරින් දක්වා ඇත.

| බන්ධ | IUPAC නම |
|---|---|
| $H_2$**O** | aqua |
| **N**$H_3$ | ammine |
| **C**O | carbonyl |
| **N**O | nitrosyl |
| $N_2$ | dinitrogen |
| $O_2$ | dioxygen |
| $CH_3C$**N** | acetonitrile |
| $CH_3$**N**$H_2$ | methylamine |

# 3.4 IUPAC නීති

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) නීතියට අනුව ඇනායනික සහ සමහරක් උදාසීන බන්ධ නම් කිරීම පිළිබඳව අපි ඉහත දී සාකච්ඡා කළෙමු. පදනම් මට්ටමේ දී වැදගත් වන IUPAC නීති සමහරක් පහත දී ඇත.

(1) ලවණයක් නම් කිරීමේ දී, පළමුව කැටායනය ද, දෙවනුව ඇනායනය ද නම් කළ යුතුවේ.

**ප්‍ර:** $[Ag(NH_3)_2]Br$ හි IUPAC නම දෙන්න

**පි:** Diamminesilver(I) bromide

$[Ag(NH_3)_2]Br$, යන සංයෝගය $[Ag(NH_3)_2]^+$ කැටායනයෙන් සහ $Br^-$ ඇනායනයෙන් සමන්විත වන බව ඔබ දනියි. මෙහි දී කැටායනයේ නම සහ ඇනායනයේ නම අතර හිස්තැනක් තිබිය යුතුය. "ඩයි" ප්‍රත්‍යයෙන් $NH_3$ බන්ධ දෙකක් ඇති බව පෙන්නුම් කෙරේ.

(2) සංකීර්ණ අණුවක්/අයනයක් නම් කිරීමේ දී බන්ධවල ආරෝපණය නොසලකන අතර පළමුව බන්ධ අකාරාදි අනුපිළිවෙළට ද ඉන්පසුව ලෝහයේ නම ද සඳහන් කරයි. ලෝහයේ නමට පසුපසින් එහි ඔක්සිකරණ අංකය රෝම ඉලක්කමින් සඳහන් කරනු ලැබේ.

ප්‍ර: $[NiClBr(NH_3)(CO)]$ හි IUPAC නම දෙන්න.

පි: Amminebromidocarbonylchloridonickel(II)

මෙහි දී බන්ධ අකාරාදි අනුපිළිවෙළට පෙළ ගස්වා ඇති අතර එහි ඔක්සිකරණ අංකය වන +2 (හෝ +II) වරහන් තුළ දී ඇත. සංකීර්ණ අණුවේ හෝ අයනයේ නමෙහි කිසිම හිස්තැනක් නොමැති බව සැලකිය යුතුයි.

(3) සංකීර්ණ ඇනායන නම් කිරීමේ දී, මධ්‍ය ලෝහයේ නම 'ate' ප්‍රත්‍යයෙන් අවසන් කෙරේ. උදාහරණ ලෙස, ස්කැන්ඩියම්, ස්කැන්ඩනේට් ලෙස ද ටයිටේනියම්, ටයිටනේට් ලෙස ද ක්‍රෝමියම්, ක්‍රෝමේට් ලෙස ද නම් කරයි.

සංකීර්ණ කැටායන හෝ උදාසීන සංකීර්ණ සඳහා විශේෂිත අවසන් කිරීමක් නොමැත. (1 හා 2 නීති යටතේ දී ඇති උදාහරණ බලන්න)

ප්‍ර: $[ZnCl_4]^{2-}$ හි IUPAC නම දෙන්න.

පි: Tetrachloridozincate(II)

(4) එකම වර්ගයේ බන්ධ කිහිපයක් ඇතිවිට නමට කලින් di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, octa, nona, deca .....යන ප්‍රත්‍යයන් යොදා ගනියි. උදාහරණයක් ලෙස,

ammine බන්ධ 2 ක් ඇතිවිට $[(NH_3)_2]$ නම diammine විය යුතුය.
carbonyl බන්ධ 3 ක් ඇතිවිට $[(CO)_3]$ නම tricarbonyl විය යුතුය.
chloride බන්ධ 4 ක් ඇතිවිට $[(Cl)_4]$ නම tetrachlorido විය යුතුය.

ප්‍ර: $[CoCl_3(NH_3)_3]$ හි IUPAC නම දෙන්න.

පි: Triamminetrichloridocobalt(III)

(5) බන්ධ අකාරාදි අනුපිළිවෙළට සැකසීමේ දී කලින් යොදන ප්‍රත්‍යයන් (prefix) නොසලකනු ලබයි.

$[CoFI_2(NH_3)_3]$ = triamminefluoridodiiodidocobalt(III)

## 3.5 සංකීර්ණ කැටායන සහ උදාසීන සංකීර්ණ නම් කිරිම

සරල කාබනික ලවණ නම් කරන ආකාරය අපි දනිමු. දැන් අපි IUPAC නීතියට අනුකූලව සංකීර්ණ කැටායන සහ උදාසීන සංයෝග කිහිපයක් නම් කරමු. සංකීර්ණ කැටායන සහ උදාසීන සංයෝග නම් කිරීමට වඩා සංකීර්ණ ඇනායන නම් කිරීම වෙනස් බව මතක තබා ගත යුතුය. (3.6 කොටස බලන්න)

**ප්‍ර:** පහත දී ඇති සංකීර්ණ කැටායන/උදාසීන සංකීර්ණවල IUPAC නම් දෙන්න.

(a) $[V(NH_3)_6]^{3+}$
(b) $[MnBr(CO)_5]$
(c) $[Fe(OH)(H_2O)_5]SO_4$
(d) $[CoCl(CN)(NO_2)(NH_3)_3]$

**පි:** (a) Hexa**a**mminevanadium(III) ion
(b) Bromidopentacarbonylmanganese(I)
(c) Pentaaquahydroxidoiron(III) sulfate(VI)
පෙන්ටාඇක්වාහයිඩ්‍රොක්සයිඩොඅයන්(III) සල්ෆේට්(VI)
$[Fe(OH)(H_2O)_5]SO_4$ යනු ලවණයකි. මෙම සංකීර්ණය නම් කිරීමේ දී පළමුව කැටායනයේ නම ලියා ඉන්පසුව හිස්තැනක් තබා දෙවනුව ඇනායනයේ නම ලියන්න.
(d) Triamminechloridocyanidonitrito-κN-cobalt(III)
ට්‍රයිඇම්මීන්ක්ලෝරීඩොසයනයිඩොනයිට්‍රයිටො-κN-කෝබෝල්ට්(III)

## 3.6 සංකීර්ණ ඇනායන නම් කිරීම

3.5 වන කොටසේ දී සංකීර්ණ කැටායන සහ උදාසීන සංයෝග නම් කිරීම පිළිබඳව අපි අවධානය යොමු කළ අතර දැන් අපි සංකීර්ණ ඇනායන නම් කිරීම පිළිබඳව සලකා බලමු. IUPAC නීතියට අනුව, සංකීර්ණ ඇනායනයක මධ්‍ය ලෝහයේ නම 'ate' ප්‍රත්‍යයෙන් අවසන් කළ යුතුය.

**ප්‍ර:** පහත සංකීර්ණ ඇනායනවල IUPAC නම් දෙන්න.

(a) $[TiCl_5]^-$
(b) $[VCl_6]^{2-}$
(c) $[MnO_4]^-$
(d) $[Fe(CN)_6]^{4-}$
(e) $[CoCl_4]^{2-}$
(f) $[Ni(CN)_4]^{2-}$
(g) $[CuI_4]^{2-}$

**පි:**

(a) Pentachloridotitan**ate**(IV) ion
(b) Hexachloridovanad**ate**(IV) ion
(c) Tetraoxidomangan**ate**(VII) ion
(d) Hexacyanidoferr**ate**(II) ion
(e) Tetrachloridocobalt**ate**(II) ion
(f) Tetracyanidonickel**ate**(II) ion
(g) Tetraiodidocupr**ate**(II) ion

## සාරාංශය

- සරල අම්ල නම් කිරීමේ දී, අලෝහයක ඔක්සිකරණ අංකය (උදා :N, S, C) වරහන් තුළ දෙනු ලැබේ.

- සරල ලවණ නම් කිරීමේ දී, පළමුව කැටායනයේ නම වරහන් තුළ ලෝහයේ ඔක්සිකරණ අංකය සමඟ ද, ඊළඟට ඇනායනයේ නම වරහන් තුළ අලෝහයේ ඔක්සිකරණ අංකය සමඟ ද ලියනු ලැබේ. කැටායනය හෝ ඇනායනය එක් ඔක්සිකරණ අවස්ථාවක් පෙන්වන විට ඔක්සිකරණ අංකය දිය යුතු නැත. ඇනායනයේ නම “ide” හෝ “ate” ප්‍රත්‍යයෙන් අවසන් වේ.

- ලවණයක් නම් කිරීමේ දී, පළමුව කැටායනය ද, දෙවනුව ඇනායනය ද ලියනු ලැබේ.

- සංකීර්ණ අණුවක්/අයනයක් නම් කිරීමේ දී, බන්ධවල ආරෝපණය නොසලකමින් අකාරාදි අනුපිළිවෙළට පළමුව සඳහන් කරන අතර පසුව ලෝහය ද එහි ඔක්සිකරණ අංකය (රෝම ඉලක්කමින්) සමඟ සඳහන් කරනු ලැබේ. බන්ධ අකාරාදි අනුපිළිවෙළට සකස් කිරීමේ දී පෙර ප්‍රත්‍ය නොසලකනු ලැබේ.

- සංකීර්ණ ඇනායන නම් කිරීමේ දී, මධ්‍ය ලෝහයේ නම “ate” ප්‍රත්‍යයෙන් අවසන් කෙරේ.
- එකම බන්ධයන් කිහිපයක් ඇතිවිට, di, tri, tetra, penta. hexa, hepta, octa, nona, deca වැනි ප්‍රත්‍ය නම සමඟ භාවිතා කෙරේ.

## අරමුණු

මෙම සැසිය අධ්‍යයනය කළ පසු පහත දෑ සිදු කිරීමට ඔබට හැකිවිය යුතුය.

- සරල අකාබනික සංයෝග නම් කිරීම
- IUPAC නීති පැහැදිලි කිරීම
- දී ඇති සංගත සංයෝගයක, සංකීර්ණ කැටායනයක හෝ සංකීර්ණ ඇනායනයක IUPAC නම ලිවීම
- සංගත සංයෝගයක IUPAC නම දී ඇති විට රසායනික සූත්‍රය ලිවීම

## ක්‍රියාකාරකම

3.2 “සංකීර්ණ කැටායන” සහ “සංකීර්ණ ඇනායන” යනුවෙන් අදහස් වන්නේ කුමක් ද? ඒ එක එකක් සඳහා උදාහරණ 3 බැගින් දෙන්න.

3.3 $Co^{2+}/Co^{3+}$, ඇමෝනියා සහ ක්ලෝරයිඩ් අඩංගු අෂ්ටතලීය ජ්‍යාමිතියක් සහිත සංකීර්ණ කැටායන/ඇනායනවල සූත්‍ර ලියන්න.

3.4 පහත දි ඇති සංයෝග/සංකීර්ණ අයනවල IUPAC නම් දෙන්න.

(a) $Na_2[Fe(CN)_5NO]$
(b) $K_3[Ag(S_2O_3)_2]$
(c) $[Mn(CH_3)(CO)_5]$
(d) $[Fe(NCS)][CuCl_4]$
(e) $NaFe[Fe(CN)_6]$
(f) $K_2Cu[Fe(CN)_6]$
(g) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

3.5 පහත එක් එක් සංයෝගයන්හි රසායනික සූත්‍ර දෙන්න.

(a) Triaquadinitrito-κN-nitrito-κO-cobalt(III)
(b) Potassium hexacyanidonickelate(II)
(c) Ammonium hexachloridoplatinate(IV)
(d) Dibromidotetraammineplatinum(IV) nitrate
(e) Potassium tetrafluoridooxidochromate(V)
(f) Dichloridodi(methylamine)copper(II)


ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලයීය ප්‍රකාශනයකි
2016

# 4. 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ප්‍රතික්‍රියා

## හැඳින්වීම

1 වන හා 2 වන සැසියන්හි දී *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි මූලික සංකල්ප සහ භෞතික ගුණ පිළිබඳව අපි සාකච්ඡා කළෙමු. 3 වන සැසියේ දී සංගත සංයෝගයන්හි නම් ලියන ආකාරය පිළිබඳව උගත්තෙමු. මෙම සැසියේ දී 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි සමහරක් මූලික ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳව විශේෂයෙන්ම, ජලය, වාතය (ඔක්සිජන්), හැලජන, පොදු අම්ල සහ භෂ්ම සමඟ ඒවායේ ප්‍රතික්‍රියා පිළිබඳව සලකනු ලැබේ. *s*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය මෙන් නොව *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන් විවිධ ඔක්සිකරණ අවස්ථා පෙන්වන අතර වර්ණවත් සංයෝග ඇති කරයි.

## 4.1 ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා

වැඩිම විද්‍යුත් ධන ක්ෂාර ලෝහ ජලය සමඟ ප්‍රචණ්ඩ ලෙස ප්‍රතික්‍රියා කොට හයිඩ්‍රජන් සහ ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් ලබාදෙන බව අපි දනිමු. වැඩි විද්‍යුත් ධනතාවක් ඇති Ca, Sr සහ Ba වැනි ක්ෂාරීය පාංශු ලෝහ ජලය සමඟ සෙමින් ප්‍රතික්‍රියා කර හයිඩ්‍රජන් සහ ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් ලබා දෙයි. නමුත් කාමර උෂ්ණත්වයේ දී බෙරිලියම් සහ මැග්නීසියම් ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරයි. ටයිටේනියම් ලෝහය ඔක්සයිඩ පටලයකින් ආවරණය වී ඇති අතර එමගින් එය අක්‍රීයව තබයි. නමුත් Ti හුමාලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ටයිටේනියම්(IV) ඔක්සයිඩ් ($TiO_2$) සහ හයිඩ්‍රජන් ලබාදේ. යකඩ ලෝහ මත වායු රහිත ජලය සුළු බලපෑමක් ඇති කරන නමුත් එය තෙත වාතයේ දී ඔක්සිකරණය වී සජල යකඩ ඔක්සයිඩය ලබාදෙයි. මෙම යකඩ පෘෂ්ඨය තව දුරටත් ප්‍රතික්‍රියා වීම නොවළක්වන අතර ඔක්සයිඩය කැබලි ලෙස වෙන් වීමනිසා යකඩ ලෝහය තවදුරටත් ඔක්සිකරණය වීම සඳහා නිරාවරණය කරයි. මෙම ක්‍රියාවලිය මලකෑම/මලිනවීම (rusting) ලෙස හඳුන්වයි. යකඩ සහ සින්ක්, හුමාලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර අදාළ ලෝහ ඔක්සයිඩය සහ හයිඩ්‍රජන් පහත දැක්වෙන ලෙස ලබා දෙයි.

$$Ti(s) + 2\,H_2O(g) \longrightarrow TiO_2(s) + 2\,H_2(g)$$

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

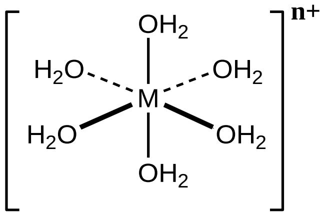
$$Zn(s) + H_2O(g) \longrightarrow ZnO(s) + H_2(g)$$

සාමාන්‍ය තත්වයන් යටතේ දී වැනේඩියම්, ක්‍රෝමියම්, නිකල්, කොබෝල්ට් සහ සින්ක් ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරයි. කොපර් (Cu), සිල්වර් (Ag), රත්රන් (Au) සහ ප්ලැටිනම් (Pt) වැනි ආන්තරික ලෝහ හුමාලය හෝ ජලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරයි.

### ජලීය සංකීර්ණ

ආන්තරික ලෝහ ලවණ ජලයේ දිය වී ජලීය සංකීර්ණ දෙන අතර, ජල අණුවේ ඔක්සිජන් දායක පරමාණුව ලෙස ක්‍රියා කරයි. ද්වි සංයුජ ($M^{2+}$) සහ ත්‍රි සංයුජ ($M^{3+}$) ආන්තරික ලෝහ $[M(H_2O)_6]^{n+}$ ආකාරයේ අෂ්ටතලීය ජල අණු 6 ක් සහිත (හෙක්සාඇක්වා) සංකීර්ණ ඇති කරයි (n = 2, 3; M = Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn). උදා: $[Fe(H_2O)_6]Cl_3$, $[Mn(H_2O)_6]Cl_2$

සහ $[Cu(H_2O)_6]SO_4$. $[M(H_2O)_4]^{n+}$ ජල අණු හතරක් සහිත සංකීර්ණ (ටෙට්‍රාඇක්වා සංකීර්ණය) ද පවතී.




$[M(H_2O)_6]^{n+}$

## ක්‍රියාකාරකම

4.1 යකඩ මල බැඳීම යනුවෙන් අදහස් වන්නේ කුමක් ද? මෙම ක්‍රියාවලියේ දී ඇතිවන යකඩඅඩංගු සංයෝග මොනවා ද?

## 4.2 ඔක්සිජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා

සියලුම ක්ෂාර ලෝහ, ඔක්සිජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරන බව අපි දනිමු. 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය සමඟ ඔක්සිජන් ප්‍රතික්‍රියා කොට ලෝහ ඔක්සයිඩ ඇති කරයි. ඔක්සයිඩයේ සංයුතිය ලෝහයේ ඔක්සිකරණ අවස්ථාව මත රඳා පවතී. වාතයේ දී ස්කැන්ඩියම් ලෝහය මලින වන අතර ඔක්සිජන් තුළ දී පහසුවෙන් දහනය වී ස්කැන්ඩියම්(III) ඔක්සයිඩ ($Sc_2O_3$)ඇති වේ. ටයිටේනියම් ද ඔක්සිජන් තුළ දහනය වී සුදු පැහැති දැල්ලක් සහ ටයිටේනියම් ඩයිඔක්සයිඩ් ලබා දේ. රත් කිරීමේ දී වැනේඩියම් ලෝහ වැඩිපුර ඔක්සිජන් හා ප්‍රතික්‍රියා කොට වැනේඩියම්(V) ඔක්සයිඩ් ($V_2O_5$) ලබා දේ. මෙය අනෙකුත් වැනේඩියම් ඔක්සයිඩ් සමඟ සංයෝජනය විය හැකිය. වැනේඩියම්, ඔක්සයිඩ හතරක් ඇති කරන බව සැලකිය යුතු වේ (වගුව 4.1). කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ක්‍රෝමියම් ලෝහය වාතය හෝ ඔක්සිජන් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරන නමුත් ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී $Cr_2O_3$ ලබාදේ. මැංගනීස් ආවර්තිතා වගුවෙහි එහි අසල්වැසි මූලද්‍රව්‍යයන්ට වඩා විද්‍යුත් ධනතාවයෙන් වැඩි නමුත් වාතයට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියාශීලි නොවේ. මැංගනීස්, ඔක්සිජන් තුළ දහනය වී $Mn_3O_4$ ලබාදේ.

උදාහරණ කිහිපයක් පහත දී ඇත.

$$4\,Sc(s) + 3\,O_2(g) \longrightarrow 2\,Sc_2O_3(s)$$

$$4\,V(s) + 5\,O_2(g) \longrightarrow 2\,V_2O_5(s)$$

$$4\,Cr(s) + 3\,O_2(g) \longrightarrow 2\,Cr_2O_3(s)$$

$$4\,Cu(s) + O_2(g) \longrightarrow 2\,Cu_2O(s)$$

## ක්‍රියාකාරකම

4.2 මැංගනීස් ඔක්සිජන් තුළ දහනය වී $Mn_3O_4$ ලබා දේ. මෙම ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා තුලිත සමීකරණය ලියන්න.

3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි දන්නා ලෝහ ඔක්සයිඩ පහත 4.1 වගුවෙහි දී ඇත. Ti, V, Cr සහ Mn ද්විසංයුජ (divalent) ලෝහ ඔක්සයිඩ තුනක් හෝ හතරක් සාදන බව ඔබට හැඟී යනු ඇත. ලෝහයෙහි අවම සහ උපරිම ඔක්සිකරණ අවස්ථා පිළිවෙළින් +1 හා +7 වේ.

| **Sc** | **Ti** | **V** | **Cr** | **Mn** | **Fe** | **Co** | **Ni** | **Cu** | **Zn** | **O.N.** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $Cu_2O$ | | +1 |
| | $TiO$ | $VO$ | | $MnO$ | $FeO$ | | $NiO$ | $CuO$ | $ZnO$ | +2 |
| $Sc_2O_3$ | $Ti_2O_3$ | $V_2O_3$ | $Cr_2O_3$ | $Mn_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $Co_3O_4$ | | | | +3 |
| | $TiO_2$ | $VO_2$ | $CrO_2$ | $MnO_2$ | | | $NiO_2$ | | | +4 |
| | | $V_2O_5$ | | | | | | | | +5 |
| | | | $CrO_3$ | | | | | | | +6 |
| | | | | $Mn_2O_7$ | | | | | | +7 |

**වගුව 4.1** 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි සරල ලෝහ ඔක්සයිඩ

## ක්‍රියාකාරකම

4.3: 4.1 වගුවේ දැක්වෙන V හි ඔක්සයිඩ හතරෙහි ඔක්සිකරණ අංක ලියන්න.

## 4.3 හැලජන සමග ප්‍රතික්‍රියා

*d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය *s*- හා *p*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය මෙන් හැලජන සමග ක්‍රියා කර ලෝහ හැලජන සාදයි. උදාහරණයක් ලෙස Sc හැලජන ($F_2$ , $Cl_2$ , $Br_2$ සහ $I_2$) සමග සීඝ්‍රයෙන් ප්‍රතික්‍රියා කර දහනය වී $ScF_3$, $ScCl_3$, $ScBr_3$ සහ $ScI_3$ යන ට්‍රයි හේලයිඩ සාදයි.

$$2\,Sc(s) + 3\,X_2(g) \longrightarrow 2\,ScX_3(s) \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

ටයිටේනියම් ද උණුසුම් තත්ත්ව යටතේ එලෙස ම ක්‍රියාකර ටයිටේනියම්(IV) හේලයිඩ සාදයි. $TiF_4(s)$ (සුදු), $TiCl_4(l)$ (අවර්ණ), $TiBr_4(s)$ (තැඹිලි) සහ $TiI_4(s)$ (තද දුඹුරු). ෆ්ලෝරීන් සමග ප්‍රතික්‍රියා වීමට 200 $^oC$ ට ඉහළ උෂ්ණත්වයකට රත් කිරීමට අවශ්‍ය වේ.

$$Ti(s) + 2\,X_2 \longrightarrow TiX_4 \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

ක්‍රෝමියම් ලෝහය සමඟ හැලජන සාමාන්‍ය තත්වයන් යටතේ ක්‍රියාකර ක්‍රෝමියම්(III) හේලයිඩ සාදයි. උදා: $CrF_3$(s) (කොළ), $CrCl_3$(s) (රතු-දම්), $CrBr_3$(s) (ඉතාමත් තද කොළ) සහ $CrI_3$(s) (ඉතාමත් තද කොළ).

$$2\,Cr(s) \;+\; 3\,X_2 \longrightarrow 2\,CrCl_3(s) \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

ක්‍රෝමියම් ලෝහය ෆ්ලෝරීන් සමග 400 $^{o}C$සහ වායුගෝල පීඩන 200-300 අතර ප්‍රතික්‍රියාකර ක්‍රෝමියම්(VI) ෆ්ලෝරයිඩ්, $CrF_6$ (කහ) සාදයි. රතු ක්‍රෝමියම්(V) ෆ්ලෝරයිඩ්, $CrF_5$ත් හඳුනාගෙන ඇත.

3*d*-මූලද්‍රව්‍යවල ෆ්ලෝරයිඩ 4.2 වගුවෙහි දක්වා ඇත. Ni, Cu සහ Zn ඩයිෆ්ලෝරයිඩ සාදයි. Fe සහ Co ඩයිෆ්ලෝරයිඩ සහ ට්‍රයිෆ්ලෝරයිඩ යන දෙකම සාදයි.

| **Sc** | **Ti** | **V** | **Cr** | **Mn** | **Fe** | **Co** | **Ni** | **Cu** | **Zn** | **O.N.** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $VF_2$ | $CrF_2$ | $MnF_2$ | $FeF_2$ | $CoF_2$ | $NiF_2$ | $CuF_2$ | $ZnF_2$ | +2 |
| $ScF_3$ | $TiF_3$ | $VF_3$ | $CrF_3$ | $MnF_3$ | $FeF_3$ | $CoF_3$ | | | | +3 |
| | $TiF_4$ | $VF_4$ | $CrF_4$ | $MnF_4$ | | | | | | +4 |
| | | $VF_5$ | $CrF_5$ | | | | | | | +5 |
| | | | $CrF_6$ | | | | | | | +6 |

**4.2 වගුව:** 3*d*-මූලද්‍රව්‍යවල ෆ්ලෝරයිඩ

## 4.4 අම්ල සමඟ ප්‍රතික්‍රියා

3*d*-මූලද්‍රව්‍ය බොහොමයක් ඛනිජ අම්ල (අකාබනික අම්ල) සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කරයි. ස්කැන්ඩියම් ලෝහය තනුක හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලයෙහි පහසුවෙන් දිය වී හයිඩ්‍රජන් වායුව ($H_2$) සහ සජල Sc(III) අයන අඩංගු ද්‍රාවණ ලබා දේ. ඔබ දන්නා පරිදි සජල Sc(III) අයන හෝ $Sc^{3+}$(ජලීය), $[Sc(OH_2)_6]^{3+}$ යන සංකීර්ණ අයනය ලෙස පවතී.

$$2\,Sc(s) \;+\; 6\,HCl(aq) \longrightarrow 2\,Sc^{3+}(aq) \;+\; 6\,Cl^{-}(aq) \;+\; 3\,H_2(g)$$

අනෙකුත් ලෝහ ද මෙලෙසම ප්‍රතික්‍රියා කොට හයිඩ්‍රජන් සහ අදාළ ලවණය පහත දැක්වෙන ලෙස ලබා දේ.

$$Cr(s) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow Cr^{2+}(aq) + 2\,Cl^{-}(aq) + H_2(g)$$

$$Fe(s) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^{-}(aq) + H_2(g)$$

$$Co(s) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow Co^{2+}(aq) + 2\,Cl^{-}(aq) + H_2(g)$$

$$Cu(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\,SO_4^{2-}(aq) + H_2(g)$$

කොබෝල්ට් ලෝහය තනුක සල්ෆියුරික් අම්ලයෙහි සෙමින් ද්‍රාවණය වී $H_2$ සහ සජල Co(II) අයන අඩංගු ද්‍රාවණයක් ලබා දේ.

යකඩ ලෝහය තනුක සල්ෆියුරික් අම්ලයෙහි ඔක්සිජන් නැති විට පහසුවෙන් දිය වී සජල Fe(II) අයනය සමඟ $H_2$ අඩංගු ද්‍රාවණයක් ලබා දේ. ඔක්සිජන් ඇති විට සමහරක් Fe(II), Fe(III) බවටඔක්සිකරණය වේ.

$$Fe(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + H_2(g)$$

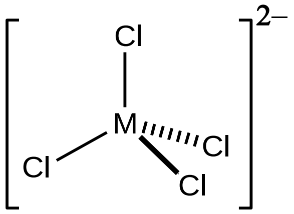
තනුක ජලීය හයිඩ්‍රෆ්ලෝරික් අම්ලය (HF) ටයිටේනියම් සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර සංකිර්ණ ඇනායනය $[TiF_6]^{3-}$ සහ හයිඩ්‍රජන් ($H_2$) ලබා දේ.

$$2\,Ti(s) + 12\,HF(aq) \longrightarrow 2\,[TiF_6]^{3-}(aq) + 3\,H_2(g) + 6\,H^+(aq)$$

සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයේ දී ටයිටේනියම් ලෝහය ඛනිජ අම්ල හා ප්‍රතික්‍රියා නොකරන නමුත් උණු හයිඩ්‍රක්ලෝරික් අම්ලය හා ප්‍රතික්‍රියා කර ටයිටේනියම්(III) සංකීර්ණ සාදයි.

## සරල ලවණ සමඟ අම්ලයන්හි ප්‍රතික්‍රියා

සරල ද්විසංයුජ හා ත්‍රිසංයුජ ආන්තරික ලෝහ ලවණ සාන්ද්‍ර අම්ලවල (HX) දියවී $[MX_4]^{2-}$ හෝ $[MX_4]^{-}$ ආකාරයේ චතුස්තලීය සංකීර්ණ ඇනායන ලබා දේ.




$[MCl_4]^{2-}$
M = Cu, Zn

උදාහරණ කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

$$CuCl_2(s) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow [CuCl_4]^{2-}(aq) + 2\,H^+(aq)$$

$$MnCl_2(s) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow [MnCl_4]^{2-}(aq) + 2\,H^+(aq)$$

$CuCl_2$ , ක්ෂාර ලෝහයන්හි ක්ලෝරයිඩ සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවෙන් ද $[CuCl_4]^{2-}$ නිපදවිය හැක.
උදා:

$$CuCl_2\,(s) + 2\,KCl(aq) \longrightarrow K_2[CuCl_4](aq)$$

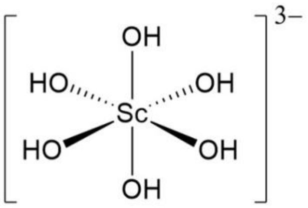
ජලය සමඟ තනුක කිරීමේ දී $[CuCl_4]^{2-}$ අයනය, නිල් පැහැති ජලීය සංකිර්ණ අයනයක් වන $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ බවට පරිවර්තනය කළ හැකිය.

$$\underset{\text{කහ}}{[CuCl_4]^{2-}(aq)} + 6H_2O(l) \longrightarrow \underset{\text{නිල්}}{[Cu(H_2O)_6]^{2+}(aq)} + 4Cl^-(aq)$$

## 4.5 භෂ්ම සමඟ ප්‍රතික්‍රියා

සාමාන්‍යයෙන් 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය භාෂ්මික ද්‍රාවණයන්ට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියාශීලී නොවේ. ස්කැන්ඩියම් NaOH සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කොට $Na_3[Sc(OH)_6]$ සහ හයිඩ්‍රජන් ලබා දේ.

$$2\ Sc(s) \ + \ 6\ NaOH(aq) \ + \ 6\ H_2O(l) \longrightarrow 2\ Na_3[Sc(OH)_6] \ + \ 3\ H_2(g)$$




$[Sc(OH)_6]^{3-}$

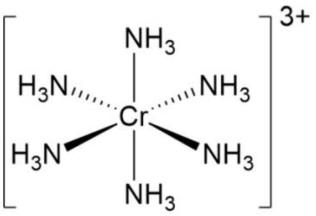
ටයිටේනියම් සාමාන්‍ය තත්ත්ව යටතේ දී හෝ රත්කළ විට හෝ භෂ්ම සමඟ ප්‍රතික්‍රියාවක් නොපෙන්වයි. වැනේඩියම් ලෝහය ද්‍රව වූ ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩයන්ට ප්‍රතිරෝධී වේ. නිකල් ජලීය සෝඩියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරයි.

### ජලීය ඇමෝනියා හෝ NaOH සමඟ සරල ලවණයන්හි ප්‍රතික්‍රියා

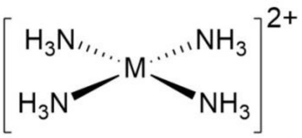
$CrCl_3(aq)$ + වැඩිපුර $NH_3(aq) \longrightarrow [Cr(NH_3)_6]Cl_3(aq)$ (දම්)

$Cu^{2+}(aq)$ + 4 $NH_3(aq) \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq)$ (තද නිල්)

$NiSO_4(aq)$ + 4 $NH_3(aq) \longrightarrow [Ni(NH_3)_4]SO_4(aq)$ (නිල්)




$[Cr(NH_3)_6]^{3+}$




$[M(NH_3)_4]^{2+}$
M = Cu, Ni, Zn

ZnO, ජලීය NaOH හි දිය වී $Na_2[Zn(OH)_4]$ ලබා දේ.

$$ZnO \ + \ 2\ NaOH + H_2O \longrightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$$

ආන්තරික ලෝහයන්හි බොහොමයක් ජලීය සංකීර්ණ, NaOH හෝ ජලීය $NH_3$ සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කොට අදාළ ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩය අවක්ෂේප කරවයි. උදාහරණයක් ලෙස

$CrCl_3(aq)$ + 3 $NH_3(aq) \longrightarrow Cr(OH)_3(s)\downarrow$(නිලට හුරු කොළ) + 3 $NH_4Cl(aq)$

$$CrCl_3(aq) + 3\ NaOH(aq) \longrightarrow Cr(OH)_3(s)\downarrow + 3\ NaCl(aq)$$

$$ZnSO_4(s) + 2\ NH_3(aq) + 2\ H_2O(l) \longrightarrow Zn(OH)_2(s)\downarrow + (NH_4)_2SO_4(aq)$$

$$Zn(OH)_2(s) + \text{excess}\ NH_3(aq) \longrightarrow [Zn(NH_3)_4]^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq)$$

## සාරාංශය

- විද්‍යුත් ධනතාවය අධික ක්ෂාර ලෝහ, ජලය සමග ප්‍රචණ්ඩ ලෙස ප්‍රතික්‍රියා කොට හයිඩ්‍රජන් සහ ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් ලබා දෙයි.

- ආන්තරික ලෝහ ලවණ, ජලයෙහි දිය වී ජලීය සංකීර්ණ දෙන අතර ජල අණුවේ ඔක්සිජන් දායක පරමාණුව ලෙස ක්‍රියා කරයි.

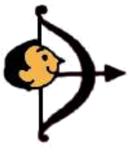
- ඔක්සිජන් සමග 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය, ප්‍රතික්‍රියා කොට ලෝහ ඔක්සයිඩ ඇති කරයි. ඔක්සයිඩයේ සංයුතිය ලෝහයේ ඔක්සිකරණ අවස්ථාව මත රඳා පවතී.

- *s*- සහ *p*-ගොනුවල මූලද්‍රව්‍ය මෙන් 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය හැලජන සමග ප්‍රතික්‍රියා කර ලෝහ හේලයිඩ ලබාදෙයි. හේලයිඩයේ සංයුතිය, ලෝහයේ ඔක්සිකරණ අවස්ථාව මත රඳා පවතී. උදාහරණයක් ලෙස, ස්කැන්ඩියම් පිළිවෙළින් $ScF_3$ , $ScCl_3$ , $ScBr_3$සහ $ScI_3$ යන ට්‍රයිහේලයිඩ ඇති කරයි.

- බොහොමයක් 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය, ඛනිජ අම්ල හා ප්‍රතික්‍රියා කරයි.

- උදා, ස්කැන්ඩියම් ලෝහ, තනුක හයිඩ්‍රොක්ලෝරික් අම්ලයෙහි පහසුවෙන් දිය වී සජල Sc(III) අයන සහ හයිඩ්‍රජන් වායුව ලබා දේ.

- ආන්තරික ලෝහයන්හි බොහොමයක් ජලීය සංකීර්ණ, ජලීය NaOH හෝ ජලීය $NH_3$ සමග ප්‍රතික්‍රියා කර අදාළ ලෝහ හයිඩ්‍රොක්සයිඩ අවක්ෂේපය ලබාදෙයි.



## අරමුණු

මෙම සැසිය අවසානයේ දී ඔබට පහත දෑ කිරීමට හැකියාව තිබිය යුතුය.

ජලය, ඔක්සිජන්, හැලජන, අම්ල සහ භෂ්ම සමග ආන්තරික ලෝහ, ප්‍රතික්‍රියා කරන තත්ත්වයන් සහ ඵල පිළිබඳව විස්තර කිරීමට

## ක්‍රියාකාරකම

4.4 ටයිටේනියම්හි ද්විසංගී ඔක්සයිඩ තුනෙහි අණුක සූත්‍ර ලියන්න. ටයිටේනියම් ලෝහය හුමාලය හා ප්‍රතික්‍රියා කොට නිපදවන්නේ කුමන ටයිටේනියම් ඔක්සයිඩය ද?

4.5 හුමාලය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරන ආන්තරික ලෝහ තුනක් නම් කරන්න.

4.6 එක් ආකාරයක ලෝහ ඔක්සයිඩ පමණක් ඇතිකරන $3d$-මූලද්‍රව්‍ය දෙක මොනවා ද?

4.7 $M_2O$ ආකාරයේ ලෝහ ඔක්සයිඩය ඇතිකරන $3d$-මූලද්‍රව්‍යය කුමක් ද?

4.8 $M_2O_5$ ආකාරයේ ලෝහ ඔක්සයිඩය ඇතිකරන්නේ කුමන $3d$-මූලද්‍රව්‍යය ද?

4.9 $M_2O_7$ ආකාරයේ ලෝහ ඔක්සයිඩය ඇතිකරන්නේ කුමන $3d$-මූලද්‍රව්‍යය ද?


ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලයීය ප්‍රකාශනයකි
2016

# 5. ආන්තරික ලෝහ නිස්සාරණය සහ ප්‍රයෝජන

## හැඳින්වීම

1 සිට 4 දක්වා සැසියන්හි දී *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්හි රසායනය පිළිබඳව ඒවායේ භෞතික රසායනික සහ උත්ප්‍රේරක ගුණ සහ ලෝහ සංකීර්ණ නාමකරණය යනාදිය ආවරණය වන පරිදි අපි සාකච්ඡා කළෙමු. ආන්තරික ලෝහ වැදගත් කාර්යන් රාශියක් ඉටු කරයි. උදාරණයක් ලෙස මිනිසා තුළ ඔක්සිජන් පරිවහනය කරන යකඩ අඩංගු හීම් (Haem) ඒකකය. ජීව පද්ධතිය තුළ හමුවන එන්සයිමවල ක්‍රියාකාරී කොටසෙහි (active sites) බොහොමයක් 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය අඩංගු වේ. විටමින් $B_{12}$ වල කොබෝල්ට් අයනයක් අන්තර්ගතය. මෙම සැසියේ දී ආන්තරික ලෝහ නිස්සාරණය සඳහා භාවිතා කරනු ලබන ක්‍රම සහ ඒවායේ ප්‍රයෝජන පිළිබඳව කෙටියෙන් අධ්‍යයනය කරනු ලබන අතර යකඩ සහ කොපර් පිළිබඳව විශේෂ අවධානයක් යොමු කරනු ලැබේ.

## 5.1 පැවැත්ම

පෘථිවි කබොලේ වඩාත් බහුල 3*d*-මූලද්‍රව්‍යය යකඩ (Fe) වේ. එය මුළු කබොලෙහි සංයුතියෙන් 6% ක් පමණ වේ. ඊළඟට වඩාත් බහුල 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය වනුයේ ටයිටේනියම් (0.6%) සහ මැංගනීස් (0.1%) වේ. ඉතිරි මූලද්‍රව්‍යයන් (V, Cr, Co, Ni සහ Cu) විරල වන අතර සුළු වශයෙන් පැතිරී ඇත (0.01% වඩා අඩුවෙන්). 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන් බොහොමයක් පවතින්නේ ඒවායේ ඔක්සයිඩ, ජලීය ඔක්සයිඩ, කාබනේට, සල්ෆේට සහ ආසනේට ලෙස ය. 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි මූලික ඛනිජ සහ අනෙකුත් ප්‍රභව වගුව 5.1 හි දී ඇත.

**5.1 වගුව:** 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි මූලික ඛනිජ සහ අනෙකුත් ප්‍රභව

| මූලද්‍රව්‍යය | ඛනිජ ප්‍රභව |
|---|---|
| **Sc** | Thortveitite $ScSi_2O_7$ |
| **Ti** | Rutile $TiO_2$, ilmenite $FeTiO_3$ |
| **V** | Partronite (complex sulphide); vanbadinite $Pb_5(VO_4)_3Cl$; camotite $K(OU_2)VO_4{\cdot}1.5H_2O$ |
| **Cr** | Chromite $FeCr_2O_4$; crocoite $PbCrO_4$; chrome ochre $Cr_2O_3$ |
| **Mn** | Silicate; pyrolusite $MnO_2$; hausmannite $Mn_3O_4$; rhodochrosite$MnCO_3$ |
| **Fe** | Haematite, $Fe_2O_3$; magnetite $Fe_3O_4$. limonite $FeO(OH)$; siderite$FeCO_3$; pyrites $FeS_2$ |
| **Co** | Smallite $CoAs_2$; cobailite $CoAsS$; linnaeite $Co_3S_4$; in association withNi in arsenic-containing ores |
| **Ni** | Laterites such as gamierite $(Ni,Mg)_6Si_4O_{10}(OH)_8$ and nickeliferrous limonite $(Fe,Ni)O(OH)_nH_2O$; garnierte $(Ni, Mg)_6Si_4O_{10}(OH)_8$; sulphides such as pentlandite $(Ni,Fe)_9S_8$; associated with Cu, Co andother precious metals in combination with As, Sb and S |
| **Cu** | Chalcopyrite $CuFeS_2$; copper glance or chalcolite $Cu_2S$; cuprite $Cu_2O$;malachite $Cu_2CO_3(OH)_2$ |
| **Zn** | Zinc blende $ZnS$; smithsonite $ZnCO_3$ |

පෘථිවි කබොලෙහි 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි බහුලතාවය 5.2 වගුවෙහි දී ඇත.

**5.2 වගුව:** පෘථිවි කබොලෙහි 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි බහුලතාවය

| මූලද්‍රව්‍ය | බහුලතාවය | මූලද්‍රව්‍ය | බහුලතාවය |
|---|---|---|---|
| O | 46 | Cl | 0.1 |
| Si | 28 | Cr | 0.04 |
| Al | 8.1 | C | 0.03 |
| Fe | 5.1 | V | 0.02 |
| Ca | 3.6 | Ni | 0.008 |
| Na | 2.9 | Cu | 0.007 |
| K | 2.6 | Co | 0.002 |
| Mg | 2.1 | Pb | 0.001 |
| Ti | 0.6 | Sc | 0.0005 |
| Mn | 0.1 | Zn | 0.0001 |

## මූලද්‍රව්‍ය බහුලතාවය

පෘථිවි කබොලෙහි වඩාත් බහුලව පවතින මූලද්‍රව්‍යයන් වනුයේ ඔක්සිජන්, සිලිකන් සහ ඇලුමිනියම් ය. පෘථිවි කබොලෙහි පවතින වඩාත්ම බහුල *s*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන් වනුයේ Ca, Na, K සහ Mg ය. Ca, K, Na සහ Mg, මිනිස් සිරුරෙහි පවතින වඩාත්ම සුලභ ලෝහ වේ.

**ප්‍රඃ** මිනිස් සිරුරෙහි ඇති වඩාත් බහුල මූලද්‍රව්‍ය හතර මොනවා ද ?

**පිඃ** H, O, C සහ N

## 5.2 නිස්සාරණ ක්‍රම

ආන්තරික ලෝහ ප්‍රධාන වශයෙන් පවතින්නේ සල්ෆයිඩ සහ ඔක්සයිඩ ලෙස ය. ප්‍රතික්‍රියාශීලී බවෙන් අඩු (උදා: Cu, Au, Pt) මූලද්‍රව්‍ය සංයෝජනය නොවූ මූලද්‍රව්‍ය ලෙස පවතී. ලෝහ නිධි ඔක්සිහරණය කිරීමට කාබන් හෝ කාබන් මොනොක්සයිඩ් හෝ හයිඩ්‍රජන් හෝ ප්‍රතික්‍රියාශීලි ලෝහ පහත දැක්වෙන ආකාරයට යොදා ගත හැක.

$$MO(s) + C(s) \longrightarrow M(s) + CO(g)$$
$$MO(s) + CO(g) \longrightarrow M(s) + CO_2(g)$$
$$MO(s) + H_2(g) \longrightarrow M(s) + H_2O(l)$$
$$TiCl_4(l) + 2\,Mg(s) \longrightarrow Ti(s) + 2MgCl_2(s)$$

ලෝහ නිස්සාරණය සඳහා පහත සඳහන් පියවර භාවිතා කරයි.

1 යම් ලෝහයක්, එහි නිධියෙන් නිස්සාරණය කිරීමේ පළමු පියවරේ දී නිධිය සාන්ද්‍ර කිරීම සිදු කරනු ලබයි. අනවශ්‍ය පාෂාණ ආදියෙන් නිධිය වෙන්කිරීම සඳහා විවිධ ක්‍රියාවලි භාවිතා කරනු ලැබේ. සමහර අවස්ථාවන්හි දී ඉපිලුම (flotation) භාවිතා කරන අතර මෙහි දී ජල ධාරාවන් මගින් සුන්බුන් (debris) පිටතට යවනු ලබන අතර ඝන නිධියක් ඉතිරි කරයි.

2 සල්ෆයිඩ නිධි, අදාළ ඔක්සයිඩ බවට පත්කිරීමට සාමාන්‍යයෙන් ඒවා පුළුස්සනු ලැබේ.

3 සංශුද්ධ නිධි (ලෝහ ඔක්සයිඩ හෝ හේලයිඩ) ලෝහ බවට ඔක්සිහරණය කළයුතු වේ. ඔක්සිහාරකය (උදා: C, CO, $H_2$, Al ආදිය) තෝරා ගැනීම ආර්ථික තත්ත්වය මෙන්ම රසායනික සාධක මගින් ද පාලනය වන අතර අවශ්‍ය ලෝහ සංශුද්ධතාවය මත ද රඳා පවතී.

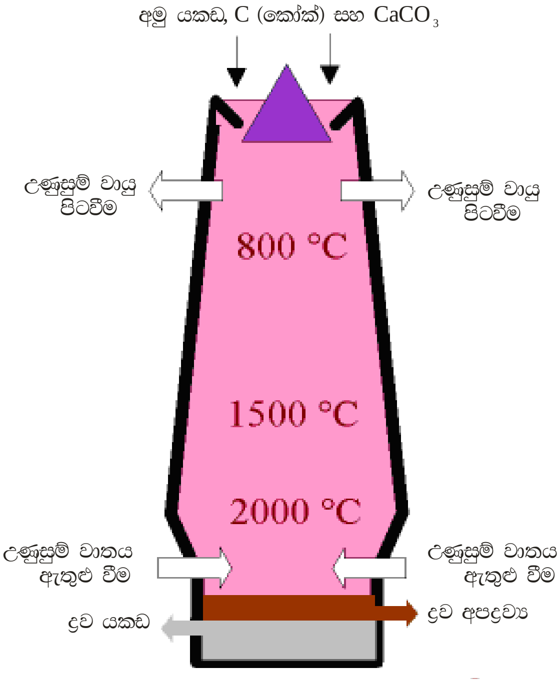
4 ඔක්සිහාරකය ලෙස කෝක් භාවිතා කිරීමේ දී ප්‍රධාන අපද්‍රව්‍ය ලෙස කාබන් පවතී. කාබන් ඉවත් කිරීම, අසංශුද්ධ ලෝහය වායු ධාරාවක් තුළ රත් කිරීමෙන් සිදු කරනු ලැබේ. තවදුරටත් පිරිසිදු කිරීම විද්‍යුත් විච්ඡේදනය මගින් සිදුකර ගත හැකි ය (උදා: Cu, Ag, Cr ආදිය).

### යකඩ නිස්සාරණය

යකඩ යනු වඩා වැදගත් ලෝහ අතරින් එකකි. එය ස්වභාවයේ දී ඔක්සයිඩ හෝ සල්ෆයිඩ ලෙස පවතී. උදාහරණ ලෙස හිමටයිට් $Fe_2O_3$; මැග්නටයිඩ් $Fe_3O_4$ සහ අයන් පයිරයිට්ස් $FeS_2$. යකඩ ඔක්සයිඩ, කාබන් මොනොක්සයිඩ් මගින් ඔක්සිහරණය කිරීමෙන් යකඩ ලබාගත හැකිය.

යකඩ නිධිවල හීමටයිට් $Fe_2O_3$අඩංගු වේ. $Fe_2O_3$, Feබවට ඔක්සිහරණය කාබන්මොනොක්සයිඩ් මගින් 800-2000 $^oC$ වැනි අධික උෂ්ණත්වවලදී ධාරා ඌෂ්මකයක් (blast furnace) තුළදී සිදු කෙරේ.

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




**5.1 රූපයː ධාරා ඌෂ්මකය තුළ මූලික පියවර**[7]

හුණුගල්, කෝක් සහ යකඩ ප්‍රභවයන් අඩංගු මිශ්‍රණයක් සමග ඌෂ්මකය ආරෝපණය කරගනු ලැබේ. ඌෂ්මකයේ පහළින් පීඩනයක් යටතේ වාතය ඇතුල් කරනු ලැබේ. මෙහි දී කෝක් ඔක්සිජන් සමග සංයෝජන වී CO නිපදවනු ලැබේ. මෙය තාපදායක ක්‍රියාවලියක් වන අතර ඌෂ්මකයේ ක්‍රියාවලිය පවත්වා ගැනීම සඳහා අවශ්‍ය ශක්තිය සැපයීම සඳහා මෙය ආධාර වේ.

CaO ජනනය සඳහා හුණුගල් එකතු කිරීමේ හේතුව.

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

නිධියෙහි අඩංගු සිලිකා සමග CaO ප්‍රතික්‍රියා වී ද්‍රව $CaSiO_3$ නිපදවන අතර එය ඌෂ්මකයේ පහළින් ඉවත් කෙරේ.

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

ද්‍රව අයන් ඌෂ්මකයෙන් ඉවතට ගෙන අච්චු (moulds) තුළට වාත්තු කළ හැකිය. එය පිරිසිදු නොවන බැවින් එය “අමු යකඩ” (pig iron) ලෙස හඳුන්වයි. සාමාන්‍යයෙන් බොහොමයක් ද්‍රව යකඩ වානේ බවට පත් කෙරේ. මෙය අසංශුද්ධ ද්‍රව යකඩ තුළින් ඔක්සිජන් යැවීමෙන් සිදු කරනු ලැබේ. ඔක්සිජන් මගින් කාබන් සහ පොස්පරස් වැනි අපද්‍රව්‍ය ඒවායේ ඔක්සයිඩ බවට ඔක්සිකරණය කරන අතර ද්‍රව යකඩ වෙතින් වායු හෝ ලෝබොර වෙතට අවශෝෂණය කරවීමෙන් ඉවත් කරනු ලැබේ. යකඩ තුළ කාබන් අඩංගු ප්‍රමාණය මගින්යකඩවල ස්වභාවය නිර්ණය කරයි.

## කොපර් නිස්සාරණය

කොපර්හි පොදුවේ දැකිය හැකි නිධිය "කැලකොෆයිරයිට්" (Chalcopyrite) ($CuFeS_2$) වේ. ප්‍රධාන ක්‍රම දෙකක් මගින් කොපර් නිස්සාරණය කළ හැකිය.

1 තාප ලෝහ කාර්මික ක්‍රමය - සල්ෆයිඩ නිධිවලින් නිස්සාරණය
2 ද්‍රව ලෝහ කාර්මික ක්‍රමය -

ද්‍රව නිස්සාරණය (සංකීර්ණ කාරකයක් භාවිතයෙන් $Cu^{2+}$ අයන සාන්ද්‍ර කිරීම) සහ ඉන්පසුව සිදුකරනු ලබන විද්‍යුත් විච්ඡේදනය මගින් රසායනික ද්‍රාවණයකින් ($Cu^{2+}$) කොපර් ලබාගැනීම.

## තාප ලෝහ කාර්මික ක්‍රමය

සල්ෆයිඩ නිධිවලින් කොපර් නිස්සාරණය ප්‍රධාන පියවර හතරකින් සමන්විත වේ.

- i කැණීම (අමුද්‍රව්‍ය හැරීම සහ එක්රැස් කිරීම, mining)
- ii. ඇඹරීම (අනවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය ඉවත්කොට අමුද්‍රව්‍ය ඇඹරීම, grinding)
- iii. විරුවීම (smelting)
- iv. ශුද්ධ කිරීම (refining)

## විරුවීම

සාන්ද්‍ර කරන ලද නිධිය සිලිකන් ඩයොක්සයිඩ් (සිලිකා) සහ වාතය (හෝ ඔක්සිජන්) සමඟ ඌෂ්මකයක හෝ ඌෂ්මක ශ්‍රේණියක් තුළ ප්‍රබල ලෙස රත්කරනු ලැබේ.

කැල්කොපයිරයිට් තුළ ඇති කොපර්(II) අයන, කොපර්(I) සල්ෆයිඩ් බවට තවදුරටත් ඔක්සිහරණය වේ. (අවසාන අදියරේ දී මෙය කොපර් ලෝහය(Cu) බවට තවදුරටත් ඔක්සිහරණය වේ).

මෙම ක්‍රියාවලියේ දී කැල්කොපයිරයිට්හි ඇති යකඩ (අයන්) ඉවත් කරනු ලබන අතර අයන්(II) සිලිකේට් ලෝබොර බවට පරිවර්තනය කෙරේ.

කැල්කොපයිරයිට් තුළ ඇති බොහොමයක් සල්ෆර් සල්ෆර්ඩයොක්සයිඩ් වායු බවට පත් වේ. මෙය ස්පර්ශ ක්‍රියාවලිය මගින් සල්ෆියුරික් අම්ලය නිපදවීම සඳහා භාවිතා කරයි.

## ශුද්ධ කිරීම

ඉහළ තත්ත්වයේ කොපර් ලබා ගැනීම සඳහා විද්‍යුත් රසායනික ක්‍රම මගින් සිදු කරන ක්‍රියාවලියෙහි අවසාන අදියර මෙය වේ.

මෙම පියවර ශ්‍රේණිය සඳහා සම්පූර්ණ සමීකරණය පහත දී ඇත.

$$2\,CuFeS_2 + 2\,SiO_2 + 4\,O_2 \longrightarrow Cu_2S + 2\,FeSiO_3 + 3\,SO_2$$

නිපදවන ලද කොපර්(I) සල්ෆයිඩ අවසාන වායු ධාරාව මගින් කොපර් බවට පත් කරයි.

$$Cu_2S + O_2 \longrightarrow 2\,Cu + SO_2$$

**ප්‍රශ්නය:** ඉහත විද්‍යුත් ශුද්ධ කිරීම සඳහා කැතෝඩ සහ ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියා ලියන්න.

**පිළිතුර:** $Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s)$ (කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව)

$Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e$ (ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව)

## 5.3 මිශ්‍ර ලෝහ

මිශ්‍ර ලෝහයන්හි ව්‍යුහාත්මක කාර්යයන් සඳහා *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍ය ගණනාවක් වැඩි වශයෙන් භාවිතා කරයි. මිශ්‍ර ලෝහයක් යනු ලෝහයක සහ වෙනත් මූලද්‍රව්‍යයන් එකක් හෝ වැඩි ගණනාවක ඒකාකාර මිශ්‍රණයකි. මිශ්‍ර ලෝහයක සංඝටක ලෝහය අනුව ඒවාහි විවිධ ගුණාංග පවතී. ප්‍රධාන සංඝටකය ලෙස යකඩ අඩංගු වන මිශ්‍ර ලෝහය වානේ ලෙස හඳුන්වයි. වානේ වර්ග දෙකක් පවතී. එනම් කාබන් සහ මිශ්‍ර ලෝහ වානේ. මුළු වානේ නිෂ්පාදනයෙන් 90% ක පමණ කාබන් වානේ (carbon steel) වේ.

### කාබන් වානේ

පවතින කාබන් ප්‍රතිශතය අනුව කාබන් වර්ග ආකාර තුනකි .

i. මෘදු වානේ (mild steel)
ii. මධ්‍ය වානේ (medium steel)
iii. අධි කාබන් වානේ (high carbon steel)

කාබන් වානේවල දැඩි බව කාබන් ප්‍රමාණය වැඩිවත්ම වැඩි වේ.

**5.3වගුව:** කාබන් සංයුතිය සහ කාබන් වානේවල ප්‍රයෝජන

| කාබන් වානේ වර්ගය | කාබන් ප්‍රතිශතය (%) | ප්‍රයෝජන |
|---|---|---|
| මෘදු වානේ | 0.2 | යන්ත්‍ර නිර්මාණකරණය, මෝටර් රථ, වයර් සහ ඇණ |
| මධ්‍ය වානේ | 0.3-0.6 | කුළුණු, විදුම් කටු සහ දුනු |
| අධි කාබන් වානේ | 0.6-1.5 | පිහි, මිටි සහ නියන |

### මිශ්‍ර ලෝහ වානේ

මිශ්‍ර ලෝහ වානේවල අඩංගු වන්නේ අයන්, කාබන් සහ Al, Cr, Co, Mo, Ni, Ti, W සහ/හෝ V වැනි ලෝහ එකක් හෝ කිහිපයකි. මල නොකන වානේහි Cr සහ Ni වැනි අනෙකුත් ලෝහද, අඩංගු වේ. උපකරණ වානේ (tool steel) හි Wහෝ Mn අඩංගු වේ. ආන්තරික ලෝහ අයන්වලට එක් කිරීමෙන් ලෝහයේ දැඩිබව වැඩිකරන අතර මිශ්‍ර ලෝහය විබාදනයට ප්‍රතිරෝධී වේ. සමහරක් පොදු වශයෙන් දැකිය හැකි මිශ්‍ර ලෝහ වානේ පහත දී ඇත.

| | | |
|---|---|---|
| මල නොකන වානේ | - | Fe (73%) , Cr (18%), Ni (8%) සහ C (1%) |
| ටංග්ස්ටන් වානේ | - | Fe (81%) , W (18%) සහ C (1%) |
| කොබෝල්ට් වානේ | - | Fe (90%) , Co (9%) සහ C (1%) |
| මැංගනීස් වානේ | - | Fe (86%) , Mn (13%) සහ C (1%) |

### කොපර් මිශ්‍ර ලෝහ

විවිධ වර්ගයේ මිශ්‍ර ලෝහයන්හි කොපර් භාවිතා කරයි. වඩාත් වැදගත් මිශ්‍ර ලෝහ පහත 5.4 වගුවේ දී ඇත .

**5.4 වගුව:** කොපර් මිශ්‍ර ලෝහ

| මිශ්‍ර ලෝහ | සංයුතිය |
|---|---|
| පිත්තල (Brass) | Cu සහ Zn (5 – 45%) |
| ලෝකඩ (Bronze) | Cu සහ Sn (1 – 15%) |
| ඇලුමිනියම් ලෝකඩ | Sn සහ Al (1 – 15%) |
| පොස්පරස් ලෝකඩ | Cu, Sn සහ P (ca 1 %) |
| කියුප්‍රොනිකල් (Cupronickel) | Cu සහ Ni (10 – 30%) |

ඩියුරලුමින් (Duralumin) හි Al (95%), Cu (4%) සහ අනෙක් ලෝහ ද අඩංගු වේ. පිව්ටර් (Pewter) හි Sn (70-99%) සහ Cu හෝ Pb (1-15%) අඩංගු වේ.

## 5.4 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ප්‍රයෝජන සහ ඒවාහි සංයෝග

### ස්කැන්ඩියම්

Sc හි විරලතාවය නිසා Sc බහුලව භාවිතා නොකරන නමුත් අධි තීව්‍රතා ලාම්පු වැනි සමහරක් ඉලෙක්ට්‍රොනික උපාංගවල Sc භාවිතා කරයි. විකිරණශීලී සමස්ථානිකය (Sc-46) බොර තෙල් සඳහා වූ ප්‍රසාදනාගාරයන් (refinery crackers) හි ගවේෂණකාරක (tracing agent) ලෙස භාවිතා කරයි.

### ටයිටේනියම්

ටයිටේනියම් අනෙකුත් *d*-ගොනුවේ මූලද්‍රව්‍යයන්ට වඩා ඝනත්වයෙන් අඩු ය. Ti ලෝහය සහ එහි Al අඩංගු මිශ්‍ර ලෝහ, ගුවන් යානා කර්මාන්තයේ දී වැඩි වශයෙන් (ගුවන් මිසයිල සහ ජෙට් එන්ජින් නිපදවීම) භාවිතා වේ. මල නොකන වානේවලට වඩා වැඩි විඛාදන ප්‍රතිරෝධීතාවයක් Ti වලට ඇත. ඇල්කීන බහු අවයවීකරණයේ දී සහ-උත්ප්‍රේරකයක් (co-catalyst) ලෙස $TiCl_4$ සහ $TiCl_3$ භාවිතා කරයි. $TiO_2$ තීන්ත, කඩදාසි, ප්ලාස්ටික්, රූපලාවන්‍ය ද්‍රව්‍ය, කෘත්‍රිම කෙඳි සහ රෙදිපිළි නිෂ්පාදනයේ දී සුදු වර්ණකයක් ලෙස භාවිතා කරයි. Ti, වානේ මෙන්ම ශක්තිමත් ය, නමුත් 45% ක් පමණ සැහැල්ලු ය. එය 60% කින් පමණ Al වලට වඩා බරවන නමුත් දෙගුණයක් පමණ ශක්තිමත් ය.

## වැනේඩියම්

$SO_2$, $SO_3$ බවට ඔක්සිකරණයේ දී උත්ප්‍රේරකයක් ලෙස $V_2O_5$ භාවිතා කරයි. ෆෙරෝවැනේඩියම් (ferrovanadium) මිශ්‍ර ලෝහය (50% Fe) දුනු ලෙස ද අධිවේගී කපන උපකරණ සඳහා ද භාවිතා කරයි.

## ක්‍රෝමියම්

ෆොරොක්‍රෝම් (ferrochrome) මිශ්‍රලෝහ මලනොබඳින වානේ (12-26% Cr) සහ උපකරණ වානේ (tool steel) (3-6%Cr) නිපදවීමට භාවිතා කරයි. විද්‍යුත් ලෝහාලේපන ආරක්ෂිත ආලේපනයක් ලෙස ද Cr භාවිතා කරයි. $Cr_2O_3$ හරිත වර්ණකයක් ලෙස භාවිතා කරන අතර ක්‍රෝම්-කොළ, ක්‍රෝම්-තැඹිලි, ක්‍රෝම්-කහ සහ ක්‍රෝම්-රතු $PbCrO_4$ මත පදනම් වූ සියලුම වර්ණක වේ.

## මැංගනීස්

$KMnO_4$ යනු ආම්ලික ද්‍රාවණයන්හි දී ප්‍රබල ඔක්සිකාරකයකි.එසේම එය දුබල විෂබීජ නාශකයකි.

## යකඩ

වානේ නිපදවීමට යකඩ භාවිතා කරයි. උදාහරණයක් ලෙස මලනොකන වානේ, මැංගනීස් වානේ, කොබෝල්ට් වානේ, ටංග්ස්ටන් වානේ. $Na_2[Fe(CN)_5NO]$ (වෙළඳ නාමය Nipride) යනු අධි රුධිර පීඩනය (hypertension) සහ වාහිණී ප්‍රසාරණය (vasodilation) සඳහා භාවිතා කරන අකාබනික ඖෂධයකි. $N_2$ සහ $H_2$ මගින් $NH_3$ නිෂ්පාදනය කිරීමේ දී (හේබර් ක්‍රමය), Fe හෝ $Fe_2O_3$ උත්ප්‍රේරකයන් ලෙස භාවිතා කරයි.

## කොබෝල්ට්

Cr සහ W සමග Co මිශ්‍ර ලෝහ සාදන අතර අධිවේගී, අධි බරැති ක්‍රියා, අධි උෂ්ණත්ව කපන උපකරණ සඳහා භාවිතා කරයි. සමහරක් ලවණ ශත වර්ෂ ගණනාවක සිට දීප්තිමත් සහ දිගු කල්පවතින නිල්පැහැයක් සහිත පෝසිලේන් වීදුරු, මැටි භාණ්ඩ, පිඟන්, ගඩොල් සහ එනැමල් නිපදවීමට භාවිතා කරයි. Co-60 කෘත්‍රිම සමස්ථානිකයක් වන අතර වැදගත් ගැමා කිරණ ප්‍රභවයක් වේ. මෙය ඉතාමත් ම අඩුවෙන් පවතින ද්‍රව්‍යයකි (tracer). එය රේඩියෝ ප්‍රතිකාරකයක් ලෙස භාවිතා කරයි. කොබෝල්ට් ක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණයක් සංස්ලේෂක තීන්ත (sympathetic ink) වර්ගයක් ලෙස භාවිතා කරයි.

## නිකල්

මාගරින් නිපදවීමේ දී එළවළු තෙල් ඝන කිරීම සඳහා නිකල් භාවිතා කරයි.හයිඩ්‍රජිනේස් සහ යුරේස් නැමැති එන්සයිමවල Ni අඩංගු වේ. ආහාර නිපදවීම සඳහා විෂ රහිත, විඛාදන රහිත ලෝහ අවශ්‍ය විට Ni භාවිතා කරයි.

## කොපර්

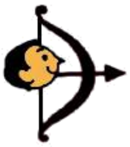
කොපර්, විද්‍යුත් සන්නායකයක් ලෙස ද මිශ්‍ර ලෝහ වාත්තු කිරීම සඳහා ද කාසි නිපදවීම සඳහා ද එහි ඇති නිෂ්ක්‍රියතාවය නිසා ජල නල සඳහා ද යොදා ගනියි. බ්‍රෝඩෙක්ස් (Bordeaux) {$CuSO_4$සහ $Cu(OH)_2$}ඉහිය (spray) කෘෂිකර්මාන්තයේ දී දිලීර ආසාදන වැළැක්වීමට භාවිතා කරයි. කොපර්හි මිශ්‍ර ඔක්සයිඩ, අධිසන්නායක ලෙස භාවිතා කරයි උදා. $La_{2-x}Ba_xCuO_{(4-y)}$.

## සින්ක්

මලකෑම වැළැක්වීම සඳහා යකඩ මත ආලේපනය කිරීම (ගැල්වනයිස් කිරීම); මිශ්‍ර ලෝහ සෑදීම (උදා: පිත්තල); ලෝහ කොටස් වාත්තු කිරීම; බැටරි ඉලෙක්ට්‍රෝඩ වැනි ඒවා සින්ක්හි ප්‍රයෝජන වේ. දිලිසෙන මුහුණත් (luminous dials) සෑදීමට, TV තිර, X කිරණ සහ ප්‍රතිදීප්ත පහන් නිපදවීම සඳහා ZnS භාවිතා කරයි. මිනිසාගේ සහ සතුන්ගේ වැඩීමට ද අත්‍යාවශ්‍ය මුලද්‍රව්‍යයකි. තීන්ත, රබර් නිෂ්පාදන, සබන් සහ රූපලාවන්‍ය කර්මාන්තයේ දී ZnO භාවිතා කරයි.

## සාරාංශය

- පෘථිවි කබොලෙහි ඇති වඩාත්ම බහුල 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය අයන් සහ ටයිටේනියම් ය.
- අයන් වාණිජමය ලෙස නිස්සාරණය කරගනු ලබන්නේ එහි නිධි වන හිමටයිට් ($Fe_2O_3$) සහ මැග්නටයිට් ($Fe_3O_4$) වලිනි.
- ධාරා උෂ්මක තුළ දී අයන් නිධි CO මගින් ඔක්සිහරණ කරවීමෙන් අයන් නිපදවා ගනු ලැබේ. ලෝ බොර ලෙස අපද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීමට හුණුගල් එකතු කරනු ලැබේ.
- කැල්කොපයිරයිට්ස් (chalcopyrite) වලින් කොපර් නිස්සාරණය කරනු ලැබේ. නිධියෙහි අඩංගු $Cu_2S$ වාතයේ දී සිලිකා සමග රත් කිරීමෙන් ඔක්සිහරණය කරනු ලැබේ.
- 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය සහ ඒවායේ සංයෝගයන්හි ප්‍රයෝජන දී ඇත .



## අරමුණු

මෙම සැසිය අවසානයේ දී පහත දෑ සිදු කිරීමට ඔබට හැකි විය යුතුය.

- 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි ඛනිජ ප්‍රභව ලැයිස්තු ගත කිරීම
- පෘථිවි කබොලෙහි 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන්හි බහුලතාවය සැසඳීම
- අයන් සහ කොපර් ඒවායේ නිධිවලින් නිපදවීම සාකච්ඡා කිරීම
- අයන් සහ කොපර් පදනම් කරගෙන මිශ්‍ර ලෝහයන්හි සංයුතිය සැසඳීම
- 3*d*-මූලද්‍රව්‍ය සහ ඒවායේ සංයෝගයන්හි ප්‍රයෝජන සාකච්ඡා කිරීම

## ක්‍රියාකාරකම

5.1 ටයිටේනියම්හි ඛනිජ ප්‍රභව 2ක් නම් කරන්න.

5.2 කොපර් නිධි දෙකක් නම් කරන්න.

5.3 i. Chromite ii. Pyrolusite iii. Siderite iv. Cuprite
යන ඒවායේ රසායනික සංයුතිය ලියන්න.

5.4 පෘථිවි කබොලෙහි බහුලවම පවතින මුලද්‍රව්‍ය 3 මොනවා ද ?

5.5 මිනිස් සිරුරෙහි බහුලතම ලෝහ වර්ග 4 මොනවා ද ?

5.6 මිනිස් සිරුරෙහි බහුලතම 3*d*-මූලද්‍රව්‍යයන් මොනවා ද ?

5.7 හිමටයිට්වලින් අයන් නිපදවීමේ කාර්මික ක්‍රමය පහදන්න.

5.8 කොපර්හි මිශ්‍ර ලෝහ සහ ඒවායේ සංඝටක ලැයිස්තු ගත කරන්න.

5.9 තාප ලෝහ කාර්මික ක්‍රමය මගින් කොපර් නිෂ්පාදනය කිරීමේ පියවර 4 මොනවාද ?

# Glossary/ගැටපද විවරණය

Alloys : Metallic substance made by mixing and fusing two or more metals, or a metal and a nonmetal, to obtain desirable qualities such as hardness, lightness, and strength, *e.g.* brass, bronze, steel, *etc.*

මිශ්‍ර ලෝහ : දෘඪතාවය, සැහැල්ලු බව සහ ශක්තිමත් බව යන අභිමත ලක්ෂණ ලබා ගැනීමට ලෝහ දෙකක් හෝ වැඩි ගණනක්, ලෝහයක් හා අලෝහයක් හෝ විලයනය කර මිශ්‍ර කර සාදනු ලබන ලෝහමය ද්‍රව්‍ය උදා: පිත්තල, ලෝකඩ, වානේ

Basicity : The state of being a base.

භාෂ්මිකතාවය : භෂ්මයක් ලෙස පැවතීමේ හැකියාව

Coordination number : The number of coordinated atoms surrounding the central metal atom/ion in a complex or crystal.

සංගත අංකය : සංකීර්ණ සංයෝගයක හෝ ස්ඵටිකයක මධ්‍ය ලෝහ පරමාණුව/අයනය වටා සංගතව බැඳී පවතින පරමාණු සංඛ්‍යාව

Electrode potential : The measure of individual potential of a reversible electrode at standard state, (E°)

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය : සම්මත තත්ව යටතේ දී ප්‍රත්‍යාවර්ත ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක විභවය පිළබඳ මිනුමකි.

Electrolysis : The process of interchanging 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 මඟින් අයන සහ පරමාණු හුවමාරුවීමේ ක්‍රියාවලියයි.

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

ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය :පරමාණුවක හෝ අයනයක කාක්ෂිකවල ඉලෙක්ට්‍රෝන පැතිර ඇති ආකාරයයි.

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.

Furnace : An enclosed chamber in which heat is produced to generate steam, destroy refuse, smelt or refine ores, etc.

උෟෂ්මකය : හුමාලය නිපදවීමට, අපද්‍රව්‍ය විනාශ කිරීමට, විරුවීමට හෝ ශුද්ධ කිරීමට තාපය නිපදවනු ලබන සංවෘත කුටීරයයි.

Geometry : The arrangement of a molecule in the space.

ජ්‍යාමිතිය : අණුවක ත්‍රිමාණ සැකසුම/ව්‍යුහය

Group number : The number of a vertical column in the periodic table; there are 18 groups.
කාණ්ඩ අංකය : ආවර්තිතා වගුවේ සිරස් තීරුවකට අයත් අංකය. එහි කාණ්ඩ 18කි.

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 හෙළීම

Isoelectronic : Several dissimilar atoms or ions with identical electronic configurations.
සමඉලෙක්ට්‍රෝනික : එකම ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය සහිත විවිධ පරමාණු හෝ අයන

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 සමඟ සමතුලිතව පවතින උෂ්ණත්වයයි.

Oxidation state : The state of an element or ion in a compound with regard to the electrons gained or lost by the element or ion in the reaction that formed the compound.
ඔක්සිකරණ තත්වය : මූලද්‍රව්‍යයක හෝ අයනයක අඩංගු ධන හෝ ඍණ ආරෝපිත ප්‍රමාණය

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.
අනුචුම්භක : චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළතැබූ විට චුම්භක ලක්ෂණ පෙන්වන ද්‍රව්‍යයි.

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

Tetrahedral molecule : A molecule in which the central atom is coordinated to four groups, located in the four corners of a tetrahedron.


ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලයීය ප්‍රකාශනයකි
2016

චතුස්තලීය අණුව : චතුස්තලයක කොන් හතරේ පිහිටි කාණ්ඩ 4 ක් මධ්‍ය පරමාණුවකට සංගත ලෙස බැඳී ඇති සංයෝගයකි.

# 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. http://3.bp.blogspot.com/-b9iJER1-wSI/VDOHAG3tWhI/AAAAAAAACdM/ah9m0q6kCn8/s1600/Blast-Furnace.gif

# සම්පාදක මණ්ඩලය

**කර්තෘ**

මහාචාර්ය කේ. සරත් ඩී. පෙරේරා

**විෂයසංස්කරණය (ඉංග්‍රීසි පිටපත)**

රමණී යූ. තන්ත්‍රිගොඩ

**පරිවර්තනය**

මහාචාර්ය කේ. සරත් ඩී. පෙරේරා
එච්. කුරුකුලනාත

**භාෂා සංස්කරණය**

නිර්මලී කන්නන්ගර

**ග්‍රැෆික් නිර්මාණකරණය**

ආර්. එම්. විමල් ඩබ්. විජේනායක
ඉසුරි ජයසූරිය

**පරිගණක නිර්මාණකරණය**

ආර්.එම්. විමල් ඩබ්. විජේනායක
ඉසුරි ජයසූරිය

**වෙබ් අන්තර්ගතය සංවර්ධක**

ඉඳුනිල් ජයවීර

**පද සැකසීම**

පී. ඩී.ඔස්. ශ්‍රීපාලී
ආර්. එම්. විමල් ඩබ්. විජේනායක
ඉසුරි ජයසූරිය

ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලය
නාවල, නුගේගොඩ.

ප්‍රථම මුද්‍රණය 2016

විවෘත අධ්‍යාපනික සම්පත් බවට ප්‍රති ව්‍යුහගත කර ඇත.

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