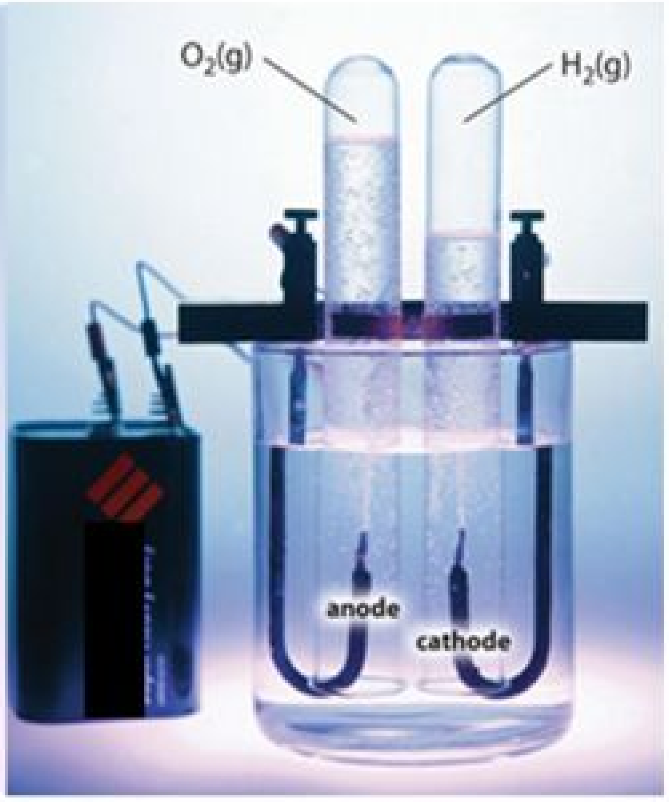


3. විද්‍යුත් රසායනය

අන්තර්ගතය

3.1 සන්නායකතාව
3.1.1 ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

3.2 සමතුලිතතාවේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.1 ලෝහ-ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.2 ලෝහ අද්‍රාව්‍ය ලවණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.3 වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ
3.2.4 රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

3.3 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ
3.3.1 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක් නිර්මාණය කිරීම
3.3.2 ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය කෙරෙහි බලපාන සාධක
3.3.3 විවිධ විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ වර්ග

3.4 විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.1 ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.2 තඹ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.3 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.4 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.5 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා විලීන සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය
3.4.6 විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක ආකාරය
3.4.7 ගැල්වානි කෝෂ හා විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ සංසන්දනය

හැඳින්වීම

විද්‍යුත් රසායනය යනු විද්‍යුතය නිපදවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා ආශ්‍රිතව, රසායනික ශක්තිය හා විද්‍යුත් ශක්තිය අන්‍යෝන්‍ය ලෙස හුවමාරු වීම පිළිබඳ අධ්‍යයනයකි. ස්වයංසිද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවකින් නිදහස්වන ශක්තිය විද්‍යුතය හා/ හෝ විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වී ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කර ලීමට භාවිත කෙරේ. මේ විශේෂිත පද්ධතිවලදී ඉලෙක්ට්‍රෝන හුවමාරුව සිදු වන්නේ ප්‍රධාන වශයෙන් ම ඔක්සිකරණ/ ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා (රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියා) ලෙස නම් කරන ප්‍රතික්‍රියා යුගලයක් මඟිනි. රසායනික ප්‍රභේදයකින් ඉලෙක්ට්‍රෝන එකක් හෝ කීපයක් මුදා හැරීම ඔක්සිකරණයක් වන අතර, ඉලෙක්ට්‍රෝන එකක් හෝ කීපයක් ලබා ගැනීම ඔක්සිහරණයකි. රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියාවක දී ඔක්සිකරණය හා ඔක්සිහරණය වන යුගලයක් සම්බන්ධ කළ විට ඔක්සිකෘත ප්‍රභේදයේ (ඔක්සිහාරකයා) සිට ඔක්සිහරිත ප්‍රභේදය (ඔක්සිකාරකයා) වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට ගමන් කළ හැකි ය. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහය, ගැල්වානි කෝෂවල දී ප්‍රතික්‍රියාවක් මඟින් ස්වයංසිද්ධව ජනනයකළ හැකි අතර, එය විද්‍යුතය බවට පරිවර්තනය වේ. එසේ ම විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂවල දී බාහිර විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් මඟින් විද්‍යුත් ධාරාවක් යැවීමෙන් ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කර ලීමට තැත් කළ හැකි ය. විද්‍යුත් රසායනයේ දී රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියාවල මූලික කරුණු, ගැල්වානි කෝෂ, විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ සහ විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ යෙදීම් මෙම ඒකකයේ දී විස්තර කරනු ලැබේ.

3.1 සන්නායකතාව (Conductivity)

එදිනෙදා ජීවිතයේ දී අපට කඩදාසි, ලී, වීදුරු, ප්ලාස්ටික්, රබර්, ලෝහ හා සංයුක්ත ද්‍රව්‍ය (විවිධ වර්ගයේ ද්‍රව්‍ය අඩංගු මිශ්‍රණයක්) වැනි විවිධ දෑ අප භාවිතයට ගනී. මේ ද්‍රව්‍යවලට විවිධ ගුණ ඇති අතර, ඒ හේතුවෙන් විවිධ භාවිත ඇත. යම් ද්‍රව්‍යයක් තුළින් විද්‍යුතය ගමන් කිරීමට ඇති හැකියාව, එවැනි වැදගත් ගුණයකි. ද්‍රාවණයක විද්‍යුත් සන්නායකතාව ගැන සලකා බැලීමට ප්‍රථම අප විසින් පද කිහිපයක් අර්ථකථනය කළ යුතුව ඇත. විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය, R යන සංකේතයෙන් නිරූපණය වන අතර, එය මනිනු ලබන්නේ ඕම් (Ω) යන ඒකකයෙනි. අන්තර්ජාතික ඒකක ක්‍රමයට (SI ඒකක) අනුව ඕම් යන්න kg m^2 යන්නට සමාන වේ. වීස්ටන් සේතුවක ආධාරයෙන් මෙය මැන ගත හැකි ය. ඕනෑ ම වස්තුවක විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය එහි දිගට (l) අනුලෝමව සමානුපාතික වන අතර, එහි වර්ගඵලයට (A) ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වේ.
එනම්,

$$R \propto l \text{ සහ } R \propto \frac{1}{A}$$

$$\text{එමනිසා, } R \propto \frac{l}{A}$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

සමානුපාතික නියතය වන $\boldsymbol{\rho}$ (රෝ) ප්‍රතිරෝධකතාව (**resistivity**) (විශිෂ්ට ප්‍රතිරෝධය) ලෙස හැඳින්වේ. එහි SI ඒකක Ω m වන අතර, Ω cm යන ඒකකය ද බහුලව භාවිත වේ. භෞතිකව මීටර් එකක් දිග, වර්ගමීටර් එකක (1 m^2) හරස්කඩ වර්ගඵලයක් ඇති ද්‍රව්‍යයක ප්‍රතිරෝධය, ප්‍රතිරෝධකතාව ලෙස ගත හැකි ය. මේ අනුව 1 Ω m = 100 Ω cm වේ.

ප්‍රතිරෝධයේ (R) පරස්පරය, සන්නයනතාව **conductance (G)** වේ.

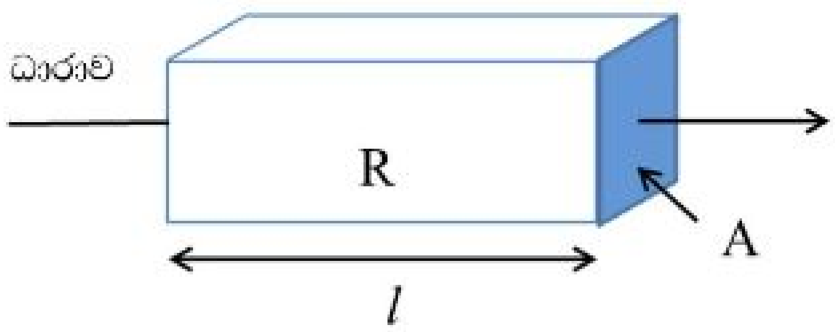
$$\text{සන්නයනතාව}(\boldsymbol{G}) = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R}} \text{ යන සම්බන්ධතාව අපට ලැබේ.}$$

සන්නයනතාවේ SI ඒකකය සීමන්ස් වන අතර එය ‘S’ යන සංකේතයෙන් දැක්වේ. එය ohm^{-1} (mho ලෙස ද භාවිත වේ) හෝ Ω^{-1} යන්නට සමාන වේ.

වැඩිදුරටත් මෙසේ ද ලිවිය හැකි ය.

$$\text{සන්නයනතාව } (G) = \frac{1}{R} = \frac{A}{\rho l} = \kappa\frac{A}{l}$$

ප්‍රතිරෝධකතාවේ පරස්පරය, $\frac{1}{\rho} = \kappa$, යන්න **සන්නායකතාව (conductivity)** (විශිෂ්ට සන්නයනතාව) ලෙස හැඳින්වේ. එය κ යන සංකේතයෙන් (ග්‍රීක්, kappa) දැක්වේ. සන්නයනතාවේ SI ඒකකය $S\ m^{-1}$ වේ. එහෙත් $S\ cm^{-1}$ යන ඒකකය ද බහුලව භාවිත වේ. මීටර් එකක (1m) දිගක් ඇති වර්ග මීටර් එකක ($1\ m^2$) හරස්කඩ ක්ෂේත්‍රඵලයක් ඇති ද්‍රව්‍යයක සන්නයනතාව, එහි සන්නායකතාව වේ. එසේ ම $1\ S\ cm^{-1} = 100\ S\ m^{-1}$ බව සලකන්න.



13.1 රූපය ප්‍රතිරෝධය හා ප්‍රතිරෝධකතාව

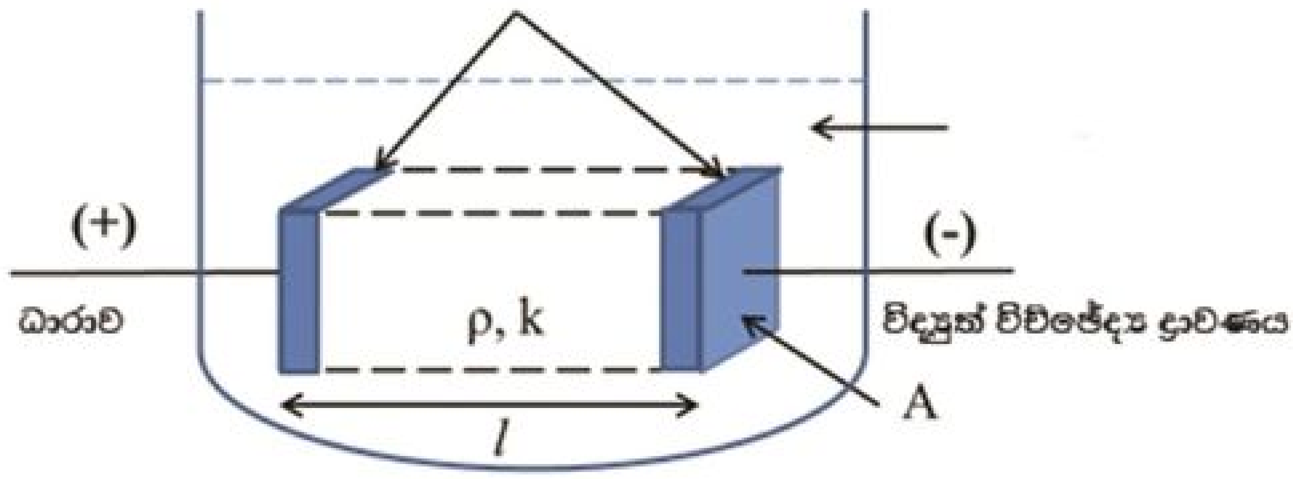
සන්නායකතාව හා ප්‍රතිරෝධකතාව ඒ ද්‍රව්‍යයට (ලෝහයට හෝ දන්නා සාන්ද්‍රණයක් ඇති අයනික ද්‍රාවණයකට) ආවේණික වූ නියතයන් වේ. කෙසේ වුව ද සන්නායකතාව හෝ ප්‍රතිරෝධකතාව උෂ්ණත්වය අනුව වෙනස් වන නිසා ඒවා මනින උෂ්ණත්වය සඳහන් කිරීම වැදගත් වේ. සාමාන්‍යයෙන් ද්‍රාවණයක උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක එකකින් වෙනස් වන විට සන්නායකතාව 2%ක ප්‍රමාණයකින් වෙනස් වන බව නිරීක්ෂණය කර ඇත.

ලෝහ වැනි ද්‍රව්‍යවල අඩංගු ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහය හේතුවෙන් ඒ තුළින් විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය. එවැනි ද්‍රව්‍ය **විද්‍යුත් සන්නායක** ලෙස හැඳින්වේ. එමෙන් ම ද්‍රාවණයක හෝ විලීන ද්‍රවයක අඩංගු අයන ප්‍රවාහය හේතුවෙන් ද විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය. මේවා **අයනික සන්නායක** ලෙස හැඳින්වේ. එබැවින් ද්‍රව්‍යයක් තුළින් විද්‍යුතය ගමන් කිරීමට නම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ගමන් කළ හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන (සිදුරු හෝ ධන ආරෝපණ) හෝ අයන පැවතිය යුතුය.

ද්‍රාවණ, **ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය, දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය සහ විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍යය (පරිවාරක)** ලෙස වර්ග කළ හැකි ය. ද්‍රාවණයක දී පූර්ණව අයනිකරණය වන ප්‍රබල අම්ල/ ප්‍රබල භස්ම සහ අයනික සංයෝග **ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය** ලෙස සැලකේ. මෙවැනි ද්‍රාවණවල ඇති අයන සාන්ද්‍රණය, භාවිත කළ ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ සාන්ද්‍රණයට සමානුපාතික වේ. NaCl, KNO_3, HCl, NaOH වැනි ද්‍රව්‍යවල ජලීය ද්‍රාවණ ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය සඳහා නිදසුන් වේ. ජලීය ද්‍රාවණයේ දී භාගිකව අයනිකරණය වන ද්‍රව්‍ය **දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය** ලෙස හැඳින්වේ. CH_3COOH, NH_3, H_2O වැනි දුබල බ්‍රොන්ස්ටඩ් අම්ල හා භස්ම දුබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය සඳහා නිදසුන් වේ. අනෙක් වර්ගය වන්නේ ජලීය මාධ්‍යයක දී අයන සෑදිය නොහැකි ද්‍රව්‍යයි. ඒවා **විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍ය** හෝ **පරිවාරක** ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර, ඒවා විද්‍යුතය සන්නයනය

නොකරයි. බෙන්සීන් (C_6H_6) හා භූමිතෙල් වැනි අධ්‍රැවීය කාබනික සංයෝග එවැනි විද්‍යුත් අවිච්ඡේද්‍ය සඳහා නිදසුන් වේ.

3.2 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි දිග (l) වන හා හරස්කඩ වර්ගඵලය A වන ඝනකාභයක හැඩය ඇති, උපකල්පිත ද්‍රාවණ කොටසක තබා ඇති විරුද්ධ ආරෝපිත ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් භාවිතයෙන් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව හා ප්‍රතිරෝධකතාව මැන ගත හැකි ය.



3.2 රූපය විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව හා ප්‍රතිරෝධකතාව

3.1.1 ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක

ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන සාධක කිහිපයක් ඇත. ඒවා නම් **ද්‍රාව්‍යයේ ස්වභාවය, ද්‍රාව්‍යයේ සාන්ද්‍රණය සහ උෂ්ණත්වය** වේ. මේ සියලු සාධක සන්නායකතාව කෙරෙහි බලපාන්නේ ආරෝපණ වාහකවල සචලතාව, ඒ සාධක මත රඳා පවතින බැවිනි.

සැඳෙන අයන හෝ ආරෝපණ වාහක ප්‍රමාණය, ද්‍රව්‍යයේ ස්වභාවය මඟින් තීරණය වන බැවින් එය ඉතා වැදගත් සාධකයකි. ප්‍රබල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය, ජලීය ද්‍රාවණයේ දී (උදාහරණ: NaCl, KCl) පූර්ණව අයන බවට විඝටනය වන බැවින් ඒවාට විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය. කෙසේ වුව ද මේ ප්‍රබලවිද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යවල ඝන අවස්ථාවේ දී සචල අයන නොපවතින බැවින් ඒවා ඝන අවස්ථාවේ දී විද්‍යුතය සන්නයනය නො කරයි. එහෙත් මේවා විලීන අවස්ථාවට (උදාහරණ: NaCl(l)) පත් කළ හොත් අයනවලට සචලතාවක් ලැබෙන බැවින් විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි වේ. අනෙක් අතට, දුබල අම්ල හා දුබල භස්ම ජලයේ දී භාගිකව අයනීකරණය වුවත් එහි දී අයනික ප්‍රභේද සැඳෙන බැවින් එවැනි ද්‍රාවණවලට ද විද්‍යුතය සන්නයනය කළ හැකි ය.

3.1 නිදසුන

පහත සඳහන් කුමන ද්‍රව්‍ය ජලයේ දිය කළ විට විද්‍යුත් සන්නායකතාවක් ඇති වේ ද?

(a) මේස ලුණු (b) ග්ලූකෝස් (c) විනාකිරි

පිළිතුර

(a) මේස ලුණුවල රසායනික සූත්‍රය NaCl වේ.එය සම්පූර්ණයෙන් ජලයේ දිය වී Na^+ සහ Cl^- අයන සෑදේ. මේස ලුණු ජලයේ දී අයන සාදන ද්‍රව්‍යයක් බැවින් එයට විද්‍යුතය සන්නයනය කිරීමට හැකි වේ.

(b) ග්ලූකෝස් යනු අණුක සූත්‍රය $C_6H_{12}O_6$ වන කාබනික සංයෝගයකි. ග්ලූකෝස් ජලයේ දිය කළ විට අයනික ප්‍රභේද නො සෑදේ. එමනිසා ග්ලූකෝස් විද්‍යුතය සන්නයනය නො කරයි.

(c) විනාකිරිවල වැඩිපුර ම පවතින්නේ ඇසිටික් අම්ලය, CH_3COOH වේ. ඇසිටික් අම්ලය දුබල අම්ලයක් බැවින් ජලයේ මඳ වශයෙන් දිය වී H_3O^+ හා CH_3COO^- අයන සාදයි. විනාකිරි ද්‍රාවණයක අයන පවතින බැවින් එයට විද්‍යුතය සන්නයනය කිරීමේ හැකියාව ඇත.

ද්‍රාවණයක සන්නායකතාවට බලපාන අනෙක් වැදගත් සාධකය වන්නේ සාන්ද්‍රණයයි. තනුක ජලීය ද්‍රාවණයක සාන්ද්‍රණය අඩු කරන විට ඒ සමඟ සන්නායකතාව ද අඩු වේ. මීට හේතු වන්නේ තනුක කිරීමේ දී ද්‍රාවණයේ අයන අතර ඇති අන්තර්ක්‍රියා ප්‍රමාණය අඩු වීමයි. සන්නායකතාව කෙරෙහි සාන්ද්‍රණයේ බලපෑම 3.1 වගුවෙන් දක්වා ඇත.

3.1 වගුව 298 K හි දී විවිධ ජල නියැදිවල හා ද්‍රාවණවල සන්නායකතා

නියැදිය	**සන්නායකතාව / $\mu S\ cm^{-1}$**
ආසුත ජලය	1 – 2
0.01 mol dm^{-3} KCl ද්‍රාවණය	1,480
0.10 mol dm^{-3} KCl ද්‍රාවණය	12,400
1.0 mol dm^{-3} KCl ද්‍රාවණය	110,000
ළිං ජලය	100 – 200
නල ජලය	50 – 150
මුහුදු ජලය	40,000

μS: micro seimans

ද්‍රාවණයක උෂ්ණත්වය, මනිනු ලබන සන්නායකතා අගයන් කෙරෙහි සැලකිය යුතු බලපෑමක් ඇති කරයි. ද්‍රාවණයක උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට අයනවල වේගය වැඩි වන බැවින් දෙන ලද සාන්ද්‍රණයක් ඇති ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව වැඩි කිරීමට එය හේතු වේ. ඒ බලපෑම පහත 3.2 වගුවෙන් පැහැදිලිව දැක ගත හැකි වේ.

3.2 වගුව විවිධ උෂ්ණත්වවල දී KClහි ජලීය ද්‍රාවණවල සන්නායකතා

සාන්ද්‍රණය / mol dm^{-3}	**සන්නායකතාව / μS cm^{-1}**		
	0 ^{o}C	**13 ^{o}C**	**25 ^{o}C**
1.00 KCl ද්‍රාවණය	6.5×10^{4}	9.8×10^{4}	1.1×10^{5}
0.10 KCl ද්‍රාවණය	7.2×10^{3}	1.1×10^{4}	1.3×10^{4}
0.01 KCl ද්‍රාවණය	7.8×10^{2}	1.2×10^{3}	1.4×10^{3}

දෙන ලද උෂ්ණත්වයක දී හා දෙන ලද විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක දී යම් අයනයක් මඟින් ගෙන යන ධාරාව, අයනවල සාන්ද්‍රණය හා ඒවායේ වේගය මත රඳා පවතී. අයනයක වේගය, එහි ආරෝපණය, ප්‍රමාණය හා සපයන ලද විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ විභව අනුක්‍රමණය මත රඳා පවතී. 3.3 වගුව අනුව, H^{+} හා OH^{-} අයනවල ප්‍රමාණය සාපේක්ෂව කුඩා බැවින් ඒවාට ඉහළ ම වේග ඇති බව පෙනේ. ඒ අනුව මේ අයන ජලීය ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව කෙරෙහි විශාල වශයෙන් දායක වේ.

3.3 වගුව විභව අනුක්‍රමණය 1 V cm^{-1} සහ 298 K යටතේ ජලීය ද්‍රාවණවල දී අයනවල වේග

අයනය	**වේගය/ mm min^{-1}**	**අයනය**	**වේගය/ mm min^{-1}**
H^{+}	2.05	NO_3^{-}	0.40
OH^{-}	1.12	Cl^{-}	0.42
Na^{+}	0.29	SO_4^{2-}	0.88
K^{+}	0.42	Ca^{2+}	0.67

ජල නියැදියක ඇති අයන අන්තර්ගතය විශ්ලේෂණය කිරීමේ දී ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව ඉතා වැදගත් වේ. ප්‍රායෝගිකව ද්‍රාවණයක සන්නායකතාව මනින්නේ සන්නායකතා මීටරය මඟිනි. මේ මිනුම්, ලවණතාව ප්‍රමාණන කිරීමට, ද්‍රාව්‍යතා ගුණිත ගණනය කිරීමට සහ වෙනත් විවිධ භාවිත සඳහා යොදා ගත හැකි ය.

3.2 සමතුලිතාවේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

3.2.1 ලෝහ – ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

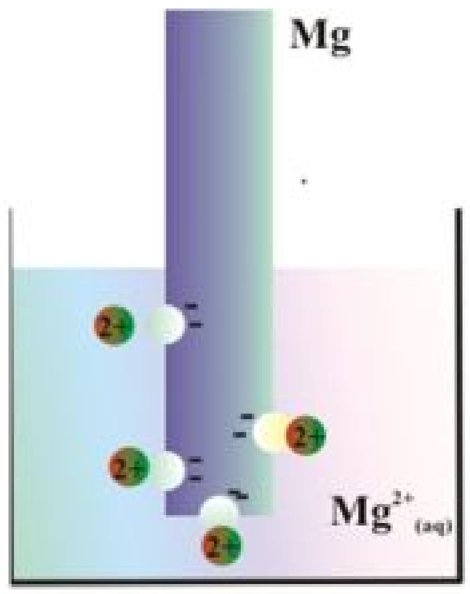
ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සමතුලිතතාව සවිස්තරව හැදෑරීමට ප්‍රථමයෙන්, ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් නිර්මාණය කිරීමේ මූලික සංකල්පය වන ද්‍රාවණ තුළ දී ලෝහවල ප්‍රතික්‍රියාකාරිත්වයේ හැසිරීම අවබෝධ කර ගත යුතු ය.

ලෝහ, ප්‍රතික්‍රියා කිරීමේ දී ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් කර ධන අයන බවට පත් වන බව අපි දනිමු. ලෝහ, ඒවායේ අයන ද්‍රාවණ සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර ඒවායේ අනුරූප අයන බවට පත් වේ. නිදසුන් ලෙස Mg(s), Zn(s) හා Cu(s) යන ලෝහ මඟින් අනුරූප කැටායන වන Mg^{2+}(aq), Zn^{2+}(aq) හා Cu^{2+}(aq) සෑදේ. මෙහි දී ධන හා සෘණ ආරෝපණ පහත ප්‍රතික්‍රියාවේ දැක්වෙන ආකාරයට සෑදේ.

$$Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e$$

එය මෙසේ සිදු වේ: Mg ලෝහය, Mg^{2+} අයන අඩංගු ද්‍රාවණයක ගිල්වූ විට මැග්නීසියම් පරමාණු, ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් කර Mg^{2+} අයන බවට පත් වීමට නැඹුරුවක් ඇත.

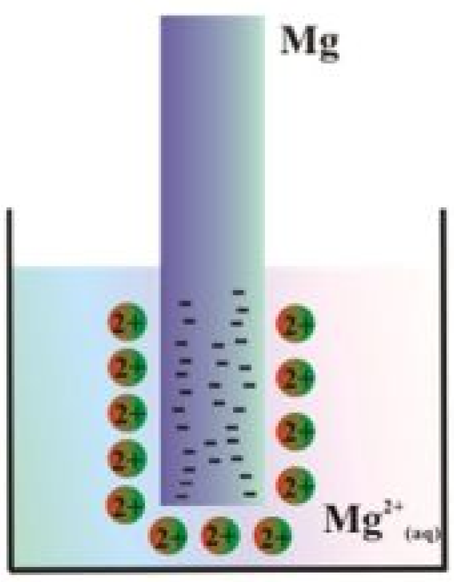
මෙහි දී ඉවත් වන ඉලෙක්ට්‍රෝන පහත 3.3 රූපයේ පරිදි ලෝහය මත ඉතිරි වේ.



3.3 රූපය $Mg^{2+}(aq)$ අයන ද්‍රාවණයක දී Mg ලෝහයේ හැසිරීම

Mg දණ්ඩක්, මෙලෙස Mg^{2+} අයන ද්‍රාවණයක ගිල්වූ විට ඉහත ආකාරයට මැග්නීසියම් මත ඉලෙක්ට්‍රෝන ස්තරයක් වහා නිර්මාණය වේ. එය ද්‍රාවණයේ ඇති ධන ආරෝපිත Mg^{2+} අයන ස්තරයකින් වට වේ. ලෝහය මත ඇති ඍණ ආරෝපණ මඟින් ධන අයන ආකර්ෂණය වන නිසා මේ ස්තර දෙක එකිනෙකට ආසන්නව පිහිටයි. විරුද්ධ ආරෝපිත ප්‍රභේද අතර ආකර්ෂණ බල ප්‍රමාණවත් තරම් ඉහළ ගිය විට ඇතැම් ධන අයන ගිලිහී ගිය ඉලෙක්ට්‍රෝන නැවත ලබා ගනී. සෑදෙන ලෝහ පරමාණු නැවත ලෝහ දණ්ඩට සවි වේ. ලෝහ අයන පෘෂ්ඨයෙන් ඉවත් වන ශීඝ්‍රතාව සහ ඒවා නැවත පෘෂ්ඨයට එකතු වන ශීඝ්‍රතාව සමාන වන විට ගතික සමතුලිතතාවක් ඇති වනු ඇත. මේ අවස්ථාවේ දී මැග්නීසියම් දණ්ඩ මත නියත ඍණ ආරෝපණයක් ඇති අතර එය වටා නියත Mg^{2+} අයන සංඛ්‍යාවක් පවතී. මේ ගතික සමතුලිතතාව 3.4 රූපයේ දැක්වේ. එහි මැග්නීසියම් දණ්ඩ මත ඇති ඍණ ආරෝපණ ප්‍රමාණයත් එය වටා ඇති ධන ආරෝපණ ප්‍රමාණයත් තුලිත වී ඇත. මෙවැනි තත්ත්වයක් අත් කර ගත් පද්ධතියක් 'ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක්' ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

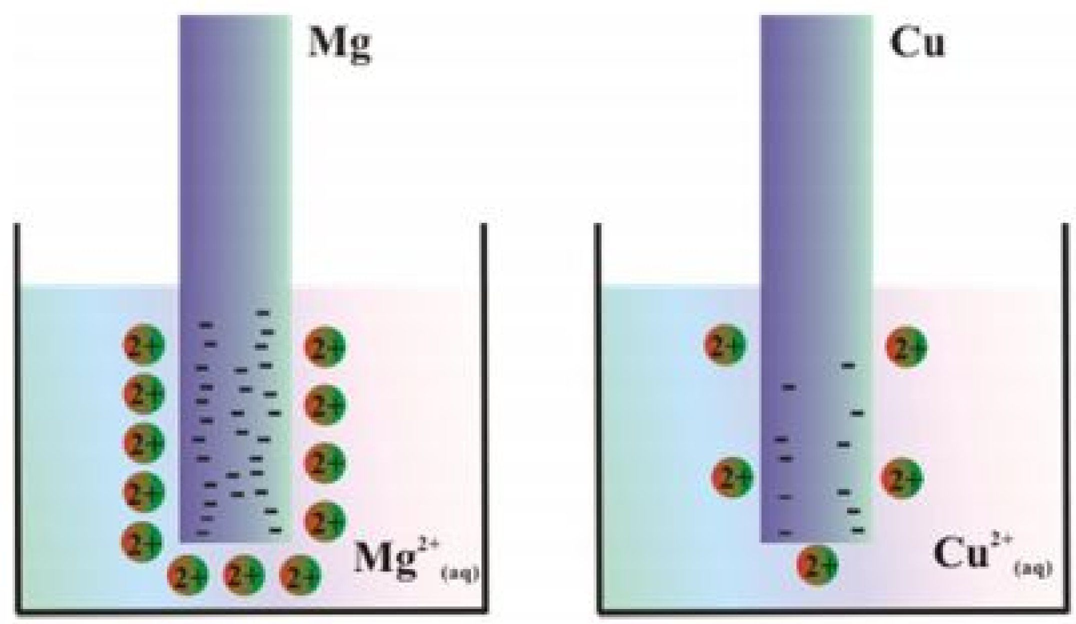
ලෝහයක් එහි අයන සමඟ ගතික සමතුලිතතාවට එළඹී ඇති පද්ධතියක් **ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක්** ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකි ය.



3.4 රූපය ජලීය Mg^{2+} අයන ද්‍රාවණයක් සමඟ Mg ලෝහය සමතුලිතව ඇති විට එහි හැසිරීම

ඉහත විස්තරය අනුව ඇති වන සමතුලිතය දිශා දෙකකට පවතින බව සිත තබා ගන්න. එක් දිශාවක් නම් Mg ලෝහය, Mg^{2+}(aq) අයන බවට පත් වීමයි. අනෙක් දිශාව Mg^{2+}(aq) අයන, Mg ලෝහය බවට පත් වීම වේ. වෙනත් ආකාරයකට කිව හොත්, එක් දිශාවකට Mg ඔක්සිකරණය වන අතර, අනෙක් දිශාවට Mg^{2+}(aq) ඔක්සිහරණය වේ. මින් දැක්වෙන්නේ සමස්ත පද්ධතිය ඔක්සිකරණ – ඔක්සිහරණ යුග්මයක් බවයි.

මේ අනුව, ලෝහය සහ ද්‍රාවණය/ ජලය අතර අතුරු මුහුණතේ දී මේ ආරෝපණ වෙන් වීම හට ගන්නා බව සිතිය හැකි ය. ලෝහයේ සක්‍රියතාව අනුව ආරෝපණ වෙන් වීමට දක්වන නැඹුරුතාව තීරණය වේ. නිදසුනක් ලෙස අප Cu ලෝහය භාවිත කළ හොත් එහි දී ඇති වන ආරෝපණ වෙන් වීම Mg භාවිත කළ විට ඇති වන ආරෝපණ වෙන් වීමට සාපේක්ෂව අඩු වේ. විද්‍යුත් රසායනයේ දී ලෝහවල සක්‍රියතාව මේ සඳහා බලපාන ආකාරය සාකච්ඡා කෙරේ (සවිස්තර සාකච්ඡාවක් පසුව දක්වා ඇත).



3.5 රූපය Mg හා Cu ලෝහ, ජලීය අයන ද්‍රාවණවල දී දක්වන ගතික සමතුලිතතාව. Mgවලට වඩා Cu වල සක්‍රියතාව අඩු නිසා Cu මඟින් අඩු Cu^{2+} අයන ප්‍රමාණයක් සෑදේ.

පොදුවේ ගත් කළ නිදහස් වන යම් අයනයක්, නැවත ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගෙන ලෝහය මත තැන්පත් වීමට වැඩි නැඹුරුවක් දක්වයි නම්, සමතුලිතතාව ලබා ගත් විට ලෝහය මත ඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණය ද ද්‍රාවණයේ ඇති ලෝහ අයන ප්‍රමාණය ද සාපේක්ෂව අඩු වේ. මේ බව 3.5 රූපයේ සංසන්දනය කර ඇත.

ඉහත පද්ධතිවල ගතික සමතුලිතතාව, පහත දී ඇති සමීකරණ දෙක මඟින් ලිවිය හැකි ය. එමඟින් පද්ධති දෙකෙහි සමතුලිතතා ලක්ෂ දෙක සංසන්දනය කළ හැකි වේ.

$$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Mg(s) \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Cu(s) \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

3.5 රූපයට අනුව, (1)හි සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය (2)හි සමතුලිත ලක්ෂ්‍යයට වඩා වම් පසට නැඹුරු වේ.

මෙහි දී සමතුලිත ප්‍රතික්‍රියා ලියන ආකාරය සැලකිල්ලට ගත යුතු ය. සම්මුතියක් වශයෙන් ඉහත සෑම සමතුලිතයක් ම ලියනු ලබන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වම් අත පැත්තට ඇති පරිදි, එනම් ඉදිරි ක්‍රියාව ඔක්සිහරණයක් වන පරිදි ය.

ඉහත උදාහරණයේ දී පද්ධති දෙකෙහි සමතුලිත ලක්ෂ්‍ය එකිනෙකින් වෙනස් වේ. මේ නිසා සමතුලිතතාවට ළඟා වීමට ඇති හැකියාව, සංඛ්‍යාත්මක අගයකින් ප්‍රකාශ කරන අතර, මේ අගය **'ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය'** යන පදයට සෘජු සම්බන්ධයක් ඇත. සරලව කිව හොත් ඒ සමතුලිත ලක්ෂ්‍යවල වෙනස සංඛ්‍යාත්මක අගයකට සම්බන්ධ කිරීමට දරන උත්සාහයක් ලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය සැලකිය හැකි ය. මූලධර්ම ආශ්‍රිතව මෙය ලබා ගැනීම පහසු ය. මැග්නීසියම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සැලකූ විට ද්‍රාවණයේ ධන ස්වභාවය හා ලෝහයේ සෘණ ස්වභාවය අතර විශාල වෙනසක් තිබේ. කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ මේ වෙනස කුඩා ය. මේ කරුණ ලෝහ - ද්‍රාවණ අතුරු මුහුණතේ ඇති වන ආරෝපණ වෙන් වීම නිසා විශේෂිත ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් මත ඇති වන විභවය අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා යොදා ගත හැකි ය.

මේ **විභව වෙනස** වෝල්ටීයතාව ලෙස වාර්තා කළ හැකි ය. ධන ස්වභාවය හා සෘණ ස්වභාවය වැඩි වන විට වෝල්ටීයතාව ද වැඩි වේ. අවාසනාවකට, ඉහත පද්ධතියක් කෙළින් ම වෝල්ට්මීටරයකට සම්බන්ධ කිරීමෙන් වෝල්ටීයතාව මැන ගත නොහැකි ය.

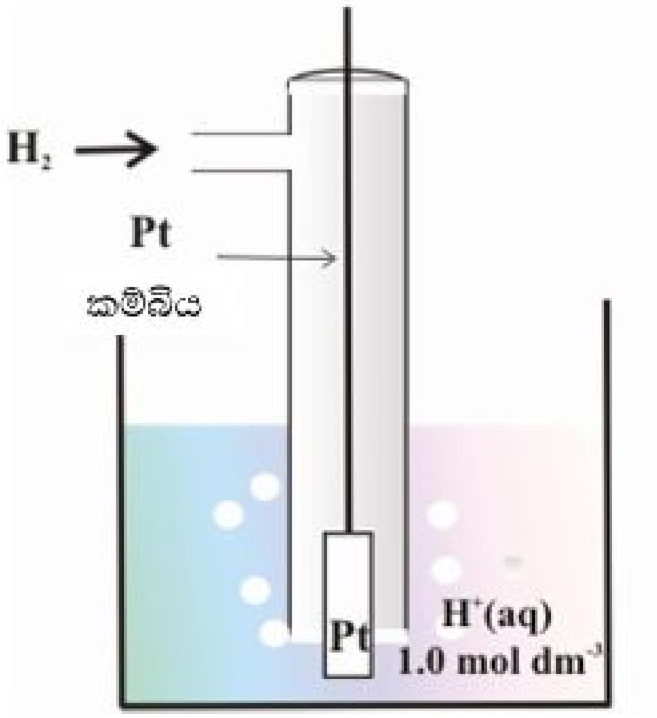
වෝල්ට් මීටරය ලෝහ දණ්ඩට සම්බන්ධ කිරීම පහසු වුවත් ගැටලුව වන්නේ එය ද්‍රාවණයට සම්බන්ධ කළ යුත්තේ කෙසේ ද යන්න ය. කුමන ආකාරයේ ලෝහ කූරක් ද්‍රාවණයේ ගිල්වූවත් ඉහත දැක්වූ ආකාරයේ සමතුලිතතාවක් එය වටා ඇති වේ. එබැවින් හොඳ ම මිනුම ලබා ගත හැක්කේ අවශ්‍ය ලෝහ කූර සහ භාවිත කරන අනෙක් දණ්ඩ අතර යම් ආකාරයක සම්බන්ධතාවක් ඇති කිරීම මඟිනි.

මින් පෙනෙන්නේ, ලෝහ දණ්ඩ හා ද්‍රාවණය අතර නිරපේක්ෂ විභව අන්තරය මැන ගැනීම අවශ්‍ය නොවන බවයි. එනම්ඃ සැසඳුම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය නමින් හඳුන්වන ප්‍රමිතිගත පද්ධතියක් සහ ඉහත පද්ධතිය අතර වෝල්ටීයතාව සංසන්දනය කිරීම පමණක් ප්‍රමාණවත් වේ. මෙහි දී භාවිත කරන ප්‍රමිතිගත පද්ධතිය වන්නේ සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයයි (SHE). එය 3.6 රූපයේ දක්වා ඇත.

සමතුලිත පද්ධතියක තත්ත්ව වෙනස් කිරීමෙන් එහි සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය වෙනස් කළ හැකි බව 12 වන ඒකකයේ (සමතුලිතතාව) දී හදාරා ඇත්තෙමු. එමනිසා සාධාරණ සැසඳීමක් සිදු කිරීම පිණිස පද්ධතියේ තත්ත්ව ප්‍රමිතිගත කළ යුතු බව පෙනී යයි.

සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සඳහා පහත තත්ත්ව භාවිත වේ.

- 101325 Pa ~100 kPa හෝ 1 atm පීඩනයේ ඇති හයිඩ්‍රජන් වායුව
- 298 K (25 °C) උෂ්ණත්වය
- 1.0 mol dm^{-3} හයිඩ්‍රජන් අයන සාන්ද්‍රණය ඇති ද්‍රාවණය

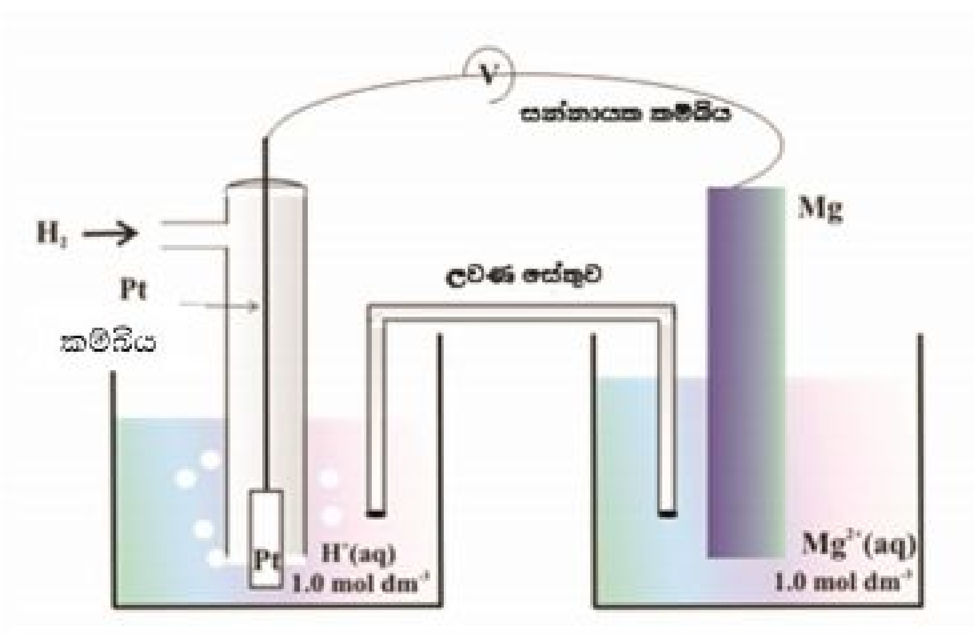


3.6 රූපය සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ දී හයිඩ්‍රජන් වායුව සච්ඡිද්‍ර ප්ලැටිනම් තහඩුව පිස ගෙන ගලා යන විට හයිඩ්‍රජන් වායුව සහ ද්‍රාවණයේ ඇති හයිඩ්‍රජන් අයන අතර සමතුලිතතාවක් ඇති වේ. මේ ක්‍රියාව ප්ලැටිනම් මඟින් උත්ප්‍රේරණය වේ.

$$2H^+(aq) \ + \ 2e \ \rightleftharpoons \ H_2(g)$$

දැන් අපි දෙන ලද ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක විභවය මැන ගන්නේ කෙසේ දැයි සලකා බලමු. මේ සඳහා අප විසින් සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සහ මැන ගැනීමට අවශ්‍ය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පද්ධතිය සම්බන්ධ කළ යුතු ය. උදාහරණ වශයෙන් මැග්නීසියම් අයන ද්‍රාවණයක ගිල්වූ මැග්නීසියම් ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සලකමු. ඒ පද්ධතියේ විභවය මැන ගැනීම සඳහා ඒවා සන්නායක කම්බියකින් (Pt) සම්බන්ධ කළ යුතු අතර, ද්‍රාවණ දෙක 3.7 රූපයේ ආකාරයට ලවණ සේතුවක් මඟින් සම්බන්ධ කළ යුතු වේ.



3.7 රූපය සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය භාවිත කර ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය මැනීම

ලවණ සේතුව මඟින් ද්‍රව සන්ධියක් නිර්මාණය වන අතර, එමඟින් විද්‍යුත් පරිපථය සම්පූර්ණ වේ. එය පොටෑසියම් නයිට්‍රේට් වැනි විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක ද්‍රාවණයක් පිරවූ වීදුරු නලයක් වේ.

එහි දෙකෙළවර පුලුන් හෝ ඒගාර් ජෙලි මඟින් ඇබ ගසා ඇති අතර, එමඟින් බීකර දෙකෙහි ඇති ද්‍රාවණ සමඟ ලවණ සේතුවේ අඩංගු දෑ මිශ්‍ර වීම වළකී. එක් එක් පැත්තේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් "අර්ධ කෝෂයක්" ලෙස ද හැඳින්වේ.

මෙහි දී ලවණ සේතුවට යොදාගන්නා විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය බීකරයේ ඇති ද්‍රව්‍ය සමඟ ප්‍රතික්‍රියා නොකරන්නක් විය යුතු බව සිහි තබා ගත යුතු ය.

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකෙහි පවතින සමතුලිතතා පහත දැක්වේ.

$$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Mg(s)$$

$$2H^{+}(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g)$$

හයිඩ්‍රජන්වලට වඩා මැග්නීසියම් ලෝහයට අයන බවට පත් වීමේ හැකියාවක් ඇත. මේ නිසා Mg^{2+}/Mg සමතුලිතය, H^{+}/H_2 සමතුලිතයට වඩා දකුණු දිශාවට බර වේ. මින් හැඟෙන්නේ ප්ලැටිනම් තහඩුවට වඩා මැග්නීසියම් මත ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස්වන බවයි. එම නිසාඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක මත ආරෝපණ ප්‍රමාණයේ වෙනසක් ඇති වන අතර, එය යොදා ගනිමින් වෝල්ට්මීටරයක ආධාරයෙන් විභව අන්තරය මැන ගත හැකි වේ.

ඉහත ආකාරයට මැන ගත් විභවය, $Mg^{2+}(aq)/Mg(s)$ යන පද්ධතියේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය ලෙස හැඳින්වේ.

ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සම්මත තත්ත්ව යටතේ ඇති හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සමඟ සම්බන්ධ කළ විට ඇති වන විභව අන්තරය, ඒ ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය (E^0) ලෙස හැඳින්වේ. මින් හැඟී යන්නේ, සෑම E^0 අගයක් මඟින් ම, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සමතුලිතතාවට සාපේක්ෂව, සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය කෙතරම් දුරට වමට හෝ දකුණට නැඹුරු වී ඇති දැයි යන්න පෙන්වන බවයි. සමතුලිත අවස්ථා අතර ඇති වෙනස මඟින් ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මත සහ හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ ප්ලැටිනම් මත ඇති වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයේ වෙනස තීරණය වේ. මෙහි දී ප්ලැටිනම් පෘෂ්ඨය මත ඇති වන ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව නොසලකා හැරිය හැකි තරම් කුඩා යැයි සම්මත කර ගෙන ඇත. එම නිසා සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවය, (E^0 අගය) කාමර උෂ්ණත්වයේ දී 0.00 Vවේ යැයි සලකනු ලැබේ. ඇති වන විභව අන්තරය මනිනු ලබන්නේ වෝල්ටීයතාව වශයෙනි. එහි ඒකක වෝල්ට් (V) වේ.

මැග්නීසියම්හි ඍණ ස්වභාවය වැඩි බව අප දන්නා බැවින් මැග්නීසියම්හි මැන ගත් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය වන 2.37 V යන්න ඍණ අගයක් සේ සැලකේ. මෙහි දී මැග්නීසියම් ඍණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වන අතර, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වේ. එම නිසා $Mg^{2+}(aq)/Mg(s)$ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය, $E^0 = -2.37$ Vවේ.

මෙසේ ම $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවයද මැන ගත හැකි ය. $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හයිඩ්‍රජන් තරම් පහසුවෙන් අයන බවට පත් නො වේ.

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Cu(s)$$

$$2H^{+}(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g)$$

මේ නිසා හයිඩ්‍රජන්ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ පවතින සමතුලිතතාව වඩාත් වම්පසට නැඹුරුව පවතී. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස කොපර් තහඩුව මත පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණය හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ ප්ලැටිනම් තහඩුව මත ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයට වඩා අඩු වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර විද්‍යුත් ආරෝපණ වෙනස කුඩා වන බැවින් ඒ අතර වෝල්ටීයතාව ද කුඩා අගයකි (+0.34 V පමණි).

අනෙක් ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ මෙවර කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වඩාත් ධන (අඩු ඍණ) විභවයක් දැරීමයි. වෝල්ට්මීටරය, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඍණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ලෙසත් කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ලෙසත් පෙන්නුම් කරනු ඇත. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය + 0.34 V ලෙස සටහන් වේ.

(ධාරාව ගලන විට වෝල්ටීයතාව ද අඩු වේ. වඩාත් නිවැරදි සංසන්දනයක් කිරීම සඳහා කවර තත්ත්වයක දී වුව ද ඇති විය හැකි උපරිම වෝල්ටීයතාව මැන ගැනීම වැදගත් වේ. මේ අගය **විද්‍යුත් ගාමක බලය** (e.m.f) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඉදිරි කොටසක දී මේ පිළිබඳ ව වැඩිදුර සාකච්ඡා කරනු ඇත.

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සඳහා සම්මුතික අංකනය
හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මෙසේ නිරූපණය කරනු ලැබේ.

මේ සිරස් රේඛාව මගින් ද්‍රාවණය සහ වායුමය H_2 අතර සීමාව දක්වනු ලැබේ.

$$Pt(s)|H_2(g)|H^+(aq)$$

මේ සිරස් රේඛාව මගින් Pt සහ වායුමය H_2 අතර අතුරු මුහුණත දක්වනු ලැබේ.

ඉහත විස්තර කළ පරිදි ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය යනු සම්මත තත්ත්වයේ ඇති හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සමඟ එය ඈඳා ඇති විට ලැබෙන විභව අන්තරය වේ.

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය සඳහා ලැබෙන මිනුම්වලට අනුව හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සමතුලිතතාවට සාපේක්ෂව ලෝහ/ ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක සමතුලිතතාව පවතින ස්ථානය තීරණය කළ හැකි වේ.

දර්ශීය සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව කිහිපයක් පහත වගුවේ දැක්වේ.

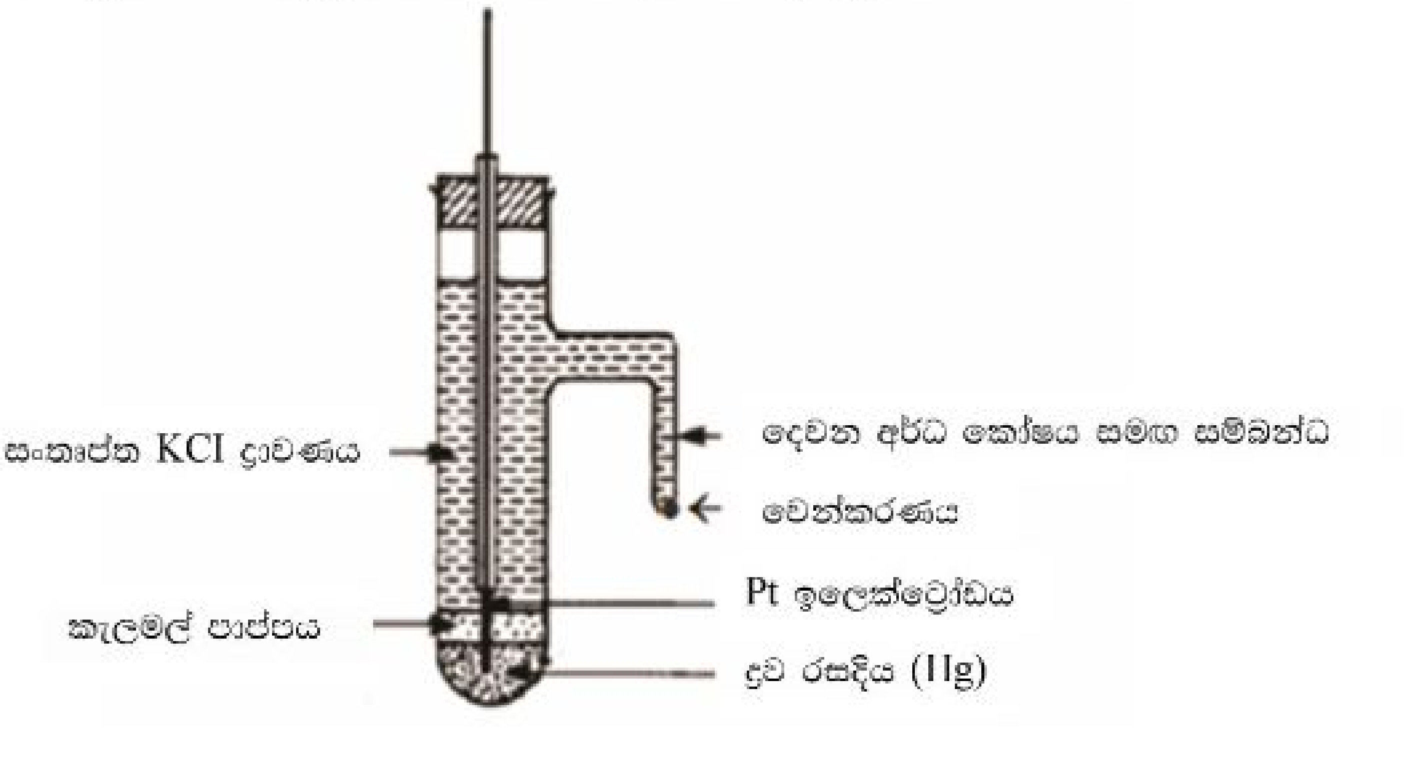
ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය	$E°$/ V
Mg^{2+}(aq)/ Mg(s)	-2.37
Zn^{2+}(aq)/ Zn(s)	-0.76
Cu^{2+}(aq)/ Cu(s)	+0.34
Ag^{+}(aq)/ Ag(s)	+0.80

මෙහි සඳහන් වන E^{o} අගයන් සැසඳීමෙන් වඩාත් ම වම් පසට නැඹුරු වන සමතුලිතතා ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩවලට වඩාත් සෘණ E^{o} අගයන් ඇති බව දැක ගත හැකි ය. මීට හේතුව, ඒ ලෝහ පහසුවෙන් අයන බවට පත් වී මුදාහරින ඉලෙක්ට්‍රෝන, ලෝහය මත ඉතිරි වීමයි. පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා නොහරින ලෝහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල සමතුලිතතාව වඩාත් දකුණු පසට නැඹුරු වී ඇත. ඒවායේ E^{o} අගයන් වඩාත් ධන වන බව පෙනේ.

ඉහත දැක්වූ ලෝහ/ලෝහ අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩවලට අමතරව තවත් වර්ගවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ද ඇත. ඒවා පහත දක්වා ඇත.

3.2.2 ලෝහ-අද්‍රාව්‍ය ලවණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

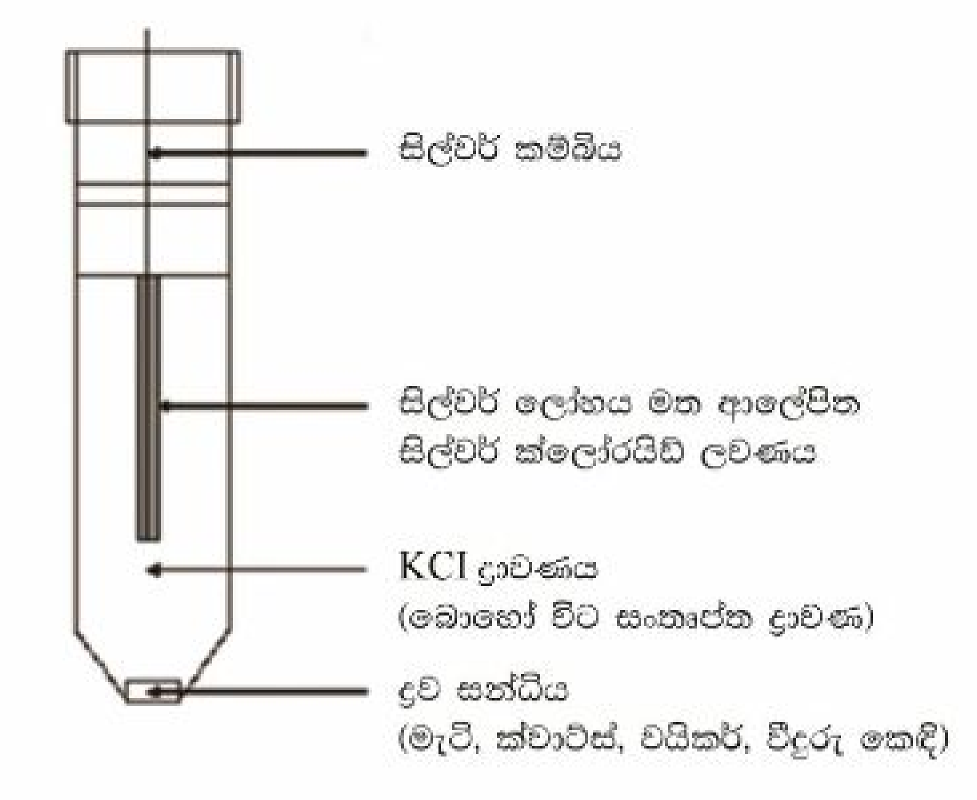
ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සඳහා වන අර්ථ දැක්වීමට අනුව එක ම මූලද්‍රව්‍යයේ ඔක්සිකෘත සහ ඔක්සිහරිත ප්‍රභේද තිබීම ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සෑදීමට අත්‍යවශ්‍ය වේ. මේ අනුව ලෝහයක්, ඒ ලෝහයේ ම ඝන අවස්ථාවේ ඇති ලවණයක් සමඟ ස්පර්ශව පවතින විට එය ලෝහ අද්‍රාව්‍ය ලවණ යන වර්ගයේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් වේ. කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා සිල්වර්-සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මේ සඳහා නිදසුන් වේ. 3.8 රූපයෙන් කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ අංග සවිස්තරව දක්වා ඇත. Pt කම්බිය යොදා ඇත්තේ බාහිර පරිපථය සමඟ විද්‍යුත් සම්බන්ධයක් ඇති කිරීම පිණිස ය. සංතෘප්ත KCl ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් සන්නයනය සඳහා යොදා ඇත.



$$Hg_2Cl_2(s) + 2e \rightarrow 2Hg(l) + 2Cl^{-}(aq)$$

3.8 රූපය කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

සිල්වර්- සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ලෝහ අද්‍රාව්‍ය ලවණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සඳහා තවත් නිදසුනකි. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ අත්‍යවශ්‍ය අංගයක් වන්නේ AgCl ආලේපිත සිල්වර් කම්බියකි. එය KCl යන විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය සමඟ ස්පර්ශව පවතී. ඉලෙක්ට්‍රෝඩය බාහිර ද්‍රාවණයක් සමඟ සම්බන්ධ කෙරෙන අන්තය මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ වැදගත් ම කොටස වේ. එය පිඟන් මැටි (Ceramic) ක්වාට්ස්, වයිකර් (Vycor), වීදුරු කෙඳි (glass fibre) වැනි ද්‍රව්‍යකින් නිම වී ඇත. 3.9 රූපය මඟින් සිල්වර්-සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය පෙන්නුම් කරයි.



$$AgCl(s) + e \rightarrow Ag(s) + Cl^{-}(aq)$$

3.9 රූපය සිල්වර්/ සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

සාමාන්‍යයෙන් කැලමල් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සහ සිල්වර්-සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **සැසඳුම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය** (reference electrode) ලෙස හැඳින්වේ. මේවායේ විභවය පරීක්ෂණය අතරතුර දී බොහෝ දුරට ම නියතයක්ව පවතී.

3.2.3 වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් සඳහා නිදසුනක් වේ. මෙහි දී භාවිත වන සම්මත තත්ත්වය වන්නේ 1.0 mol dm^{-3} H^{+} අයන සාන්ද්‍රණයත්, 1 atm පීඩනයේ ඇති H_2 වායුව සහ 298 Kක උෂ්ණත්වයකි. මෙවැනි හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් **සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක්** ලෙස හැඳින්වෙන අතර පෙර සඳහන් කළ පරිදි මෙහි විභවය 0.00 V ලෙස අර්ථ දක්වා ඇත.

$$2H^{+}(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g)$$

ක්ලෝරීන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය

ක්ලෝරීන් ඔක්සිකාරකයක් ලෙස වඩාත් ප්‍රකට ය. විවිධ ද්‍රව්‍යවල ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ හැකියාව අනුව ඒවා ශ්‍රේණිගත කර ඇති විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියේ පිහිටීමට අනුව ක්ලෝරීන් වැනි වායුවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා පිරික්සිය හැකි වේ. නැවතත්, පෙර සිදු කළ පරිදි හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට සාපේක්ෂව එහි සමතුලිත අවස්ථාවෙහි පිහිටීම මැන ගත හැකි වේ.

$$Cl_2(g) + 2e \rightleftharpoons 2Cl^{-}(aq)$$

සුපුරුදු පරිදි මෙහි දී ද ප්‍රතික්‍රියාවේ වම් පසට ඉලෙක්ට්‍රෝන එකතු කර ඇති බව අවධාරණය කරන්න. Cl_2 වායුව සමීකරණයේ දකුණු පස නොව වම් පසට එකතු කිරීමෙන් ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමේ දී ඔක්සිහරණයක් වන බව දක්වයි. මේ ක්ලෝරීන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය නිර්මාණය කළ ආකාරයට ම, 1.0 mol dm^{-3} සාන්ද්‍රණය ඇති ක්ලෝරයිඩ් අයන

ද්‍රාවණයක ගිල්වූ ප්ලැටිනම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් වටා ක්ලෝරීන් වායුව බුබුළනය කිරීමෙන් සාදා ගත හැකි ය.

3.2.4 රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ

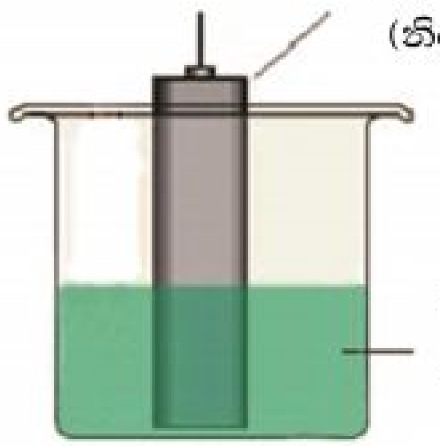
මේ වර්ගයේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ, රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියාවල දී නිතර හමු වේ. රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල ඔක්සිකරණය වන හා ඔක්සිහරණය වන ප්‍රභේද දෙක ම ද්‍රාවණය තුළ තිබිය යුතු ය. බාහිර පරිපථය සමග විද්‍යුත් සම්බන්ධයක් ඇති කිරීමට Pt කම්බියක් භාවිත කෙරේ. මෙවැනි රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් 3.10 රූපයේ දී ඇත.

Fe^{2+}/ Fe^{3+} රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පද්ධතිය

Fe(II) අයන පහසුවෙන් Fe(III) අයන බවට ඔක්සිකරණය කළ හැකි අතර, Fe(III) අයන, Fe(II) අයන බවට ඔක්සිහරණය කිරීම ද තරමක් පහසු ය. මේ සමතුලිතතාව මෙසේ දැක්විය හැකි ය.

$$Fe^{3+}(aq) + e \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$$

මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ රෙඩොක්ස් විභවය මැන ගැනීම පිණිස සාන්ද්‍රණය 1.0 mol dm^{-3} බැගින් වන Fe(II) අයන හා Fe(III) අයන යන දෙක ම අඩංගු ද්‍රාවණයක ප්ලැටිනම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් ගිල්වා, එය සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට සම්බන්ධ කළ යුතු වේ.



$$Fe^{3+}(aq) + e \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$$

3.10 රූපය Fe^{3+}/ Fe^{2+} රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පද්ධතිය

- *ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සම්මුතික අංකනයෙන් දැක්වීමේදී කලාප දෙකක් වෙන් වන මායිම සිරස් ඉරකින් "|" නිරූපණය කෙරේ.*

උදාහරණ - වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ: Pt(s)|O_2(g)|OH^-(aq)

- *සෑම රසායනික ප්‍රභේදයක් අසල ම භෞතික අවස්ථා සඳහන් කළ යුතු අතර, හැකි සෑම අවස්ථාවක දී ම තත්ත්වය ඇතුළත් කළ යුතු ය.*

උදාහරණ - රෙඩොක්ස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ: Pt(s)|Fe^{2+}(aq,1 mol/dm^3), Fe^{3+}(aq,1 mol/dm^3)

විවිධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සඳහා සම්මුතික අංකනය, උදාහරණ සහිතව පහත වගුවේ සාරාංශ කර ඇත.

වගුව 3.4 විවිධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල සාරාංශ

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ වර්ගය	සම්මුතික අංකනය	රෙඩොක්ස් යුගලය	ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව
ලෝහ - ලෝහ අයන	**$M(s)\|M^{n+}(aq)$**	**$M^{n+}(aq)/ M(s)$**	**$M^{n+}(aq) + ne \rightarrow M(s)$**
	$Zn(s)\|Zn^{2+}(aq)$	$Zn^{2+}(aq)/ Zn(s)$	$Zn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Zn(s)$
ලෝහ – අද්‍රාව්‍ය ලවණ	**$M(s)\|MX_n(s)\|X^-(aq)$**	**$MX_n(s)/ M(s)$**	**$MX_n(s) + ne \rightarrow M(s) + nX^-(aq)$**
	$Ag(s)\|AgCl(s)\|Cl^-(aq)$	$Ag^+(aq)/Ag(s)$	$AgCl(s) + e \rightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$
	$Pt(s)\|Hg(l)\|Hg_2Cl_2(s)\|Cl^-(aq)$	$Hg_2Cl_2(s)/ Hg(l)$	$Hg_2Cl_2(s) + 2e \rightarrow 2Hg(l) + 2Cl^-(aq)$
වායු	**$Pt(s)\|X_2(g)\|X^+(aq)$**	**$X^+(aq)/ X_2(g)$**	**$X^+(aq) + e \rightarrow ½X_2(g)$**
	$Pt(s)\|X_2(g)\|X^-(aq)$	**$X_2(g)/ X^-(aq)$**	**$½X_2(g) + e \rightarrow X^-(aq)$**
	$Pt(s)\|H_2(g)\|H^+(aq)$	$H^+(aq)/ H_2(g)$	$H^+(aq) + e \rightarrow ½H_2(g)$
	$Pt(s)\|O_2(g)\|OH^-(aq)$	$O_2(g)/OH^-(aq)$	$2O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \rightarrow 4OH^-(aq)$
රෙඩොක්ස්	**$Pt(s)\|M^+(aq),M^{2+}(aq)$**	**$M^{2+}(aq)/M^+(aq)$**	**$M^{2+}(aq) + e \rightarrow M^+(aq)$**
	$Pt(s)\|Sn^{2+}(aq),Sn^{4+}(aq)$	$Sn^{4+}(aq)/Sn^{2+}(aq)$	$Sn^{4+}(aq) + 2e \rightarrow Sn^{2+}(aq)$

සටහන: ධාරාවක් ගලා යන විට දී (එනම්: සමතුලිත නොවන විට) ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා තනි ඊතලයක් යොදා දැක්විය යුතු වේ. එහෙත් හුදෙකලා ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක ප්‍රතික්‍රියා ලිවීමේ දී ප්‍රත්‍යාවර්ත ඊතල භාවිත කළ යුතු ය. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා ලිවීමේ දි සැම විට ම රසායනික ප්‍රභේදවල භෞතික අවස්ථා දැක්වීම අනිවාර්ය වේ.

ඉහත උදාහරණවල දක්වා ඇති අන්දමට අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව, ඔක්සිහරණ විභව ලෙස දක්වා ඇත (ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියාවේ විභවය).

මේ නිසා, විවිධ රෙඩොක්ස් සමතුලිතයන් ඒවායේ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවවල (රෙඩොක්ස් විභව) අනුපිළිවෙළට පෙළ ගැස්වූ විට අපට විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණිය ගොඩනැගිය හැකි වේ. වඩාත් ඍණ විභව (E^0 අගය) ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩ, විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියේ ඉහළින් පිහිටා ඇති අතර, වඩාත් ධන විභව (E^0 අගය) ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පහළින් පිහිටා ඇත. මෙහි සාරාංශයක් 3.5 වගුවේ දැක්වේ.

වගුව 3.5 298 K දී තෝරා ගත් ඉලෙක්ට්‍රෝඩවල සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය

ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව	**සම්මත ඔක්සිහරණ විභව (E^{O} / V)**
$Li^{+}(aq) + e \rightarrow Li(s)$	-3.05
$K^{+}(aq) + e \rightarrow K(s)$	-2.93
$Ca^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Ca(s)$	-2.87
$Na^{+}(aq) + e \rightarrow Na(s)$	-2.71
$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Mg(s)$	-2.36
$Al^{3+}(aq) + 3e \rightarrow Al(s)$	-1.66
$Mn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Mn(s)$	-1.18
$2H_2O\ (l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^{-}\ (aq)$	-0.83
$Zn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Zn(s)$	-0.76
$Fe^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Fe(s)$	-0.44
$Ni^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Ni(s)$	-0.23
$Sn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Sn(s)$	-0.14
$Pb^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Pb(s)$	-0.13
$H^{+}(aq) + e \rightarrow 1/2H_2(g)$	**0.0**
$Sn^{4+}(aq) + 2e \rightarrow Sn^{2+}(aq)$	+0.15
$AgCl(s) + e \rightarrow Ag(s) + Cl^{-}(aq)$	+0.22
$Hg_2Cl_2(s) + 2e \rightarrow 2Hg(l) + 2Cl^{-}(aq)$	+0.27
$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$	+0.34
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \rightarrow 4OH^{-}(aq)$	+0.40
$I_2(s) + 2e \rightarrow 2I^{-}\ (aq)$	+0.54
$Fe^{3+}(aq) + e \rightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$Ag^{+}(aq) + e \rightarrow Ag(s)$	+0.80
$Br_2(l) + 2e \rightarrow 2Br^{-}(aq)$	+1.09
$O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e \rightarrow 2H_2O(l)$	+1.23
$Cl_2(g) + 2e \rightarrow 2Cl^{-}(aq)$	+1.36
$Au^{3+}(aq) + 3e \rightarrow Au(s)$	+1.40
$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq)$	+2.05
$F_2(g) + 2e \rightarrow 2F^{-}(aq)$	+2.87

ඔක්සිහාරක හා ඔක්සිකාරක

ඔක්සිහාරකයක් යනු වෙනත් රසායනික ප්‍රභේදයක් ඔක්සිහරණයට පාත්‍ර කරවන ද්‍රව්‍යයක් බව අපි දනිමු. එයින් පෙනෙන්නේ ඔක්සිහාරකයා, වෙනත් රසායනික ප්‍රභේදයකට ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා දෙන බවයි. ප්‍රතිලෝම වශයෙන් ඔක්සිකාරකයා, වෙනත් ප්‍රභේදයකින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගෙන, එය ඔක්සිකරණයට භාජනය කරවයි.

ඉහත විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියට අනුව මැග්නීසියම්, එහි අයන සාදමින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා හැරීම පහසුවෙන් සිදු කරයි. ඒ නිසා මැග්නීසියම් හොඳ ඔක්සිහාරකයෙකි. අනෙක් අතට කොපර්, පහසුවෙන් අයන බවට පත් නොවන බැවින් එහි අයන පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගෙන ලෝහමය කොපර් බවට පත් වේ. එබැවින් Cu(II) අයන හොඳ ඔක්සිකාරයක් වේ.

මින් අදහස් වන්නේ විද්‍යුත් රසායනික ශ්‍රේණියේ ඉහළ ඇති (සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව ඇති) ලෝහ පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන පිට කරන බවත්, හොඳ ඔක්සිහාරක වන බවත් ය. ශ්‍රේණියේ ඉහළට යත් ම ඔක්සිහාරක ගුණ තවත් වැඩි වේ.

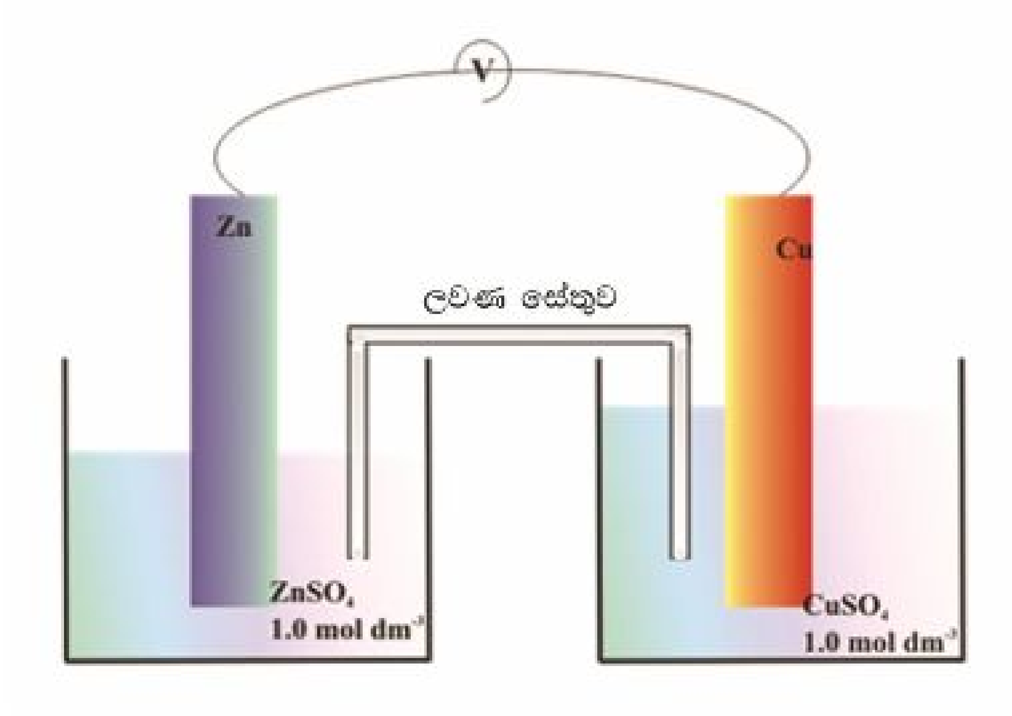
ශ්‍රේණියේ පහළ ඇති ලෝහවල අයන, පහසුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගනී. ඒ නිසා මේවා හොඳ ඔක්සිකාරක වේ. ශ්‍රේණියේ පහළට යනවිට ලෝහ අයනවල ඔක්සිකාරක ගුණ තවදුරටත් වැඩි වේ.

වෙනත් ආකාරයකින් දක්වතොත්, වඩාත් සෘණ E^0 අගයක් ඇති නම් සමතුලිත ලක්ෂ්‍යය වම් පසට බරව ඇති අතර, ලෝහය ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා හැරීමට වැඩි නැඹුරුවක් දක්වයි. මේ අනුව වඩාත් සෘණ E^0 අගයක් ඇති විශේෂිත ප්‍රභේද වඩාත් හොඳ ඔක්සිහාරක වේ. ශ්‍රේණියේ පහළ ඇති ප්‍රභේදමීට විරුද්ධ ආකාරයෙන් ක්‍රියා කරමින්, හොඳ ඔක්සිකාරක ලෙස ක්‍රියා කරයි. එබැවින් සෘණ ඔක්සිහරණ විභවඇති Na, Mg, Zn ආදී ලෝහ, මූලද්‍රව්‍ය ආකාරයෙන් පැවතීමට වඩා අයනික ආකාරයෙන් පැවතීමට වැඩි කැමැත්තක් ඇති අතර ඒවා ඉහළ ප්‍රතික්‍රියාකාරීත්වයෙන් ද යුක්තය. සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවයට වඩා පහළින් ලැයිස්තුගත කර ඇති ප්‍රභේද සඳහා මෙහි විරුද්ධ අර්ථය සත්‍ය වේ. ලෝහ දෙකක් ස්පර්ශව ඇති විට, වඩා සෘණ සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවයක් ඇති ලෝහය, අයනික ආකාරයට පත් වීමට කැමැති වන අතර, එය අනෙක් ලෝහයේ අයන ඔක්සිහරණය කිරීමට සමත් වේ.

3.3 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ

3.3.1 විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක් නිර්මාණය කිරීම

මේ දක්වා සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, විවිධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සමඟ සම්බන්ධ කර සම්මත ඔක්සිහරණ විභව මැන ගන්නා ආකරය සලකා බලා ඇත්තෙමු. සින්ක් අර්ධ කෝෂය සහ කොපර් අර්ධ කෝෂය වෝල්ට් මීටරයක් හරහා සම්බන්ධ කර 3.11 රූපයේ පරිදි ලවණ සේතුවක් මඟින් ද්‍රාවණ සම්බන්ධ කළ හොත් සිදු වන්නේ කුමක් දැයි සොයා බැලීම කුතුහලය දනවන සුලු වේ.



3.11 රූපය Zn හා Cu අර්ධ කෝෂ සම්බන්ධ කිරීමෙන් සාදා ගත් විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක්

ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක්, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් සමග ස්පර්ශව ඇති ඉහත ආකාරයේ ඇටවුමක් විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක් ලෙස අර්ථ දැක්වේ. විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක, පොදු විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් හෝ වෙනස් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙකක් තිබිය හැකි ය. පසුව සඳහන් කළ ආකාරයේ කෝෂයක, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවකින් සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. එකිනෙකට වෙනස් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙකක් අතර ඇති වන විභව වෙනස "ද්‍රව සන්ධි විභවය" ලෙස හැඳින්වේ. කෙසේ වුවත් මේ විභවය විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවක් මඟින් සම්බන්ධ කිරීමෙන් අවම කර ගත හැකි වේ. ලවණ සේතුවක් අනිවාර්යයෙන් ම ඒගාර් යෙදීමෙන් ජෙලි බවට පත් කරන ලද, KCl හෝ KNO_3 වැනි විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යක් අඩංගු "U" හැඩයේ නලයකි. එහි දෙකෙළවර එක් එක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ ද්‍රාවණය තුළ ගිල්වනු ලැබේ. මේ ආකාරයේ ද්‍රව සන්ධියක් පාරගම්‍ය පටලයකින්/ ප්‍රාචීරයකින්/ සවිවර වෙන්කරණයකින් ද සෑදිය හැකි ය. මේවා තුළින් ද අයනවලට ගමන් කළ හැකි වන බැවිනි.

ඉහත අර්ධ කෝෂවල පවතින සමතුලිතතාව පහත දැක්වේ.

$$Zn^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Zn(s) \qquad E^0 = -0.76 \text{ V}$$

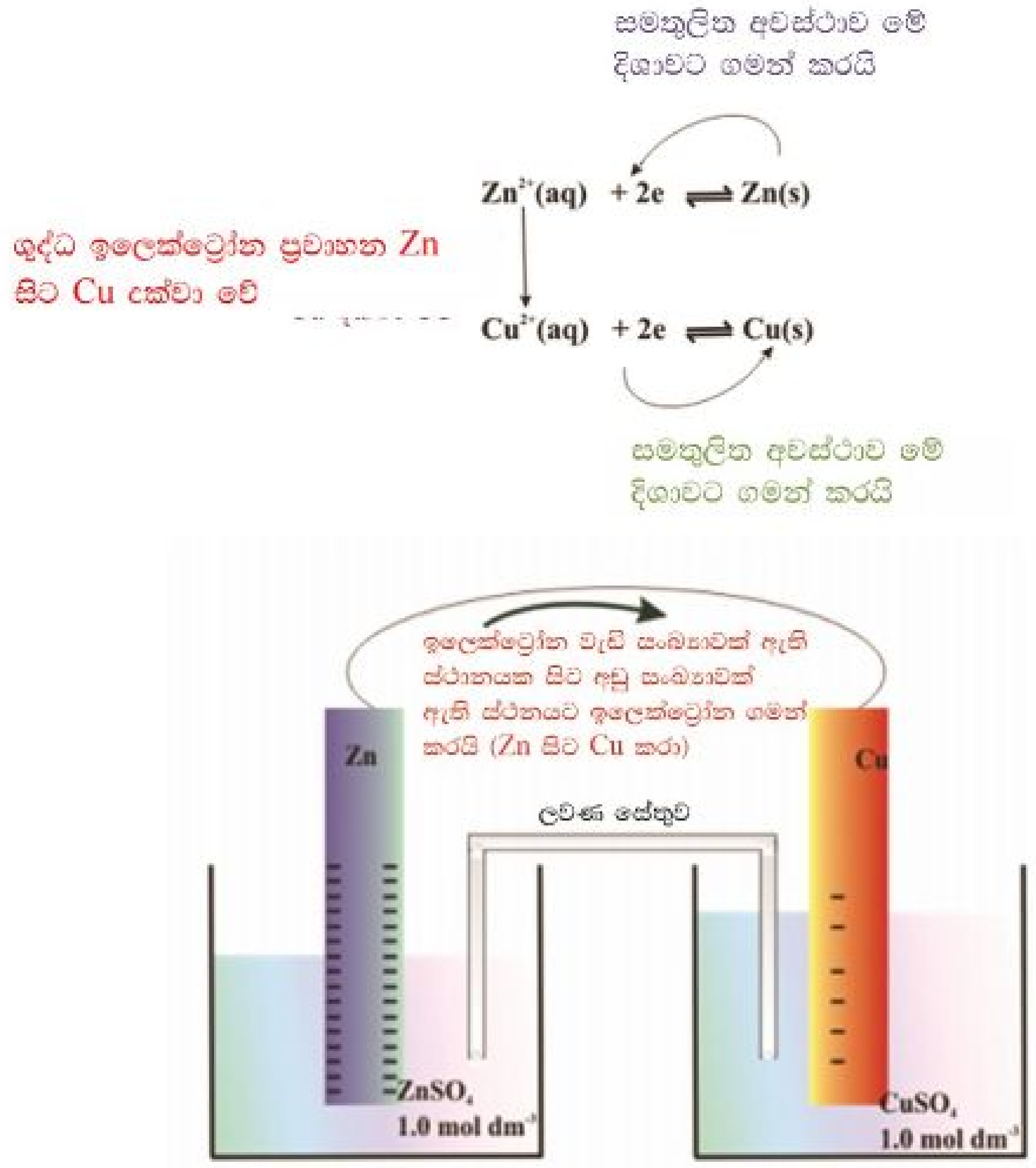
$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Cu(s) \qquad E^0 = +0.34 \text{ V}$$

Zn සඳහා සෘණ E^0 අගයක් තිබීමෙන් පෙනෙන්නේ එයට හයිඩ්‍රජන්වලට සාපේක්ෂව ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීම පහසු බවයි. කොපර්වල ධන E^0 අගය පෙන්වන්නේ එයට හයිඩ්‍රජන්වලට සාපේක්ෂව ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීම අපහසු බවයි.

මෙය, ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකෙහි සමතුලිතතා කෙළින් ම සංසන්දනය කිරීමට ඉඩ සලසයි. Zn හි සමතුලිතතාව, Cu හි සමතුලිතතාවට වඩා වම් පසට නැඹුරුව පවතී. එබැවින් Zn ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සෘණ ලෙසත්, Cu ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ධන ලෙසත් (සාපේක්ෂව) වෝල්ට් මීටරය මඟින් දක්වනු ඇත. එයින් දක්වන්නේ ඒ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර විභව වෙනස වේ.

සාමාන්‍යයෙන්, ඉහළ ප්‍රතිරෝධයක් ඇති වෝල්ට් මීටරයක් භාවිත කිරීමෙන් පරිපථය හරහා ධාරාවක් ගැලීම වළක්වා ගනු ලැබේ. වෝල්ට් මීටරය නොමැතිව විද්‍යුත් පරිපථය සම්බන්ධ කළහොත්, වැඩිපුර ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස් වී ඇති අග්‍රයේ (Zn මත) සිට ඉලෙක්ට්‍රෝන අඩුවෙන් රැස් වී අති අග්‍රය (Cu මත) වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝන ධාරාවක් ගමන් ගනී. මෙසේ ගලා යන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහය, විද්‍යුත් ධාරාවක් ලෙස සැලකේ. මේ අවස්ථාවේ දී සමතුලිතතා බිඳ වැටෙන අතර, විද්‍යුත් ධාරාව ගලා යෑම නිසා ඇති වන වෙනස්කම් අවබෝධ කර ගැනීමට ලේ චැටලියර් මූලධර්මය යොදා ගනී. මෙහි දී එකිනෙකට විරුද්ධ ආවරණ දෙකක් ඇති වීම දැකිය හැකි වේ.

එක් පාර්ශ්වයක, Znහි සමතුලිතතාවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහරින අතර, ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව අහිමි වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගැනීම හැකි වන පරිදි සමතුලිත අවස්ථාව වෙනස් වේ. අනෙක් පාර්ශ්වයේ කොපර් ලෝහය වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝන එකතු වේ. ලේ චැටලියර් මූලධර්මයට අනුව එසේ එකතු වන අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් වන ආකාරයට Cuවල සමතුලිතතාව සකස් වේ. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස පහත සටහනේ දැක්වෙන පරිදි වෙනස්කම් සිදු වේ. මෙය 3.12 රූපයේ දක්වා ඇත.



3.12 රූපය Zn හා Cu අර්ධ කෝෂ දෙක වෝල්ට් මීටරය නොමැතිව සම්බන්ධ කරන ලද ගැල්වානි කෝෂයක්

ඉහත පද්ධතියේ Zn සිට Cu දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලා යෑම නොකඩවා සිදු වුව හොත් ඒ අනුව සමතුලිත අවස්ථාව ද වෙනස් වේ. එබැවින් සමතුලිත ප්‍රතික්‍රියා දෙක ද, එක් දිශාවකට යොමු වූ ප්‍රතික්‍රියා දෙකක් බවට නිතැතින් ම පත් වේ. සින්ක් දිගින් දිගට ම අයන බවට පත් වන අතර, කොපර් අයන ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගනිමින් කොපර් බවට පත් වේ. ප්‍රතික්‍රියා දෙක පහත ආකාරයට දැක්විය හැකි ය.

$$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$$

එබැවින් ශුද්ධ ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ, Zn, සින්ක් අයන වශයෙන් ද්‍රාවණයට පිවිසීමත්, එහි දී පිට වන ඉලෙක්ට්‍රෝන කොපර් (II) අයනවලට ලබා දී ඒවා කොපර් ලෝහය බවට පත් වීමත් බව සමස්තයක් ලෙස දැක්විය හැකි ය. අප විසින් අර්ධ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියා ලෙස හඳුන්වනු ලබන ඉහත ප්‍රතික්‍රියා දෙක එකතු කිරීමෙන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලබා ගත හැකි වේ.

විද්‍යුත් ධාරාව ඇති වන්නේ ස්වයංසිද්ධ රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීම නිසා බව ඉහත කෝෂය සැලකීමේ දී පෙනී යයි. එබැවින් විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ, වර්ග දෙකකට වෙන් කළ හැකි වේ. ස්වයංසිද්ධ ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වීම කරණ කොට ගෙන විද්‍යුතය ජනනය වන කෝෂ ගැල්වානි කෝෂ හෙවත් වෝල්ටීය කෝෂ ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ නොවන විට කෝෂය ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා බාහිර විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් අවශ්‍ය වේ. මෙවැනි කෝෂ විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ ලෙස හැඳින්වේ.

ගැල්වානි කෝෂවල ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා, කෝෂයේ ක්‍රියාත්මක බව සඳහා වග කිව යුතු වේ. කෝෂය ක්‍රියාත්මක වන විට ඔක්සිකරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදා හරින අතර, ඒ ඉලෙක්ට්‍රෝන අනෙක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වෙත ගමන් කර, ඒ කොටසේ ඇති රසායනික ප්‍රභේද ඔක්සිහරණයට පාත්‍ර කරවයි. ඔක්සිකරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **ඇනෝඩය** ලෙස ද ඔක්සිහරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **කැතෝඩය** ලෙස ද අර්ථ දැක්වේ. ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා එකතු කිරීමෙන් සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ලබා ගත හැකි වේ. එබැවින් ඩැනියෙල් කෝෂය ලෙස හඳුන්වනු ලබන සින්ක් හා කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩවලින් සමන්විත කෝෂය සඳහා සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා එකතු කිරීමෙන් ලබා ගත හැකි ය.

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව): $Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$

(දකුණු අත පැත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, RHE)

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව) : $\underline{Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e}$

(වම් අත පැත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය, LHE)

කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව: $\mathbf{Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)}$

බාහිර, ප්‍රතිවිරුද්ධ විභවයක් ගැල්වානි කෝෂය මත ඇති කළ හොත් සහ එය ක්‍රමයෙන් වැඩි කළ හොත්, බාහිර විභවය 1.1 V කරා ළඟා වන තෙක් කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන බව මතක තබා ගන්න. බාහිර විභවය 1.1 V වන විට කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම නවතින අතර, තව දුරටත් කෝෂයෙන් ධාරාවක් ලබා ගත නොහැකි වේ. බාහිර විභවය තව දුරටත් වැඩි කළ හොත් කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට සිදු වීම පටන් ගනී.

($Cu(s)$ + $Zn^{2+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq)$ + $Zn(s)$). එවිට එය විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එය ස්වයංසිද්ධ නොවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කර ලීමට යොදා ගන්නා ඇටවුමකි. මෙහි දී 1.1 V වෝල්ටීයතාව ඩැනියෙල් කෝෂය සඳහා ලබා ගන්නේ කෙසේ දැයි වටහා ගැනීම වැදගත් වේ. එය මෙසේ අවබෝධ කර ගත හැකි වේ.

ඩැනියෙල් කෝෂයේ කුටීර දෙක තුළ ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා සිදු වේ. කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ දී ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන අතර, සින්ක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ දී ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ. කෝෂයේ ඇති මේ කුටීර අර්ධ කෝෂ හෝ රෙඩොක්ස් යුගල ලෙස හැඳින්වෙන බව පෙර සඳහන් කර ඇත. කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඔක්සිහරණ අර්ධ කෝෂය ලෙස ද සින්ක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඔක්සිකරණ අර්ධ කෝෂය ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.

ගැල්වානි කෝෂයේ දී, ඔක්සිකරණය සිදු වන අර්ධ කෝෂය (ඇනෝඩය) සඳහා, ද්‍රාවණයට සාපේක්ෂව සෘණ විභවයක් ලැබේ. ඔක්සිහරණය සිදු වන අනෙක් අර්ධ කෝෂයට ද්‍රාවණයට සාපේක්ෂව ධන විභවයක් ලැබේ. එබැවින් ස්විච්චය ක්‍රියාත්මක කළ විගස ("*on*" පිහිටීම) ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අතර විභවඅන්තරයක් ඇති වන අතර, සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ සිට ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය කරා බාහිර පරිපථය ඔස්සේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කරයි. ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලා යන දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාව විද්‍යුත් ධාරාවේ දිශාව වේ. ගැල්වානි කෝෂයක ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර විභව අන්තරය, "කෝෂ විභවය" ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එය මනිනු ලබන්නේ වෝල්ට් (V) යන ඒකකයෙනි. ඇනෝඩය හා කැතෝඩයෙහි ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව අතර වෙනස, එනම් ඔක්සිහරණ විභව අතර, වෙනස කෝෂ විභවය වේ. එය, කෝෂය හරහා ධාරාවක් නොගලන විට කෝෂයේ **විද්‍යුත් ගාමක බලය (emf)** ලෙසද හැඳින්වේ. වර්තමානයේ දී ගැල්වානි කෝෂයක් නිරූපණය කිරීමේ දී ඇනෝඩය වම් පසින් ද කැතෝඩය දකුණු පසින්ද වන පරිදි නිරූපණය කිරීම සම්මුතියක් ලෙස පිළිගැනේ. එකිනෙකට වෙනස් විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙකක් තුළ වෙනස් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් ගිල්වා තනා ඇති විද්‍යුත් රසායනික කෝෂයක දී නම් ද්‍රාවණ වෙන් කරන මායිමේ දී අමතර විභව අන්තරයක් ද හට ගනී. මේ විභව අන්තරය **"ද්‍රව සන්ධි විභවය"** ලෙස හැඳින්වේ. විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවක් මඟින් සම්බන්ධ කිරීමෙන් ද්‍රව සන්ධි විභවය අවම කර ගත හැකි ය.

ගැල්වානි කෝෂයක් නිරූපණය කිරීමේ දී ලෝහය සහ විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය සිරස් ඉරකින් වෙන් කරන අතර, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය දෙක ලවණ සේතුවක් මඟින් සම්බන්ධ කර ඇති නම් එය සිරස් ද්විත්ව ඉරි මඟින් නිරූපණය කරනු ලැබේ. **කෝෂ අංකනය** සටහන් කිරීමේ දී පහත කරුණු වැදගත් වේ.

- කෝෂයේ ඔක්සිකරණය සිදු වන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වම් පසින් ද කෝෂයේ ඔක්සිහරණය සිදු වන අග්‍රය දකුණු පසින් ද සටහන් කෙරේ.
- කලාප දෙකක් සිරස් ඉරකින් "|" වෙන් කෙරේ.
- ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර ද්‍රව සන්ධි විභවයක් ඇති අවස්ථාවේ දී සිරස් කඩ ඉරක් "⋮" මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක වෙන් කරනු ලැබේ.
- ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර ද්‍රව සන්ධි විභවයක් නැති විට, එනම් ලවණ සේතුවකින් අර්ධ කෝෂ දෙක සම්බන්ධ කර ඇති විට ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක වෙන් කරන්නේ සිරස් ඉරි දෙකකිනි "||".
- සියලු ප්‍රභේදවල භෞතික අවස්ථාව දැක්වීම අනිවාර්ය වන අතර, සාන්ද්‍රණය පීඩනය, උෂ්ණත්වය වැනි තත්ත්ව දන්නේ නම් ඒවා ද ඒ සමඟ දැක්විය යුතු ය.

ඉහත සම්මුතික කෝෂ අංකනය මඟින් ඩැනියෙල් කෝෂය නිරූපණය කරමු.

$$Zn(s)|Zn^{2+}(aq, 1.0 \text{ mol dm}^{-3}))||Cu^{2+}(aq, 1.0 \text{ mol dm}^{-3})|Cu(s)$$

තවත් නිදසුන්:

1. සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා මැග්නීසියම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මඟින් සෑදෙන කෝෂය:

$$Mg(s)|\ Mg^{2+}(aq, 1.0 \text{ mol dm}^{-3})\ ||\ H^{+}(aq, 1.0 \text{ mol dm}^{-3})\ |\ H_2(g)\ |Pt(s)$$

2. සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා ක්ලෝරීන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මඟින් සෑදෙන කෝෂය:

$$Pt(s)|H_2(g)\ |H^{+}(aq)\ ||Cl^{-}(aq)\ |Cl_2(g)\ |Pt(s)$$

3. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකට ම පොදු විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය ලෙස HCl යොදා ඇති විට, සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා $Ag/AgCl/Cl^{-}$ මඟින් සෑදෙන කෝෂය

$$Pt(s)|H_2(g)\ |H^{+}(aq),\ Cl^{-}(aq)\ |AgCl(s)\ |Ag(s)$$

මේ සම්මුතියේ දී කෝෂයේ විද්‍යුත් ගාමක බලය සෑම විට ම ධන වන අතර, එය දකුණු අර්ධ කෝෂයේ විභවයෙන් වම් අර්ධ කෝෂයේ විභවය අඩු කිරීමෙන් ලැබේ. එනම්,

$$E_{cell} = E_{\text{දකුණු}} - E_{\text{වම}}$$

හෝ

$$E_{cell} = E_{\text{කැතෝඩය}} - E_{\text{ඇනෝඩය}}$$

අප විසින් සලකා බැලූ කෝෂය සඳහා

$$E_{cell} = E_{Cu^{2+}(aq)/Cu(s)} - E_{Zn^{2+}(aq)/Zn(s)}$$

$$E_{cell} = 0.34 \text{ V} - (-0.76\text{V})$$

$$E_{cell} = +1.10 \text{ V}$$

වැඩිදුර අවබෝධය සඳහා තවත් නිදසුනක් ගනිමු.

පහත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

අර්ධ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියා:-

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය) $2Ag^{+}(aq) + 2e \rightarrow 2Ag(s)$

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය) $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e$

ඉහත ප්‍රතික්‍රියා දෙක එකතු කිරීමෙන් සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ලැබෙන අතර, සිල්වර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය කැතෝඩය ලෙස ද කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඇනෝඩය ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. කෝෂය මෙසේ නිරූපණය කළ හැකි ය.

$$Cu(s)|Cu^{2+}(aq)||Ag^{+}(aq)|Ag(s)$$

එමඟින්,

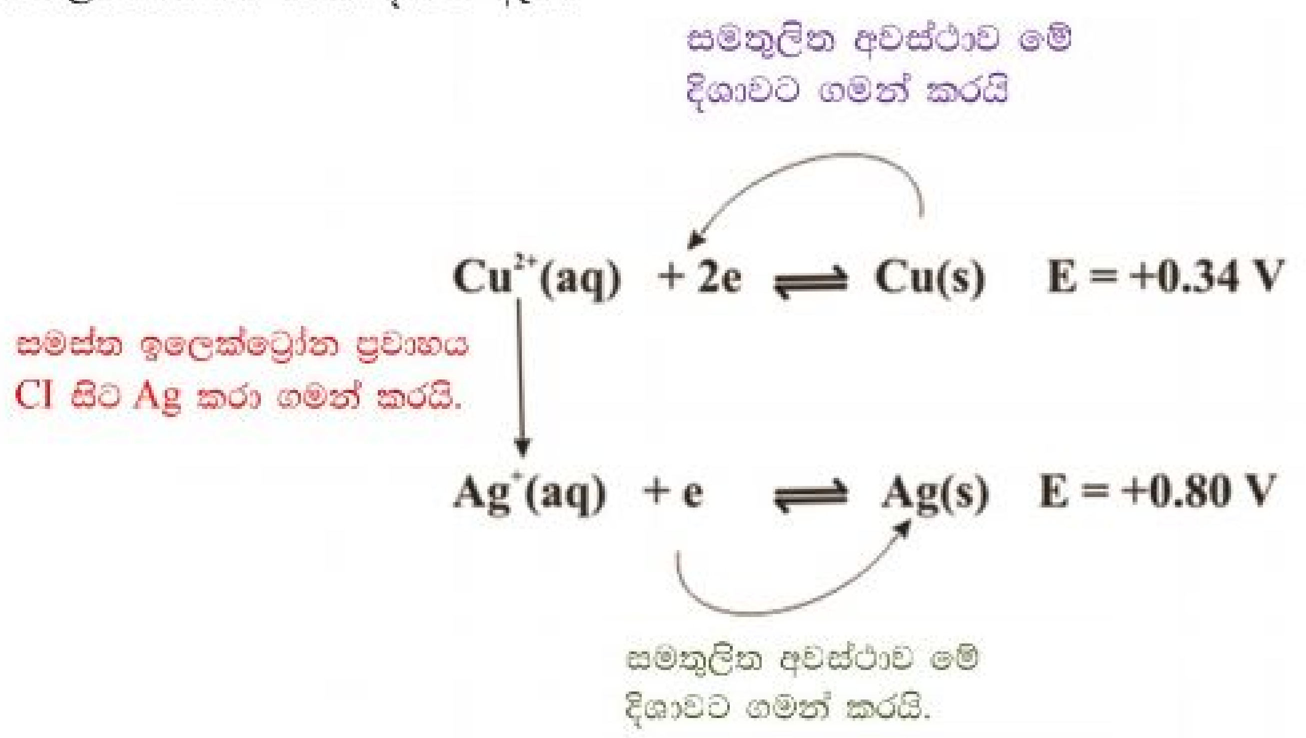
$$E_{cell} = E_{\text{දකුණු}} - E_{\text{වම}} = E_{Ag^{+}/Ag} - E_{Cu^{2+}/Cu}$$

අදාළ ඔක්සිහරණ විභව අගයන් ආදේශ කිරීමෙන් විද්‍යුත් ගාමක බලය ලබා ගත හැකි ය.

$$E_{cell} = +0.80\ V - (0.34\ V) = +0.46\ V$$

මෙහි ප්‍රතික්‍රියා මෙසේ ද සැලකිය හැකි ය.
අර්ධ කෝෂ දෙකේ ම E° අගයන් ධන වේ. $E_{Ag^{+}/Ag} = +0.80\ V$ සහ $E_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$ වේ. මින් පෙනෙන්නේ Cu හෝ Ag යන දෙක ම හයිඩ්‍රජන්වලට සාපේක්ෂව අයන බවට පත් වීමට සහ ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීමට නැඹුරු නොවන බවයි.

කෙසේ වුව ද, කොපර්වල E° අගයෙහි ධන ස්වභාවය අඩු නිසා කොපර්වල ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් කිරීමේ හැකියාව සාපේක්ෂව ඉහළ ය. ඒ නිසා කෝෂයේ වඩාත් ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස් වූ අග්‍රය කොපර් විය යුතු වේ. එබැවින් කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට සෘණ විභවයක් ලැබේ. කොපර් හා සිල්වර් දඬු කම්බියකින් සම්බන්ධ කළ හොත්, ඉලෙක්ට්‍රෝන ධාරාව කොපර්වල සිට සිල්වර් කරා ගලා යයි. එය පහත දක්වා ඇත.

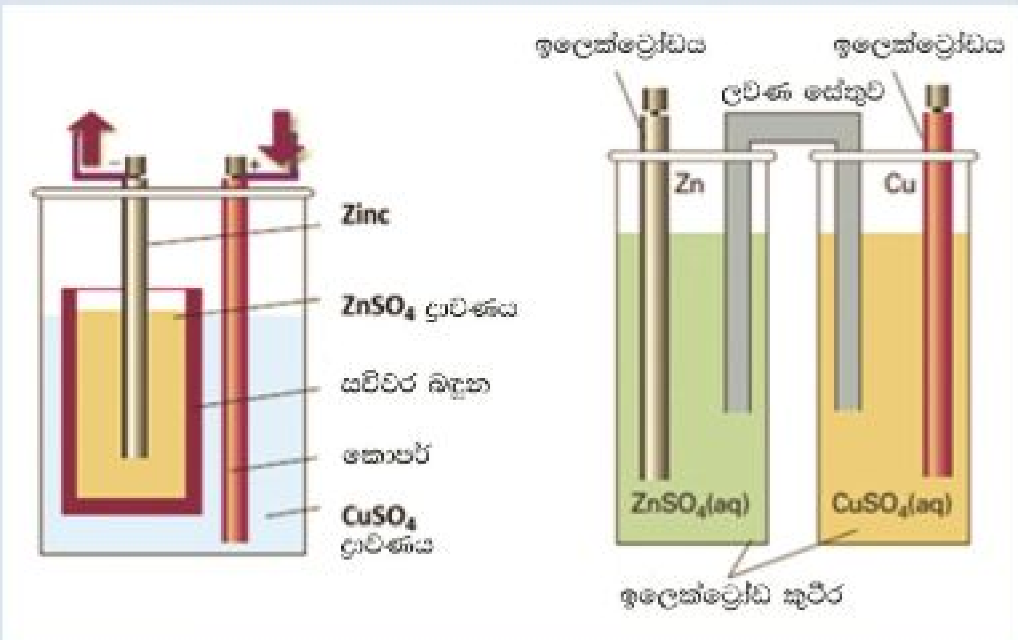


මේ නිසා දී ඇති කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට ශක්‍යතාවක් ඇති බව තහවුරු වේ.

නිදසුන 3.2

පහත දක්වා ඇත්තේ ඩැනියෙල් කෝෂයේ ආකාර කිහිපයකි. ඒ සඳහා සම්මුතික කෝෂ අංකනය ලියන්න.

(a) (b)



පිළිතුර

(a) මේ රූපයේ විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය දෙක අතර ද්‍රව සන්ධියක් ඇත. ඒ නිසා කෝෂ අංකනය, $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)⁝Cu^{2+}(aq)|Cu(s)$වේ.

(b) මේ රූපයේ, ද්‍රවසන්ධි විභවය අවම වන පරිදි ලවණ සේතුවක් යොදා ද්‍රාවණ දෙක සම්බන්ධ කර ඇත. ඒ නිසා කෝෂ අංකනය, $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)||Cu^{2+}(aq)|Cu(s)$ පරිදි වේ.

3.3.2 ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය කෙරෙහි බලපාන සාධක

- උෂ්ණත්වය
- විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ සාන්ද්‍රණය
- විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ ස්වභාවය
- වායුවේ පීඩනය
- විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය වර්ගය

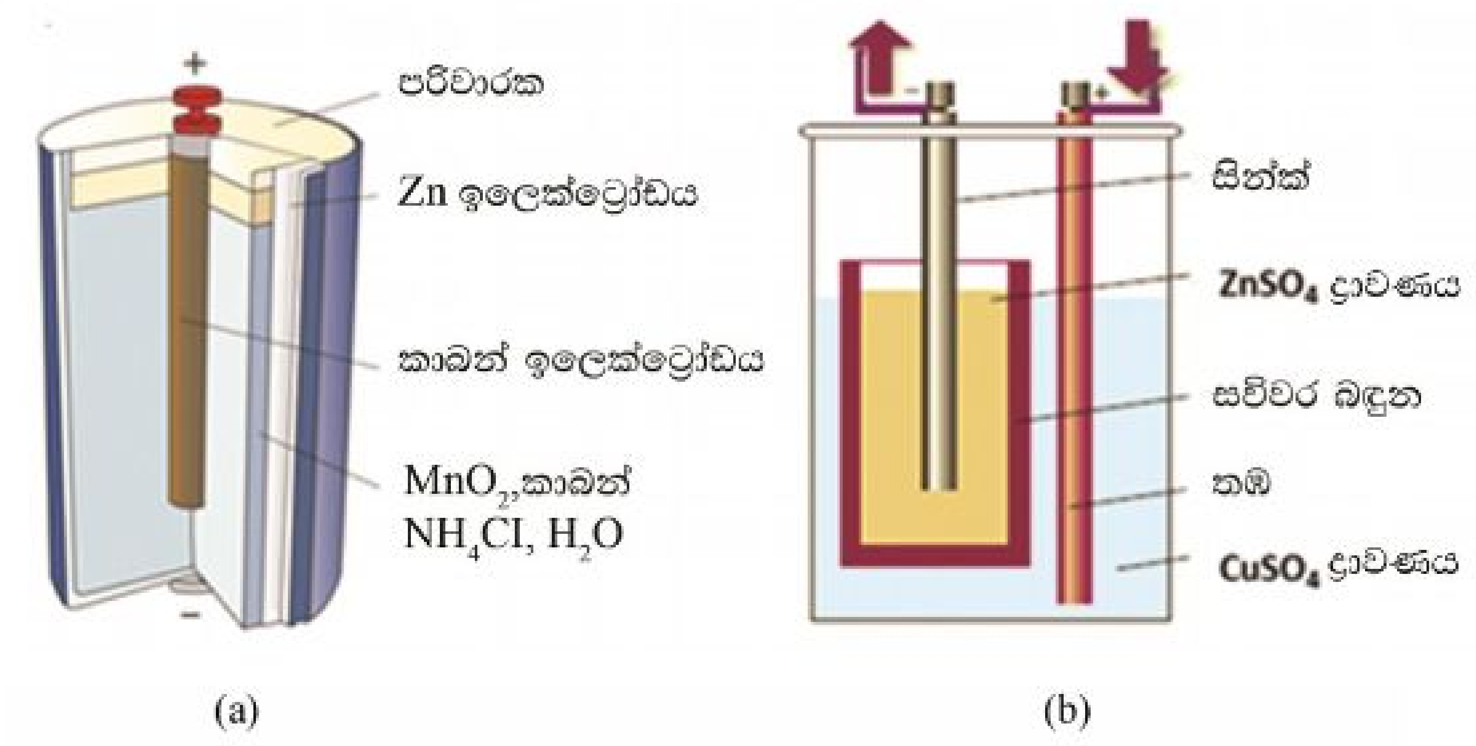
විද්‍යුත් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදුවීම සඳහා ලෝහ කැටායන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ පෘෂ්ඨය සමඟ උචිත දිශානතියකින් හා ශක්තියකින් ඝට්ටනය විය යුතු ය. ඒ නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව සෙවීමේ දී විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ උෂ්ණත්වය හා සාන්ද්‍රණය, වැදගත් වේ. කෝෂය ක්‍රියාත්මක වීමේ දී ආරෝපණ ගෙන යෑම සඳහා විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයේ ස්වභාවය ගැන ද සැලකීම වැදගත් වේ. මෙය 3.1.1 කොටස යටතේ සාකච්ඡා කර ඇත. වායු ඉලෙක්ට්‍රෝඩයන් භාවිත කරන විට, වායුවේ පීඩනය සඳහන් කිරීම වැදගත් වන අතර, එමඟින් ඒකක පරිමාවක් තුළ ඇති වායු මවුල ගණන දැන ගත හැකි ය.

සම්මත හයිඩ්‍රජන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට (SHE) සාපේක්ෂව සිල්වර් සිල්වර් ක්ලෝරයිඩ් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ විභවය 0.22V බව මැන ගෙන ඇත. කෙසේ වුවත් සාන්ද්‍රණය $0.1\ mol\ dm^{-3}$

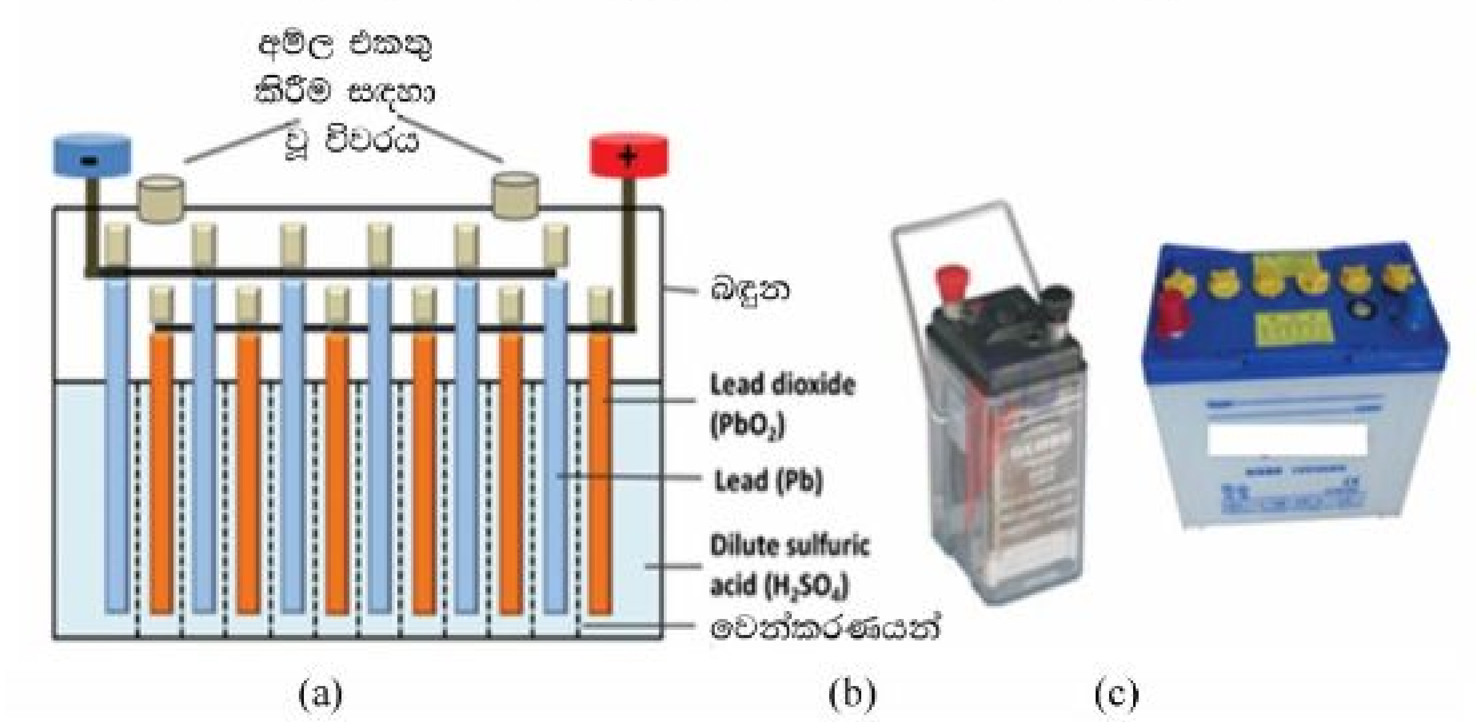
වන KCl ද්‍රාවණයක් භාවිතා කළ හොත්, ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභවය 0.288 V දක්වා වෙනස් වේ. 1.00 mol dm^{-3} ද්‍රාවණය ඇති KCl ගත් විට මේ විභවය 0.235 V දක්වා වෙනස් වේ.

3.3.3 විවිධ විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ වර්ග

රසායනික ශක්තිය, විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කිරීම සඳහා විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ භාවිත වේ. ඒ නිසා එදිනෙදා ජීවිතයේ දී භාවිත වන බැටරි මගින් ක්‍රියාත්මක වන විද්‍යුත් උපාංග සඳහා එවැනි විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ සුලභව භාවිත වේ. එවැනි කෝෂවල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ, සන්නායක කම්බියකින් බාහිරව සම්බන්ධ කර ධාරාවක් ලබා ගන්නා විට රසායනික ප්‍රතික්‍රියා හට ගනී. විද්‍යුතය සැපයීමෙන් කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව පසුපස දිහාවට සිදු කළ නොහැකි විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ, ප්‍රාථමික කෝෂ ලෙස හැඳින්වේ (නැවත ආරෝපණය කළ නොහැකි). 3.11(a) රූපයෙහි දක්වා ඇති සාමාන්‍ය ලෙක්ලාන්ච් කෝෂය සහ 3.11(b) රූපයේ දක්වා ඇති ඩැනියෙල් කෝෂය ප්‍රාථමික කෝෂ සඳහා නිදසුන් වේ.



3.11 රූපය (a) සාමාන්‍ය ලෙක්ලාන්ච් කෝෂය හා (b) ඩැනියෙල් කෝෂය



3.12 රූපය (a) ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරයේ දළ සටහන (b) ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය (c) වාණිජමය ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය (කාර් බැටරිය)

ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය හෙවත් ඊයම් සංචායක කෝෂය එදිනෙදා ජීවිතයේ දී භාවිත කරන තවත් කෝෂයකි. එය බහුලව හඳුන්වන්නේ "කාර් බැටරිය" ලෙස ය. මෙවැනි කෝෂ, එහි ප්‍රතික්‍රියා පසුපස දිශාවට සිදු කර ලීමෙන් නැවත ආරෝපණය කළ හැකි වේ (rechargeable). මෙවැනි කෝෂ **"ද්විතීයක කෝෂ"** නම් වේ. 3.12 රූපයේ ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය පෙන්වා ඇත.

වගුව 3.6 විවිධ වර්ගවල විද්‍යුත් රසායනික කෝෂ සඳහා සාරාංශය

විද්‍යුත් රසායනික කෝෂය	සාමාන්‍ය ලෙක්ලාන්ච් කෝෂය (ප්‍රාථමික කෝෂය)	ඩැනියෙල් කෝෂය (ප්‍රාථමික කෝෂය)	ලෙඩ් ඇකියුම්ලේටරය (ද්විතීයක කෝෂය)
විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය	NH_4Cl / $ZnCl_2$	$ZnSO_4$ (aq)/ $CuSO_4$ (aq)	Dil. H_2SO_4
ධන අග්‍රය	C/ MnO_2	Cu	PbO_2
සෘණ අග්‍රය	Zn	Zn	Pb
ධන අග්‍රයේ ප්‍රතික්‍රියාව (කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව)	$2NH_4^+(aq) + 2MnO_2(s) + 2e \rightarrow Mn_2O_3(s) + H_2O(l) + 2NH_3(g)$	$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$	(විසර්ජනයේදී) $PbO_2(s) + 4H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2e \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$
සෘණ අග්‍රයේ ප්‍රතික්‍රියාව (ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව)	$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$	$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$	(විසර්ජනයේදී) $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(aq) + 2e$
කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව	$Zn(s) + 2NH_4^+(aq) + 2MnO_2(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Mn_2O_3(s) + H_2O(l) + 2NH_3(g)$	$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$	(විසර්ජනයේදී) $PbO_2(s) + 4H^+(aq) + Pb(s) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

3.4 විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

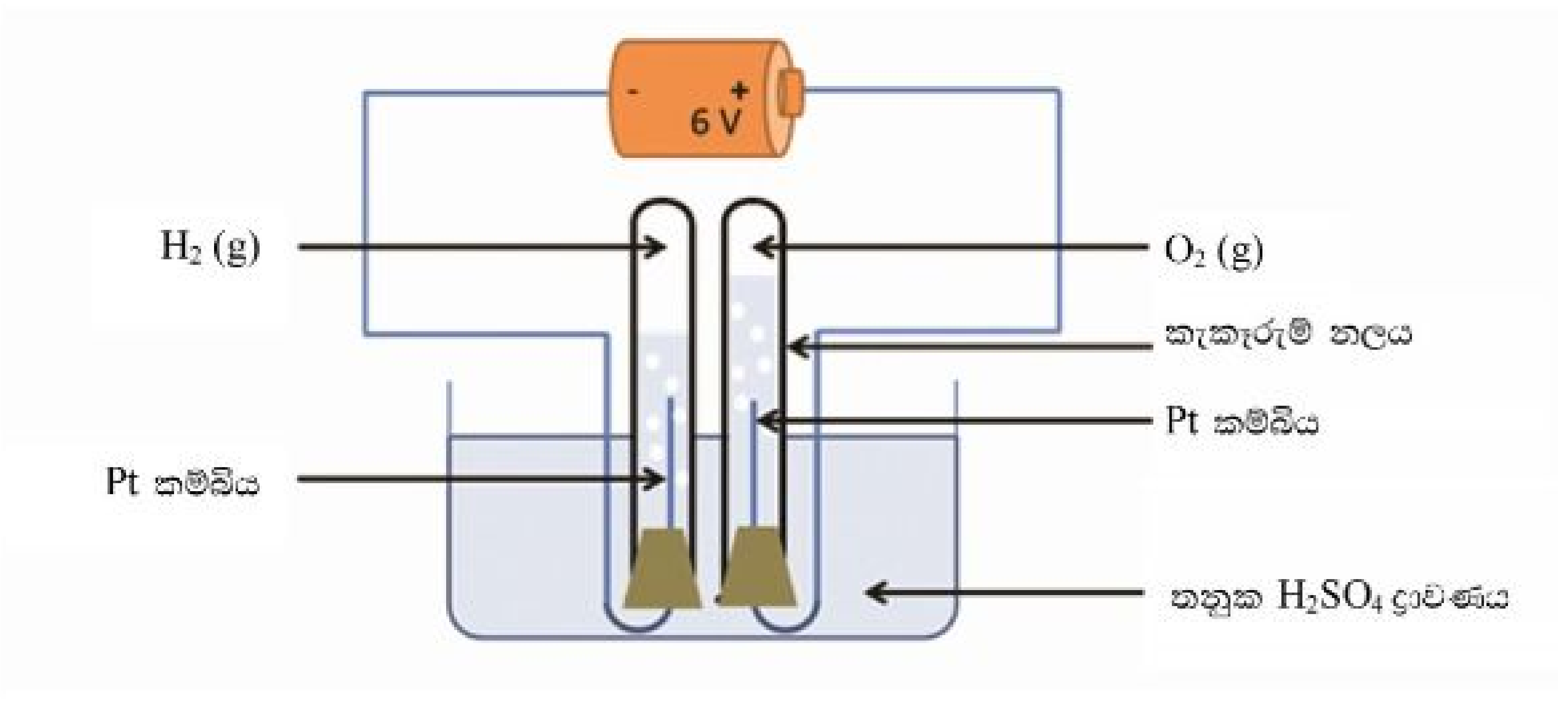
රසායනික ශක්තිය, විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වීම ගැල්වානි කෝෂ තුළ දී සිදු වේ. එහෙත් එදිනෙදා ජීවිතයට ප්‍රයෝජනවත් අංග නිපදවීම සඳහා ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කිරීමට සිදු වන අවස්ථා හමු වේ. උදාහරණ ලෙස: එතරම් වටිනාකමක් නැති ලෝහයක් මත සිල්වර් වැනි වටිනා ලෝහයක් විද්‍යුත් ආලේපනය කිරීමෙන් එයට සිත්කලු පෙනුමක් ද ආරක්ෂක ලෝහ ආවරණයක් ද ලබා දිය හැකි ය. එවැනි අවස්ථාවක දී බාහිරින් විද්‍යුත් ශක්තිය සැපයීමෙන් ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක්, ඉදිරි දිශාවට සිදු කළ හැකි වේ. මෙසේ බාහිරින් විද්‍යුත් ශක්තිය සැපයීමෙන් ස්වයංසිද්ධ නොවන ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු කරවීම **විද්‍යුත් විච්ඡේදනය** ලෙස සැලකිය හැකි ය. විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී, විලීන කළ ද්‍රව්‍යය තුළින් හෝ සුදුසු ද්‍රාවකයක දිය කළ ද්‍රව්‍යය අඩංගු ද්‍රාවණය තුළින් හෝ විද්‍යුතය ගමන් කරවීමට සිදු වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අසල සිදු වන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා මඟින් අපට අවශ්‍ය ද්‍රව්‍යය නිපදවා ගත හැකි ය.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී බාහිර විද්‍යුත් සැපයුමේ (බැටරිය)ධන අග්‍රය, **ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය** හෙවත් **ඇනෝඩය** වේ. එසේ ම සෘණ අග්‍රයට සම්බන්ධ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය **සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය** හෙවත් **කැතෝඩය** වේ. විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී ද්‍රාවණයේ ඇති ධන අයන, සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට (කැතෝඩයට) ආකර්ෂණය වී ප්‍රතික්‍රියාවලට බඳුන් වේ. ඇනෝඩයේ දී මෙයට ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාව වන ද්‍රාවණයේ ඇති සෘණ අයන ආකර්ෂණය වීම සිදු වී ඒ අයනඔක්සිකරණයට භාජනය වේ.

3.4.1 ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

ජලය ඉතා ස්ථායි රසායනික ද්‍රව්‍යයකි. එබැවින් සාමාන්‍ය වායුගෝලීය තත්ත්ව යටතේ (1 atm, 25°C, ΔG^o = 474.4 kJ mol^{-1}) ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය වී හයිඩ්‍රජන් හා ඔක්සිජන් සෑදීම ස්වයංසිද්ධව සිදු නොවේ. ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී රෙඩොක්ස් ප්‍රතික්‍රියා සිදු වීම පිණිස බාහිර විද්‍යුත් ශක්තියක් ලබා දීමට අවශ්‍ය වේ.

ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා භාවිත කළ හැකි ඇටවුමක් 3.14 රූපයේ දැක්වේ.



3.14 රූපය ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා භාවිත කළ හැකි පරීක්ෂණාත්මක ඇටවුම

සංශුද්ධ ජලයේ අඩංගු ප්‍රධාන අයනික ප්‍රභේදය වන්නේ 1×10^{-7} mol dm^{-3}ක සාන්ද්‍රණයක් ඇති H^+(aq) අයන හා OH^-(aq) අයනයි. ඒ නිසා ද්‍රාවණයේ H^+(aq) අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි කිරීමට ජලයට තනුක H_2SO_4 (0.10 mol dm^{-3}) එකතු කරනු ලැබේ.

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)}$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)}$

මේ විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා H_2SO_4 අම්ලයේ සාන්ද්‍රණය මඟින් බලපෑමක් ඇති නොවන බව සමස්ථ ප්‍රතික්‍රියාව සැලකූ විට පැහැදිලි වේ.

නිදසුන 3.3

3.5 වගුවේ ඇති සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව අගයන් භාවිත කර ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනයට අවශ්‍ය අවම වෝල්ටීයතාව ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

ජලය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා සම්මත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව පහත දැක්වේ.

ඇනෝඩය(ඔක්සිකරණය) : $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ (E^θ =1.23 V)

කැතෝඩය(ඔක්සිහරණය) : $\underline{4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)}$ (E^θ = 0.00 V)

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)}$

E^Θcell = E^Θකැතෝඩය - E^Θඇනෝඩය = 0 V – (1.23 V) = **-1.23 V**

$\Delta G^\theta = -nFE^\Theta$ (මෙම සමීකරණය දක්වා ඇත්තේ මෙම පිළිතුර පැහැදිලි කිරීම සඳහා ය. මෙය අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව විෂය නිර්දේශයට අදාළ නොවේ.)

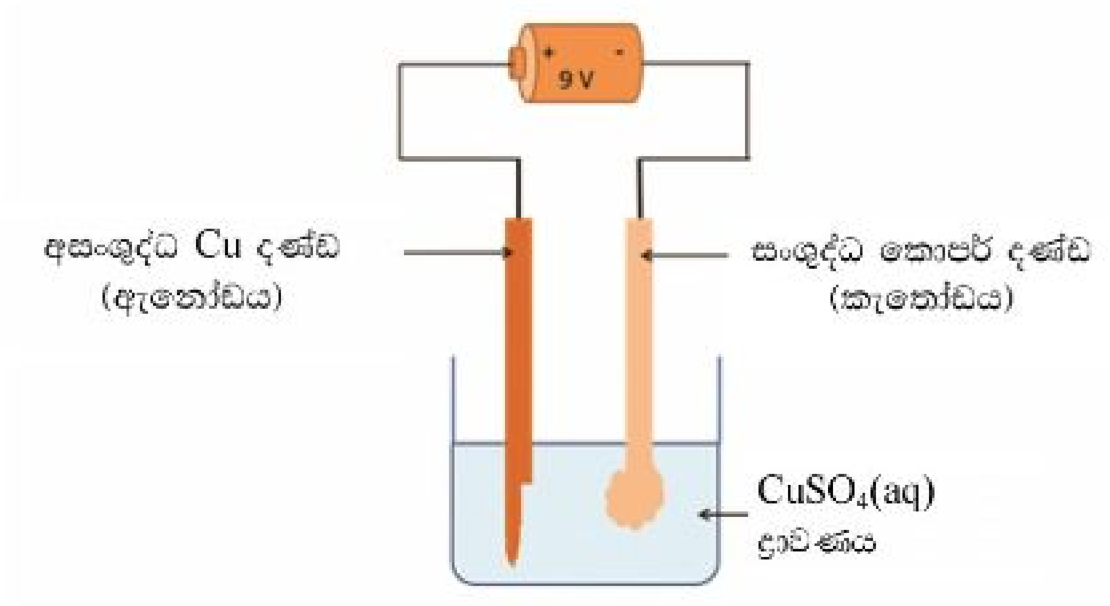
මෙහි E^Θcell සෘණ අගයක් බැවින්, ΔG^θහි අගය ධන වේ. එබැවින් ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ නොවේ. ඉහත ප්‍රතික්‍රියා සිදු වීම සඳහා බාහිර විද්‍යුත් සැපයුම මඟින් ලබා දිය යුතු අවම වෝල්ටීයතාව 1.23 Vවේ.

3.4.2 කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

වාණිජව කොපර් ලෝහය පිරිපහදු කරන්නේ කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා, කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීමෙනි. සාමාන්‍යයෙන් කොපර් නිස්සාරණය කරන්නේ ලෝපස, කාබන් සමග ප්‍රතික්‍රියා කරවීමෙනි. කෙසේ වුව ද මෙහි දී සෑදෙන කොපර් විවිධ අපද්‍රව්‍ය මඟින් අපවිත්‍ර වී ඇත. එමනිසා සංශුද්ධ කොපර් ලබා ගැනීම පිණිස අපිරිසිදු Cu ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය (ඇනෝඩය) ලෙස භාවිත කරමින් $CuSO_4$(aq) ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කරනු ලැබේ. මෙහි දී සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වන්නේ සංශුද්ධ Cu තහඩුවකි. මේ පද්ධතිය විද්‍යුත් ප්‍රභවයට (උදා 9V බැටරියකට) සම්බන්ධ කළ විට අපිරිසිදු Cu දණ්ඩ (ඇනෝඩය) Cu^{2+} අයන බවට පත් වෙමින් ද්‍රාවණගත වන අතර, පිරිසිදු කොපර් දණ්ඩ (කැතෝඩය) මත වඩ වඩා Cu තැන්පත් වී, එහි ප්‍රමාණය විශාල වේ.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$



3.15 රූපය $CuSO_4$ ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම සඳහා පරීක්ෂණාත්මක ඇටවුම

3.4.3 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

Pt හෝ මිනිරන් වැනි නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා $CuSO_4$ ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කළ හොත් ඊට හාත්පසින් ම වෙනස් නිරීක්ෂණ ලැබේ. මෙහි දී ඇනෝඩය අසලින් O_2 වායුව නිදහස් වන අතර, කැතෝඩය මත Cu තැන්පත් වනු නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. මෙහි දී ද 3.15 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ පරීක්ෂණාත්මක ඇටවුමක් යොදා ගනී. එක ම වෙනස වන්නේ නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ භාවිතා කිරීමයි.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය):	$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$
කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය):	$\underline{Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)}$
සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව :	$\mathbf{2Cu^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Cu(s) + O_2(g) + 4H^+(aq)}$

මේ පරීක්ෂණයේදී, ඍණ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හෙවත් කැතෝඩය අසල පවතින අයන සැලකූ විට, Cu^{2+} අයන, Cu ලෝහය බවට ඔක්සිහරණය වීම (+0.34 V), H^+ අයන H_2 බවට ඔක්සිහරණය (0.00 V) වීමට වඩා පහසු වේ. 13.5 වගුවේ මීට අදාළ සම්මත ඔක්සිහරණ විභව දක්වා ඇත. මෙසේ ම ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හෙවත් ඇනෝඩය වෙත SO_4^{2-} අයන හා OH^- අයන ආකර්ෂණය වේ. මේ අයන අතරින් SO_4^{2-} අයන ඔක්සිකරණය වීමට (+2.05 V)වඩා වැඩි ශක්‍යතාවක් ජලය ඔක්සිකරණය වීමට (+1.23V) තිබේ. ඒ නිසා ඇනෝඩයේ දී ජලය ඔක්සිකරණය වී O_2 වායුව නිදහස් වේ.

3.4.4 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා NaCl(aq) ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම

NaCl(aq) ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම සලකා බලන විට පළමුව එක් එක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය අසල සිදු වන ඔක්සිකරණ හා ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා විශ්ලේෂණය කිරීම වැදගත් වේ. තරගකාරි ප්‍රතික්‍රියාවල සම්මත ඔක්සිහරණ විභව සංසන්දනය මඟින් අවසාන ඵල පුරෝකථනය කළ හැකි ය. කැතෝඩය අසල දී පහත සඳහන් තරගකාරි ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා සිදු විය හැකි ය.

$$2H^+(aq) + 2e \rightarrow H_2(g) \qquad E^\ominus = 0.00\ V \qquad (1)$$

$$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq) \qquad E^\ominus = -0.83\ V \qquad (2)$$

$$Na^+(aq) + e \rightarrow Na(s) \qquad E^\ominus = -2.71\ V \qquad (3)$$

මේ සම්මත ඔක්සිහරණ විභව සැලකූ විට (1) ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීමට වඩාත් ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව වේ. මේ ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා සම්මත තත්ත්ව අවශ්‍ය වන අතර, ජලයේ $H^+(aq)$ සාන්ද්‍රණය ද ඉතා කුඩා වේ (10^{-7} mol dm^{-3}). එම නිසා සාමාන්‍ය විද්‍යාගාර තත්ත්වය යටතේ මෙය සිදු නොවේ. (3) වන ප්‍රතික්‍රියාවේ ඉහළ ඍණ විභවය නිසා $Na^+(aq)$ අයන ඔක්සිහරණය වීමට ද නොහැකි ය. ඒ නිසා NaCl(aq) ද්‍රාවණයේ විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සැලකීමේ දී කැතෝඩයේ දී සිදු වීමට වඩාත් ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ (2) ප්‍රතික්‍රියාවයි. එනම් ජලය ඔක්සිහරණය වී $H_2(g)$ හා $OH^-(aq)$ අයන සෑදීමේ ප්‍රතික්‍රියාවයි.

ඇනෝඩයේ දී වඩාත් ම සිදු වීමට ඉඩ ඇති ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියාව තීරණය කිරීම සඳහා, පළමුව සිදු විය හැකි සියලු ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියා ලැයිස්තුගත කළ යුතු ය.

$$2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e \qquad (4)$$

$$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \qquad (5)$$

සිදු වීමට වඩාත් ම ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව සෙවීමට පළමුව, ඒවායේ සම්මත ඔක්සිහරණ විභව සැලකිය යුතු වේ.

$$Cl_2(g) + 2e \rightarrow 2Cl^-(aq) \qquad E^{o} = +1.36\ V \qquad (4')$$

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \rightarrow 2H_2O(l) \qquad E^{o} = +1.23\ V \qquad (5')$$

මේ දත්තවලට අනුව (4') ඔක්සිහරණ අර්ධප්‍රතික්‍රියාව, (5') ප්‍රතික්‍රියාවට වඩා පහසුවෙන් සිදු විය යුතු ය. එනම් (5) හි දැක්වෙන ඔක්සිකරණය, (4) හි දැක්වෙන ප්‍රතික්‍රියාවට වඩා පහසුවෙන් සිදු වේ. කෙසේ වුවත් පරීක්ෂණය සිදු කිරීමේ දී පිට වන්නේ O_2 නොව Cl_2 වායුවයි. මීට හේතුව ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා සැපයිය යුතු නියම විභවය, සමහර විට එහි සම්මත ඔක්සිහරණ විභවයට වඩා වැඩි වීමයි. මේ අමතර විභවය "**අධිවෝල්ටීයතාව**" (Over Potential) ලෙස හැඳින්වේ (අධිවෝල්ටීයතාව පිළිබඳ සවිස්තර හැදෑරීමක් උසස් පෙළ විෂය නිර්දේශයේ සීමා ඉක්මවන බැවින් ඒ පිළිබඳ සාකච්ඡා නො කෙරේ). වෙනත් වචනවලින් කිව හොත්, සම්මත ඔක්සිහරණය විභවය මඟින් අදාළ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා අවශ්‍ය වන අවම වෝල්ටීයතාව ලබා ගත හැකි ය. කෙසේ වුවත් අවශ්‍ය සත්‍ය වෝල්ටීයතාව, අධිවෝල්ටීයතාව හේතුවෙන් ඉහත අගයට වඩා වැඩි විය හැකි ය. (5) ප්‍රතික්‍රියාව (O_2 මුක්ත වීම) සඳහා අධිවෝල්ටීයතාව (4) ප්‍රතික්‍රියාවේ අධිවෝල්ටීයතාවට වඩා වැඩි බැවින් මෙහි දී Cl_2 වායුව සෑදීම නිරීක්ෂණය වේ. එබැවින් (4) ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා, (5) ප්‍රතික්‍රියාවට සාපේක්ෂව අඩු විභවයක් සැපයිය යුතු වේ.

අවසාන වශයෙන්, NaCl(aq) ජලීය ද්‍රාවණයක් නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී සිදු වන කැතෝඩ හා ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියා මෙසේ දැක්විය හැකි ය.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)}$

සමස්ථ ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2Cl^-(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow Cl_2(g) + H_2(g) + 2OH^-(aq)}$

3.4.5 නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා/ විලීන සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය

කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ඝන අවස්ථාවේ ඇති NaClවල සචල අයන නැති බැවින් විද්‍යුතය සන්නයනය නොකරයි. එහෙත් NaClහි ද්‍රවාංකයට වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වයකට (> 801 °C) රත් කළ විට ලැබෙන විලීන වූ NaCl(l)හි සචල Na^+ අයන හා සචල Cl^- අයන ඇත. ඒ නිසා විලීන

NaCl හි Na^+අයන, ඔක්සිහරණය වී Na ලෝහය සාදන අතර, ඔක්සිකරණය ඵලය ලෙස Cl_2 සෑදේ.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{Na^+(l) + e \rightarrow Na(l)}$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2Cl^-(l) + 2Na^+(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2Na(l)}$

ඉහත සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම පිණිස සැපයිය යුතු අවම වෝල්ටීයතාව, 4.07 Vකි. එහෙත් ප්‍රතික්‍රියාවේ ඉහළ අධිවෝල්ටීයතාව හේතුවෙන්, ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා මීට වඩා බොහෝ ඉහළ වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රායෝගිකව ලබා දිය යුතු වේ. වාණිජව, Na ලෝහය නිස්සාරණය කරන්නේ විලීන NaCl ද්‍රවය විද්‍යුත් විච්ඡේදනය මඟිනි. කාර්මිකව භාවිත කරන කෝෂය **ඩවුන්ස් කෝෂය** ලෙස හැඳින්වේ.

3.4 නිදසුන

නිෂ්ක්‍රිය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා Na_2SO_4 ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ දී ඇනෝඩය හා කැතෝඩය අසල පිට වන වායු මොනවා දැයි පුරෝකථනය කරන්න.

පිළිතුර

පියවර 1: ඇනෝඩයෙහි සිදු විය හැකි ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියා හඳුනා ගන්න. (ඉඟිය: ඇනෝඩයේ දී ඇනායන ඔක්සිකරණය වීමට පෙළඹේ). **වගුව 13.5**හි සඳහන් සම්මත ඔක්සිහරණ විභව ලියා දක්වන්න.

$2SO_4^{2-}(aq) \rightarrow S_2O_8^{2-}(aq) + 2e$ ($E^0 = +2.05$ V) ......(1)

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ ($E^0 = +1.23$ V) ......(2)

අධිවෝල්ටීයතාව නොසලකා හැරිය හොත්, අඩු ම සම්මත ඔක්සිහරණ විභවය ඇති ප්‍රතික්‍රියාව, වඩාත් සිදුවීමට ඉඩ ඇති ප්‍රතික්‍රියාව වේ.

ඒ නිසා ඇනෝඩයේදී O_2 වායුව පිට වේ.

පියවර 2: කැතෝඩය අසල සිදුවිය හැකි ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා හඳුනා ගන්න. (ඉඟිය: කැටායන, කැතෝඩයේ දී ඔක්සිහරණය වීමට පෙළඹේ). **වගුව 13.5**හි සඳහන් ඔක්සිහරණ විභව ලියා දක්වන්න.

$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ ($E^0 = -0.83$ V) ....(3)

$Na^+(aq) + e \rightarrow Na(s)$ ($E^0 = -2.71$ V) ....(4)

සම්මත ඔක්සිහරණ විභවය සඳහා වැඩි සෘණ අගයක් ලැබෙන්නේ ඔක්සිකරණය වීමට වඩාත් ම කැමැති ප්‍රභේදයට වේ. ජලය ඔක්සිහරණය වීමට සාපේක්ෂව Na^+ ඔක්සිහරණය වීම සඳහා සම්මත ඔක්සිහරණ විභවය වැඩි සෘණ අගයක් ගනී. ඒ නිසා Na^+ අයන, එලෙස ම Na^+ ලෙස පැවතීමට නැඹුරු වන අතර, H_2O ඔක්සිහරණය වී කැතෝඩය අසල H_2 නිපදවේ.

ඔක්සිහරණහා ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියා දෙකෙහි දී ම සිදු වන්නේ H^+ හා OH^- අයන වෙනුවට ජලය ප්‍රතික්‍රියාවට භාජනය වීමයි. මෙසේ වන්නේ Na_2SO_4, pH අගය 7.0ට ආසන්න වන උදාසීන ද්‍රාවණයක් වන බැවිනි. ඒ නිසා ද්‍රාවණයේ H^+අගයහා OH^- අයන සාන්ද්‍රණය ඉතා අඩු වන අතර, H_2O ඔක්සිකරණයට පාත්‍ර වේ.

පියවර 3 :ඇනෝඩ සහ කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියා මඟින් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලබා ගන්න.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2\,H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{4\,H_2O(l) + 4e \rightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)}$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)}$

3.4.6 විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක ආකාරය

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක ආකාරය පළමුව අනාවරණය කරන ලද්දේ **මයිකල් ෆැරඩේ** විසිනි. ඉහත සාකච්ඡා කළ කරුණු, ෆැරඩේ නියම සඳහා පාදක වී ඇත.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සඳහා පැරඩේ නියම

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයේ ප්‍රමාණාත්මක විශ්ලේෂණ සඳහා පහත දැක්වෙන සුප්‍රකට ෆැරඩේ නියම දෙක භාවිත වේ.

(i) පළමු නියමය: විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී, විද්‍යුතය මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයක් අසල සිදු වන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රමාණය, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යය (විලීන ද්‍රවය/ ද්‍රාවණය) තුළින් ගැලූ විද්‍යුත් ප්‍රමාණයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

(ii) දෙවන නියමය: විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී, විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ද්‍රාවණයක් තුළින් එක ම විද්‍යුත් ප්‍රමාණයක් යැවීමේ දී මුක්ත වන විවිධ ද්‍රව්‍යවල ප්‍රමාණයන්, ඒ ද්‍රව්‍යවල රසායනික සමාන ස්කන්ධවලට සමානුපාතික වේ.

$$\text{සමක ස්කන්ධය} = \frac{\text{ලෝහයේ පරමාණුක ස්කන්ධය}}{\text{කැටායන ඔක්සිහරණයට අවශ්‍ය ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව}}$$

ගලා ගිය විද්‍යුත් ආරෝපණ ප්‍රමාණය Q නම්

$$Q = It$$

I - ඇම්පියර් හා t - තත්පරවලින් මනින විට Q හි ඒකකය කූලෝම් වේ. $\mathbf{1\,C = 1\,A \times 1\,s}$

ඔක්සිකරණයක් හෝ ඔක්සිහරණයක් සඳහා අවශ්‍ය වන ආරෝපණ ප්‍රමාණය (විද්‍යුත් ප්‍රමාණය), ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්ටොයිකියෝමිතිය මත රඳා පවතී. නිදසුන් ලෙස, පහත ප්‍රතික්‍රියාව සලකන්න.

$$Ag^+(aq) + e \rightarrow Ag(s)$$

සිල්වර් අයන එක් මවුලයක් සඳහා ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල එකක් අවශ්‍ය වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපණය 1.6021×10^{-19} C වන බව අපි දනිමු.

ඒ නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුලයක ආරෝපණය,

$N_A\times 1.6021 \times 10^{-19}\ C = 6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1} \times 1.6021 \times 10^{-19}\ C = 96485\ C\ mol^{-1}$

මේ විද්‍යුත් ප්‍රමාණය, **පැරඩේ නියතය** ලෙස හඳුන්වන අතර, එය **F** යන සංකේතය මඟින් දැක්වේ. ආසන්න ගණනය කිරීම් සඳහා 1F ≃ 96500 C ලෙස ගත හැකි ය.

පහත ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ප්‍රතික්‍රියා සලකන්න:

$$Mg^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Mg(s)$$

$$Al^{3+}(aq) + 3e \rightarrow Al(s)$$

Mg^{2+}හා Al^{3+}හි මවුලයක් සඳහා පිළිවෙළින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල දෙකක් (2F) හා ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල තුනක් (3F) අවශ්‍ය වන බව පැහැදිලි වේ.

විද්‍යුත් රසායනික ගණනයන් සඳහා පැරඩේ නියතය භාවිතා කිරීම

විද්‍යුත් විච්ඡේදන පරීක්ෂණයක දී කැතෝඩයේ දී හා ඇනෝඩයේ දී සෑදෙන ඵලවල ඵලදාව ප්‍රමාණාත්මකව දැන ගැනීම වැදගත් වේ. ලැබෙන ඵලදාව දන්නා කාලාන්තරයක් තුළ දී කෝෂය තුළින් ගලා ගිය විද්‍යුත් ධාරාවට අනුරූප වේ. නිදසුන් ලෙස පහත ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා සලකන්න.

$$Na^{+}(l) + e \rightarrow Na(s)$$

$$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^{-}(aq)$$

Na(s) ලෝහයෙන්, 1 molක් සෑදීමේදී Na^{+}අයන මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝන 1 molක් ලබා ගත යුතු ය. එසේ ම H_2 වායුව 1 molක් සෑදීම සඳහා ඉලෙක්ට්‍රෝන 2 molක් අවශ්‍ය වේ.

ෆැරඩේ නියතය මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල ඒකක ආරෝපණය කුලෝම්වලින් ලබා ගත හැකි වන අතර, එය **96485 C mol^{-1}** වේ. ඒ නිසා කෝෂය තුළින් ගලා යන ආරෝපණ ප්‍රමාණය කුලෝම්වලින් සොයා ගත හැකි නම්, ඵල ප්‍රමාණය හෝ වැය වූ ප්‍රතික්‍රියක ප්‍රමාණය ගණනය කළ හැකි වේ. සාමාන්‍යයෙන් විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂයක් තුළින් දී ඇති කාලයක් තුළ දී ගලා යන විද්‍යුත් ධාරාව දන්නා අගයකි. එවිට පහත සම්බන්ධතාව භාවිතයෙන් එම කාලාන්තරය තුළ දී ඇති ඇම්පියර් (A) ප්‍රමාණයක් යැවීමට සම්බන්ධ ආරෝපණ ප්‍රමාණය ගණනය කළ හැකි වේ. කාලය තත්පර වලින් (s) මැන ගත යුතු ය.

ධාරාව(A) ×කාලය(s) → ආරෝපණය (C) → ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල ගණන → ප්‍රතික්‍රියක හෝ ඵල ප්‍රමාණය (mol)

නිදසුන 3.5

නිෂ්ක්‍රීය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යොදා, 25 °C හා 1 atm තත්ත්වය යටතේ, තනුක H_2SO_4 ද්‍රාවණයක් තුළින් 1.5 A ධාරාවක් පැය පහක් තුළ යැවීමෙන්, විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කරන ලදී. ඇනෝඩය හා කැතෝඩය අසලින් නිදහස් වන වායු පරිමා ගණනය කරන්න.

පිළිතුර

පියවර 1: ඇනෝඩය අසල සිදු විය හැකි ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියා හඳුනා ගන්න.

(ඉඟිය: ඇනෝඩය අසල, ඇනායන ඔක්සිකරණය වේ). 3.5 වගුවට අනුව ඒ ප්‍රතික්‍රියාවල සම්මත ඔක්සිහරණ විභව දක්වන්න.

$2SO_4^{2-}(aq) \rightarrow S_2O_8^{2-}(aq) + 2e$ $(E^0 = +2.05\ V)$ …..(1)

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e^{-}$ $(E^0 = +1.23\ V)$ …..(2)

3.4 නිදසුනෙහි දී පෙන්වූ පරිදි ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව වන්නේ (2) ප්‍රතික්‍රියාවයි. ඒ නිසා ඇනෝඩයේ දී O_2 වායුව පිට වේ.

පියවර 2 : කැතෝඩය අසල සිදු විය හැකි ඔක්සිහරණ ප්‍රතික්‍රියා (ඉඟිය: කැතෝඩය අසල දී කැටායන ඔක්සිහරණය වේ) සහ 3.5 වගුවේ දක්වා ඇති සම්මත ඔක්සිහරණ විභව ලියන්න.

$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ (E^0= -0.83 V) ….. (3)

$2H^+ (aq) + 2e \rightarrow H_2 (g)$ (E^0 = 0.00 V) ….. (4)

මෙය තනුක H_2SO_4ද්‍රාවණයක් වන බැවින් (4) ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වීම සඳහා ප්‍රමාණවත් තරම් H^+ (aq) සාන්ද්‍රණයක් තිබේ. ඒ නිසා කැතෝඩයේ දී (4) ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන අතර, කැතෝඩය අසලින් H_2 වායුව පිට වේ.

පියවර 3: කැතෝඩ හා ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව සම්බන්ධ කිරීමෙන් සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව ලියන්න.

ඇනෝඩය (ඔක්සිකරණය): $2 H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e$

කැතෝඩය (ඔක්සිහරණය): $\underline{4H^+(aq) + 4e \rightarrow 2H_2(g)}$

සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $\mathbf{2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)}$

පියවර 4: විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සිදු වූ කාලය තුළ දී ගලා ගිය ආරෝපණ ප්‍රමාණය ගණනය කරන්න.

ආරෝපණ = ධාරාව (A) × කාලය (s) =1.5A × (5 ×60 ×60) s = **27000 C**

ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල ගණන = 27000 C × (1/96485 C mol^{-1})

=**0.28 mol**

පියවර 5: ඇනෝඩයේ දී නිදහස් වූ O_2 වායු පරිමාව ගණනය කරන්න.

ඔක්සිකරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව,

ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 mol → 1 mol $O_2(g)$

සෑදුණු $O_2(g)$ මවුල ගණ = 0.28 ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල × $\frac{O_2(g) \text{ මවුල } 1}{\text{ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල } 4}$

= **0.07 mol**

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය භාවිතයෙන් සෑදුණු $O_2(g)$ වායුවේ පරිමාව ගණනය කරන්න.

V = nRT/P = (0.07 mol ×8.314 J K^{-1} mol^{-1}×298 K)/1×10^5 Pa

= 173.4 × 10^{-5} m^3 =**1.734 dm^3**

පියවර 6: කැතෝඩයේ දී නිදහස් වූ $H_2(g)$ වායුවේ පරිමාව ගණනය කරන්න.

ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාවට අනුව,

ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල 2 → $H_2(g)$ මවුල 1

සෑදුණු H_2 (g) ප්‍රමාණය = 0.28 ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල × $\frac{H_2(g) \text{ මවුල } 1}{\text{ඉලෙක්ට්‍රෝන මවුල } 2}$

= **0.14 mol**

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය භාවිතයෙන් සෑදුණු $H_2(g)$ පරිමාව ගණනය කරන්න.

V = nRT/P = (0.14 mol ×8.314 J K^{-1} mol^{-1}×298 K)/1×10^5 Pa

= 346.8 × 10^{-5} m^3

= **3.47 dm^3**

3.4.7 ගැල්වානි කෝෂ හා විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂ සංසන්දනය

මේ කෝෂ වර්ග දෙක අතර ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ ඒවායේ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්වයංසිද්ධභාවයයි. ගැල්වානි කෝෂවල, කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ වන අතර, එහි දී රසායනික ශක්තිය, විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වේ. එබැවින් ගැල්වානි කෝෂවල දී විද්‍යුතය නිෂ්පාදනය වේ. ගැල්වානි කෝෂවල දී ඇනෝඩය අසල ඔක්සිකරණයක් සිදු වී ඉලෙක්ට්‍රෝන මුදාහැරීමක් සිදු වන නිසා ඇනෝඩය ඍණව ආරෝපිත වේ. කැතෝඩය අසල ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වී ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබා ගැනීමක් සිදු වන නිසා කැතෝඩය ධනව ආරෝපිත වේ.

විද්‍යුත් විච්ඡේදනයක දී, විද්‍යුත් විච්ඡේදන කෝෂය තුළ සිදු වන්නේ මීට විරුද්ධ ක්‍රියාවලියකි. සමස්ත කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධ නොවේ. ඒ නිසා ප්‍රතික්‍රියාවේ ප්‍රගමනය සඳහා බාහිර ප්‍රභවයක් මඟින් ඉලෙක්ට්‍රෝන සැපයිය යුතු වේ. මෙහි දී ඇනෝඩය බැටරියේ ධන අග්‍රයට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. ඒ නිසා ඇනෝඩය ධනව ආරෝපිත වේ. ඇනෝඩයේ දී ඔක්සිකරණ ප්‍රතික්‍රියාවක් සිදු වන අතර, එහිදී සෑදෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන බැටරියේ ධන අග්‍රය වෙත ආකර්ෂණය වේ. මෙහි විලෝමය කැතෝඩයේ දී සිදු වන අතර, කැතෝඩය බැටරියේ ඍණ අග්‍රයට සම්බන්ධ කෙරේ. ඒ නිසා කැතෝඩය ඍණව ආරෝපිත වේ. ඒ නිසා එහි දී ඔක්සිහරණ අර්ධ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වේ.

ආශ්‍රිත ග්‍රන්ථ:

Atkins, P. and Paula, J. (2000) *Atkins' Physical Chemistry.* Oxford, New York: Oxford University Press.

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

Larry R. Faulkner and Allen J. Bard (2001) "*Electrochemical Methods : Fundamentals and Applications*", JOHN WILEY & SONS, INC.