அலகு 9

மின் வேதியியல்

வால்டர் ஹெர்மன் நெர்ஸ்ட்

வால்டர் ஹெர்மன் நெர்ஸ்ட் என்பவர் ஒரு ஜெர்மனைச் சார்ந்து வேதியியல் அறிஞர் ஆவார். அவர் மேலும் இயற்பியலில் வெப்ப இயக்கவியல் இயற்வேதியியல் மின் வேதியியல் மற்றும் திட நிலைமை வேதியியல் ஆகியவற்றிலும் பல பங்காற்றியுள்ளார். அவரின் நெர்ஸ்ட் வெப்பக் கொள்கை வெப்ப இயக்கவியலின் மூன்றாம் விதியினை நிறுவ வழிவகுத்ததோடு மட்டுமல்லாமல் 1920 ல் வேதியிலுக்கான நோபல் பரிசினையும் அவருக்கு பெற்றுத்தந்தது. 1887ல் அவர் நெர்ஸ்ட் சமன்பாட்டையும் வருவித்தளித்தார். மேலும் இரு சமசெறிவற்ற கரைசல்களில் உள்ள அயனிகள், அயனிகள் மட்டுமே விரவும் ஒரு சவ்வினால் பிரிக்கப்படும் போது உண்டாகும் மின் அழுத்தத்தின் மதிப்பினைக் கணக்கிடவும் நெர்ஸ்ட் சமன்பாட்டினை அளித்தார். அவருடைய சமன்பாடு செல் உடல்கூறு இயல் மற்றும் நரம்பு உயிரியலில் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கற்றலின் நோக்கங்கள் :

இந்த பாடப்பகுதியை கற்றறிந்த பின்னர் ,

* மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துத்திறனை கண்டுணர்தல்.
* மின்தடை, கடத்துத்திறன், சமான கடத்துத்திறன் மற்றும் மோலார் கடத்துத்திறன் ஆகிய சொற்கூறுகளை வரையறுத்தல்.
* கரைசலின் செறிவைப் பொறுத்து கடத்துத்திறன் மாறுபடுதலை விளக்குதல்.
* கோல்ராஷ் விதியை பயன்படுத்தி, அளவிலா நீர்த்தலில் வலிமை குறைந்த மின்பகுளியின் கடத்துத்திறனை கணக்கிடுதல்.
* மின்வேதிக் கலனை விவரித்தல்.
* மின்வேதிக் கலன் மற்றும் மின்னாற்பகுப்புக் கலன் ஆகியவற்றை வேறுபடுத்துதல்.
* IUPAC மின்கல குறியீடுகளைப் பயன்படுத்தி கால்வானிக் மின்கலனை குறிப்பிடுதல்
* நெர்ன்ஸ்ட் சமன்பாட்டை வருவித்தல் மற்றும் அதனைப் பயன்படுத்தி மின்கலத்தின் E மதிப்பை கணக்கிடுதல்.
* மின்னாற்பகுத்தல் பற்றிய ஃபாரடே விதிகளை வரையறுத்தல்.
* மின்கலங்களின் கட்டமைப்பை விளக்குதல்.
* அரித்தல் செயல்முறையை ஒரு மின்வேதிக் செயல்முறையாக விளக்குதல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெறுவர்.

XII U9 Electro Chemistry.indd 35 08-12-2021 23:26:15

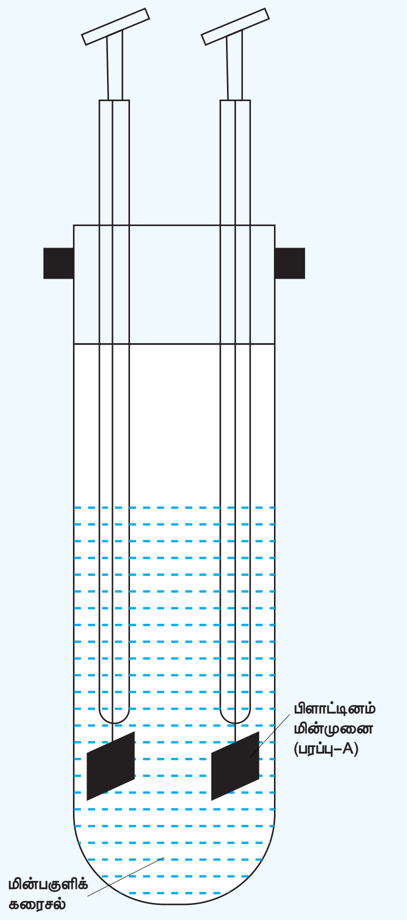
பாட அறிமுகம்

நாம் நம் அன்றாட வாழ்வில் பல பொருட்களை காண்கிறோம், மின் கடத்துத்திறனின் அடிப்படையில் அவற்றை கடத்திகள், குறைக் கடத்திகள் மற்றும் மின்கடத்தாப் பொருட்கள் என வகைப்படுத்த முடியும். மின்னாற்றலை, ஒரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு கொண்டு செல்ல காப்பர், அலுமினியம் போன்ற மின்கடத்திகளும், ஸ்விட்ச்கள், சுற்றுப் பலகைகளில் (circuit boards) PVC, பேக்கலைட் போன்ற மின்கடத்தாப் பொருட்களும் பயன்படுத்தப்படுவதையும் நீங்கள் கவனித்திருக்கலாம். மின்னாற்றல் எவ்வாறு உருவாக்கப்படுகிறது என்பதை நீ அறிவாயா? வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி, ஆற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ இயலாது, ஆனால் ஒருவகையான ஆற்றலை மற்றொரு வகையான ஆற்றலாக மாற்ற இயலும் என்பதை நாம் அறிவோம். மின்னாற்றலை நம்மால் புதிதாக உருவாக்க இயலாது, ஆனால் பலவகைகளில், அதாவது,சூரிய ஆற்றல், காற்றாலை ஆற்றல், கடலலை ஆற்றல் ஆகியவற்றை மின்னாற்றலாக மாற்றுவதன் மூலம் அதனை பெற முடியும். மின்கலங்களில் வேதி ஆற்றலை, மின்னாற்றலாக மாற்றுவதும் இத்தகைய செயல்முறைகளில் ஒன்றாகும். மின்கலங்களற்ற நவீன தொழிற்நுட்ப உலகை நம்மால் கற்பனை கூட செய்ய இயலாது. எனவே, இந்த ஆற்றல் பரிமாற்றத்திற்கு அடிப்படையான கொள்கைகளை அறிந்துகொள்வது மிக முக்கியமானது. மின்னாற்றல் கடத்துதல், மின்னாற்றலை வேதிஆற்றலாகவும், வேதி ஆற்றலை மின்னாற்றலாகவும் மாற்றுதல் ஆகியவற்றை பற்றி கற்கும் வேதியலின் ஒரு பிரிவு மின்வேதியியல் என்றழைக்கப்படுகிறது. மின்வேதி வினைகள் என்பவை ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளாகும். மேலும், அவற்றில் ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு எலக்ட்ரான்கள் பரிமாற்றம் நிகழ்கிறது.

இந்தப்பாடப்பகுதியில்,மின்கடத்துத்திறன்,மின்கலங்களை கட்டமைத்தல் மற்றும் மின்வேதி வினைகளுடன் தொடர்புடைய வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கைகள் ஆகியவற்றை பற்றி நாம் கற்க உள்ளோம்.

9.1 மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துத்திறன்

சோடியம் குளோரைடு, பொட்டாசியம் குளோரைடு போன்ற மின்பகுளிகளை, நீர் போன்ற கரைப்பான்களில் கரைக்கும்போது அவை முழுவதுமாக பிரிகையடைந்து அவற்றின் அயனிக் கூறுகளை (நேரயனிகள் மற்றும் எதிரயனிகள்). உருவாக்குகின்றன என்பதை முன்னரே கற்றறிந்தோம். இத்தகைய மின்பகுளிக் கரைசல்களில் மின்புலத்தை செலுத்தும்போது, அவற்றிலுள்ள அயனிகள் ஒரு மின்முனையிலிருந்து மற்றொரு மின்முனைக்கு மின்னூட்டத்தை தாங்கிச் செல்வதன் மூலம் மின்சாரத்தை கடத்துகின்றன. மின்கடத்துக் கலனை (conductivity cell) (படம் 9.1) பயன்படுத்தி, மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துத்திறன் அளவிடப்படுகிறது. மின்கடத்துக் கலனானது மின்பகுளிக் கரைசலில்மூழ்கவைக்கப்பட்டுள்ளஇரண்டுமின்முனைகளைக் கொண்டுள்ளது. இது உலோக கடத்திகளைப் போலவே ஓம் விதிக்கு கீழ்படிகிறது. அதாவது, மாறாத வெப்பநிலையில், ஒரு மின்கலத்தின் வழியே பாயும் மின்னோட்டமானது (I), அந்த



படம் 9.1 மின்கடத்துக் கலன்

மின்கலத்தின் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கு (V) நேர்விகிதத்திலிருக்கும்.

$$\text{i.e., } I \propto V \text{ (or) } I = \frac{V}{R} \Rightarrow V = IR \qquad .....(9.1)$$

இங்கு 'R' என்பது ஓம் (Ω) அலகில் கரைசலின் மின்தடை.

மின்தடை என்பது மின்னோட்டத்திற்கு எதிராக மின்கலன் அளிக்கும் எதிர்ப்பு ஆகும்.

நியம மின்தடை (ρ)

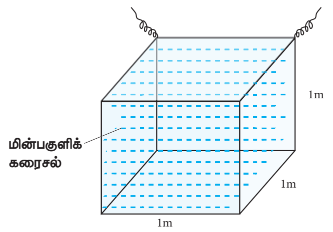
'l' இடைவெளியில் பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள, (A) குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு கொண்ட இரண்டு மின்முனைகளுக்கிடையே மின்பகுளிக்கரைசல் நிரம்பிய மின்கடத்துக் கலனை நாம் கருதுவோம். உலோக கடத்திகளைப் போன்றே, மின்பகுளிக் கரைசலின் மின்தடையானது, நீளத்திற்கு (l) நேர்விகிதத்திலும், குறுக்குப்பரப்பிற்கு (A) எதிர்விகிதத்திலும் அமைகிறது.

$$R \propto \frac{l}{A}$$

$$R = \rho \frac{l}{A} \qquad (9.2)$$

இங்கு ρ (rho) என்பது நியம மின்தடை அல்லது மின்தடை எண் என்றழைக்கப்படுகிறது. இது மின்பகுளியின் தன்மையை பொறுத்து அமைகிறது.

$\frac{l}{A} = 1\ m^{-1}$, எனில், $\rho = R$. நியம மின்தடை என்பது "ஓரலகு குறுக்குப்பரப்பு மற்றும், ஓரலகு நீளத்திற்குள் அடைபட்ட மின்பகுளிக் கரைசலின் மின்தடை என வரையறுக்கப்படுகிறது. விகிதம் $\left(\frac{l}{A}\right)$ ஆனது கலமாறிலி என்றழைக்கப்படுகிறது. நியம மின்தடையின் அலகு ஓம்.மீட்டர் (Ωm).



படம் 9.2 ஓரலகு கனஅளவுடைய மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துத்திறன்

கடத்துத்திறன்

மின்தடையை விட கடத்துத்திறனை பயன்படுத்துவது மிகவும் வசதியானது. ஒரு மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துத்திறன் என்பது அதன் மின்தடையின் தலைகீழ் $\left(1/R\right)$ மதிப்பாகும். கடத்துத்திறனின் SI அலகு சைமென் (S).

$$C = \frac{1}{R} \qquad ..... (9.3)$$

(9.2) லிருந்து (R) மதிப்பை (9.3) ல் பிரதியிட

$$\Rightarrow \text{i.e., } C = \frac{1}{\rho}.\frac{A}{l} \qquad .....(9.4)$$

நியம மின்தடையின் தலைகீழி $\left(1/\rho\right)$ என்பது நியம கடத்துத்திறன் (அல்லது) மின்கடத்து எண் என்றழைக்கப்படுகிறது. இது கப்பா kappa (κ) எனும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது . $\left(\frac{1}{\rho} = \kappa\right)$ எனும் மதிப்பை

κ வின் அலகு

$$\kappa = \frac{1}{R}\cdot\frac{l}{A}\left(\frac{1}{ohm}\cdot\frac{m}{m^2}\right)$$

$$= ohm^{-1}\ m^{-1} = mho\ m^{-1}\ (or)\ Sm^{-1}$$

சமன்பாடு (9.4) ல் பிரதியிட்டு மாற்றி எழுதும்போது.

$$\Rightarrow \kappa = C.\left(\frac{l}{A}\right) \qquad .....(9.5)$$

$A = 1m^2$ மற்றும் $l = 1m$ எனில் $\kappa = C.$.

நியம கடத்துத்திறன் என்பது ஓரலகு கனஅளவுடைய மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது. (படம் 9.2). நியம கடத்துத்திறனின் SI அலகு Sm^{-1}.

எடுத்துக்காட்டு

ஒரு மின்கடத்துக் கலனிலுள்ள இரண்டு பிளாட்டின மின்முனைகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரம் 1.5 செ.மீ. ஒவ்வொரு மின்முனையும் குறுக்குப் பரப்பும் 4.5 ச.செ.மீ என்க. 0.5 N மின்பகுளிக் கரைசலுக்கு மின்கலத்தை பயன்படுத்தி கண்டறியப்பட்ட மின்தடை மதிப்பு 15 Ω எனில், கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன் மதிப்பை காண்க.

தீர்வு

$$\kappa = \frac{1}{R}\left(\frac{l}{A}\right)$$

$$\kappa = \frac{1}{15\Omega} \times \frac{1.5\times10^{-2}m}{4.5\times10^{-4}m^2}$$

$$= 2.22\ Sm^{-1}$$

$l = 1.5\ cm = 1.5\times10^{-2}m$

$A = 4.5\ cm^2 = 4.5\times(10^{-4})m^2$

$R = 15\Omega$

9.1.1 மோலார் கடத்துத்திறன் (Λ_m)

வெவ்வேறு செறிவுடைய கரைசல்கள், குறிப்பிட்ட கனஅளவில் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையிலான மின்பகுளி அயனிகளைக் கொண்டுள்ளதால் அவற்றின் நியம கடத்துத்திறன் மதிப்புகளும் வெவ்வேறாக உள்ளன. எனவே, மோலார் கடத்துத்திறன் (Λ_m) என்றழைக்கப்படும் புதிய எண்ணளவு புகுத்தப்பட்டது.

$V\ m^3$ கன அளவில் 1 மோல் மின்பகுளி கரைந்துள்ள கரைசலைக் கொண்டுள்ள மின்கடத்துக் கலனை கற்பனை செய்வோம். அத்தகைய அமைப்பின் கடத்துத்திறன் மோலார் கடத்துத்திறன் (Λ_m) என்றழைக்கப்படுகிறது

$1\ m^3$ கனஅளவுள்ள மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துதிறனானது நியம கடத்துத்திறன் (κ) என்றழைக்கப்படுகிறது என்பதை சற்று முன்னர் தான் நாம் கற்றோம். எனவே, மேலே குறிப்பிட்ட $V\ m^3$ கனஅளவுள்ள மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துதிறனை (Λ_m) பின்வரும் சமன்பாடு குறிப்பிடுகிறது.

$$(\Lambda_m) = \kappa \times V \qquad .....(9.6)$$

நாமறிந்தபடி மோலாரிட்டி $(M) = \dfrac{\text{கரைபொருளின் மோல் எண்ணிக்கை}\ (n)}{\text{கரைசலின் கனஅளவு}\ (V\ dm^3\ \text{அலகில்})}$

எனவே, 1 மோல் கரைபொருளைக் கொண்டுள்ள கரைசலின் கனஅளவு $= \dfrac{1}{M}\ (mol^{-1}\ L)$

XII U9 Electro Chemistry.indd 38 08-12-2021 23:26:22

∴ கனஅளவு m^3 அலகில் $= \frac{1}{M} \times 10^{-3}$ மோல்$^{-1}$ m^3

(9.7) ஐ (9.6) ல் பிரதியிட

$$(9.6) \Rightarrow \Lambda_m = \frac{\kappa\,(Sm^{-1}) \times 10^{-3}}{M}\ mol^{-1}m^3 \qquad .....(9.8)$$

மேற்கண்ட சமன்பாடானது, நியம கடத்துத்திறன், மின்பகுளிக்கரைசலின் செறிவுகளால் ஆன மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்பை தருகிறது.

எடுத்துக்காட்டு

$25^\circ C$. வெப்பநிலையில் 0.025M செறிவுடைய நீர்த்த கால்சியம் குளோரைடு கரைசலின் மோலார் கடத்துத்திறனை கணக்கிடுக. கால்சியம் குளோரைடு கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன் மதிப்பு $12.04 \times 10^{-2}\ Sm^{-1}$.

$$\text{மோலார் கடத்துத்திறன்} = \Lambda_m = \frac{\kappa\,(Sm^{-1}) \times 10^{-3}}{M}\ mol^{-1}m^3$$

$$= \frac{(12.04 \times 10^{-2}\ Sm^{-1}) \times 10^{-3}\left(mol^{-1}m^3\right)}{0.025}$$

$$= 481.6 \times 10^{-5}\ Sm^2mol^{-1}$$

தன் மதிப்பீடு : 1

$25^\circ C$ வெப்பநிலையில் 0.01M செறிவுடைய நீர்த்த KCl கரைசலின் மோலார் கடத்துத்திறனை கணக்கிடுக. $25^\circ C$ வெப்பநிலையில் KCl கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன் மதிப்பு $14.114 \times 10^{-2}\ Sm^{-1}$.

9.1.2 சமான கடத்துத்திறன் (Λ)

சமான கடத்துத்திறன் என்பது " ஒரு மீட்டர் இடைவெளியில் அமைந்துள்ள இரண்டு மின்முனைகளுக்கிடையே நிரம்பியுள்ள, ஒரு கிராம்சமான எடை மின்பகுளியை கொண்டுள்ள 'V' மீ^{3} கன அளவுடைய கரைசலின் கடத்துத்திறன்" என வரையறுக்கப்படுகிறது.

சமான கடத்துத்திறனுக்கும், நியம கடத்துத்திறனுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\Lambda = \frac{\kappa\,(Sm^{-1}) \times 10^{-3}\ (\text{கிராம் சமானம்}^{-1})\,m^3}{N} \qquad .....(9..9)$$

இங்கு κ என்பது நியம கடத்துத்திறன் மற்றும் N என்பது நார்மாலிட்டியில் குறிப்பிடப்படும் மின்பகுளிக் கரைசலின் செறிவு.

XII U9 Electro Chemistry.indd 39 08-12-2021 23:26:24

தன் மதிப்பீடு : 2

0.15M செறிவுடைய மின்பகுளி கரைசலின் மின்தடை 50 Ω. அக்கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன் 2.4 Sm^{-1} . அதே மின்கடத்துக் கலனைக் கொண்டு அளவிடப்பட்ட, 0.5 N செறிவுடைய அதே மின்பகுளிக் கரைசலின் மின்தடை 480 Ω ஆகும். 0.5 N செறிவுடைய மின்பகுளி கரைசலின் சமான கடத்துத்திறனை கணக்கிடுக.

கொடுக்கப்பட்டது

$R_1 = 50\ \Omega \qquad R_2 = 480\ \Omega$

$\kappa_1 = 2.4\ Sm^{-1} \qquad \kappa_2 = ?$

$N_1 = 0.15\ N \qquad N_2 = 0.5\ N$

$$\Lambda = \frac{\kappa_2\ (Sm^{-1}) \times 10^{-3}\ (\text{கிராம் சமானம்})^{-1}\ m^3}{N}$$

$$= \frac{0.25 \times 10^{-3}\ S\ (\text{கிராம் சமானம்})^{-1}\ m^2}{0.5}$$

$$\Lambda = 5 \times 10^{-4}\ Sm^2\ \text{கிராம் சமானம்}^{-1}$$

$$\kappa = \frac{\text{கலமாறிலி}}{R}$$

என அறிவோம்

$$\therefore \frac{\kappa_2}{\kappa_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\kappa_2 = \kappa_1 \times \frac{R_1}{R_2}$$

$$= 2.4\ Sm^{-1} \times \frac{50\ \Omega}{480\ \Omega}$$

$$= 0.25\ Sm^{-1}$$

9.1.3 மின்பகுளிக் கடத்துத்திறனை பாதிக்கும் காரணிகள்

கரைபொருளின் எதிரெதிர் மின்சுமையை பெற்றுள்ள அயனிகளுக்கிடையே இடையீடு அதிகரிக்கும்போது, கடத்துத்திறன் மதிப்பு குறையும்.

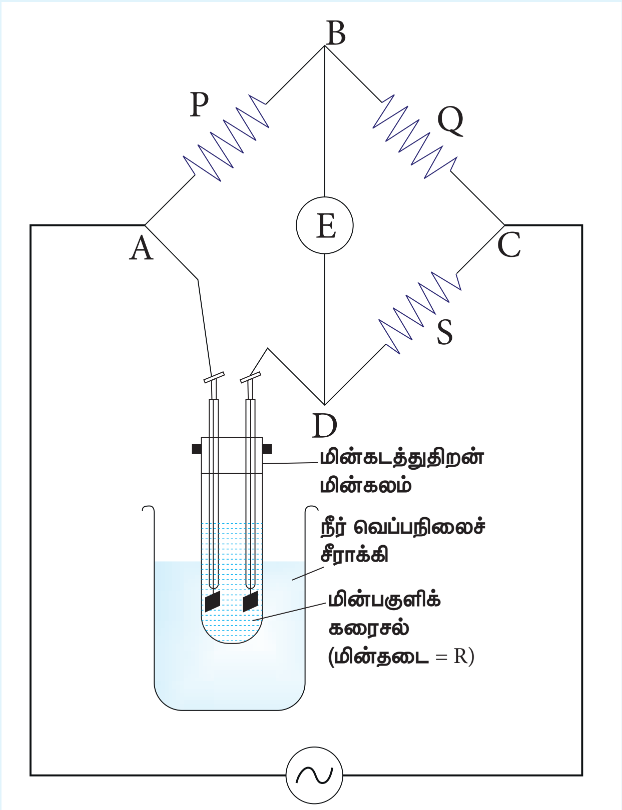
- அதிக மின்காப்பு மாறிலியை (dielectric constant) கொண்ட கரைப்பானில் கரைசல் அதிக கடத்துத்திறனைக் கொண்டுள்ளது.
- கடத்துத்திறன் மதிப்பு, ஊடகத்தின் பாகுநிலைத் தன்மைக்கு எதிர்விகிதத்திலிருக்கும். அதாவது, பாகுநிலைத்தன்மை குறையும்போது கடத்துத்திறன் அதிகரிக்கிறது.
- வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது மின்பகுளிக் கரைசலின், கடத்துத்திறனும் அதிகரிக்கிறது. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது அயனிகளின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிப்பதால், எதிரெதிர் மின்சுமை கொண்ட அயனிகளுக்கிடைப்பட்ட கவர்ச்சி விசைகள் குறைகிறது. இதனால், கடத்துத்திறன் அதிகரிக்கிறது.
- ஒரு கரைசலின் மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்பு நீர்த்தலின் போது அதிகரிக்கிறது. ஏனெனில், ஒரு வலிமைமிகு மின்பகுளியை நீர்க்கும்போது அயனிகளுக்கிடைப்பட்ட கவர்ச்சி விசைகள் குறைகின்றன. ஒரு வலிமைகுறைந்த மின்பகுளிக்கு, நீர்த்தல் அதிகரிக்கும்போது பிரிகை வீதம் அதிகரிக்கிறது.

XII U9 Electro Chemistry.indd 40 08-12-2021 23:26:24

9.1.4 அயனிக் கரைசல்களின் கடத்துத்திறனை அளவிடல்

நீங்கள் இயற்பியல் செய்முறை பாடத்தில், மீட்டர் சமனச்சுற்றை பயன்படுத்தி ஒரு உலோக கம்பியின் நியம மின்தடையை அளவிடுதலைப் பற்றி கற்றிருப்பீர்கள். வீட்ஸ்டோன் சமனச்சுற்று கொள்கையின் அடிப்படையில்தான் இது இயங்குகிறது என்பதை நாம் அறிவோம். இதேபோல, வீட்ஸ்டோன் சமனச்சுற்று அமைப்பை கொண்டு ஒரு மின்பகுளிக் கரைசலின் கடத்துத்திறன் அளவிடப்படுகிறது. இதில் ஒரு மின்தடைக்கு பதிலாக கடத்துத்திறன் அறியவேண்டிய மின்பகுளிக் கரைசல் நிரம்பிய மின்கடத்து கலன் இணைக்கப்படுகிறது..

ஒரு உலோக கம்பியின் நியம மின்தடையை அளவிடும்போது DC மின்சாரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இங்கு, மின்கடத்துக் கலன்வழியே DC மின்சாரத்தை செலுத்தும்போது, கலனில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட கரைசல் மின்னாற்பகுத்தலுக்கு உள்ளாகிறது. எனவே, மின்னாற்பகுத்தலை தடுக்கும் பொருட்டு AC மின்சாரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 9.3 வீட்ஸ்டோன் சமனச்சுற்றில் மின்கடத்துக் கலனின் மாதிரி வரைபடம்

படம் 9.3 ல் காட்டியவாறு மின்தடை தெரிந்த மின்தடைகள் P, Q , நிலையற்ற மின்தடை S மற்றும் மின்கடத்து மின்கலன் ஆகியவற்றைக் கொண்டு வீட்ஸ்டோன் சமனச்சுற்று அமைக்கப்படுகிறது. (இதில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட மின்பகுளிக் கரைசலின் மின்தடை R எனக் கொள்க). A மற்றும் C ஆகிய சந்திப்புகளுக்கிடையே ஒரு AC மின்மூலம் (550 Hz முதல் 5 KHz வரை) இணைக்கப்படுகிறது. 'B' மற்றும் 'D' ஆகிய சந்திப்புகளுக்கிடையே ஒரு தகுந்த உணர்கருவி E (தொலைபேசி செவி உணர் கருவி) இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

சமனச்சுற்றானது சமநிலையை அடையும்வரை நிலையற்ற மின்தடை 'S' ஆனது சரிசெய்யப்படுகிறது. இந்த நிலையில் உணர்கருவி வழியே மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை.

சமநிலையில்,

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

$$\therefore R = \frac{P}{Q} \times S \qquad .....(9.10)$$

தெரிந்த மின்தடைகள் P, Q மற்றும் சமநிலையில் மேற்காண் சமன்பாடு (9.10) ஐக் கொண்டு அளவிடப்பட்ட S மதிப்பு ஆகியவற்றிலிருந்து மின்பகுளிக் கரைசலின் மின்தடை (R) கணக்கிடப்படுகிறது.

கடத்துத்திறன் கணக்கிடல்:

பின்வரும் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி மின்தடை மதிப்பிலிருந்து, ஒரு மின்பகுளிக் கரைசலில் நியம கடத்துத்திறன் (அல்லது) மின்கடத்து எண் மதிப்பை கணக்கிட முடியும்.

$$\kappa = \frac{1}{R}\left(\frac{l}{A}\right) \qquad [\because \text{சமன்பாடு } 9.5]$$

வழக்கமாக மின்கல மாறிலி $\frac{l}{A}$ மதிப்பானது மின்கல தயாரிப்பாளர்களால் குறிக்கப்படுகிறது. மாறாக, செறிவு மற்றும் நியம கடத்துத்திறன் மதிப்புகள் தெரிந்த KCl கரைசலை பயன்படுத்தியும் கலமாறிலியின் மதிப்பை கணக்கிடலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

0.1M KCl கரைசலை பயன்படுத்தி கண்டறியப்பட்ட மின்கடத்து கலனின் மின்தடை 190 Ω (0.1M KCl கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன் மதிப்பு 1.3 Sm-1). அதே கலனில் 0.003M செறிவுள்ள சோடியம் குளோரைடு கரைசலை நிரப்பும்போது,அளவிடப்பட்ட மின்தடை மதிப்பு 6.3KΩ. இவை இரண்டும் ஒரே குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கண்டறியப்பட்ட அளவீடுகளாகும். NaCl கரைசலின் நியம மற்றும் மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்புகளை கணக்கிடுக.

கொடுக்கப்பட்டது

$\kappa = 1.3\ Sm^{-1}$ (0.1M KCl கரைசலுக்கு)

$R = 190\ \Omega$

$$\left(\frac{l}{A}\right) = \kappa \,.\, R = (1.3\ Sm^{-1})\ (190\ \Omega)$$

$$= 247\ m^{-1}$$

$$\kappa_{(NaCl)} = \frac{1}{R_{(NaCl)}}\left(\frac{l}{A}\right)$$

$$= \frac{1}{6.3\ K\Omega}\ (247\ m^{-1}) \qquad 6.3K\Omega = 6.3 \times 10^{3}\Omega$$

$$= 39.2 \times 10^{-3}\ Sm^{-1}$$

$$\Lambda_m = \frac{\kappa \times 10^{-3}\ mol^{-1}\ m^{3}}{M}$$

$$= \frac{39.2 \times 10^{-3}\ (Sm^{-1}) \times 10^{-3}\ (mol^{-1}m^{3})}{0.003}$$

$$\Lambda_m = 13.04 \times 10^{-3}\ Sm^{2}\ mol^{-1}$$

9.2 செறிவைப் பொறுத்து மோலார் கடத்துத்திறனில் ஏற்படும் மாற்றம்

பிரட்ரிச் கோல்ராஷ் என்பவர் வெவ்வேறு செறிவுகளைக் கொண்ட வெவ்வேறு மின்பகுளிக் கரைசல்களின் மோலார் கடத்துத்திறன்களை ஆராய்ந்தார். நீர்த்தல் அதிகரிக்கும்போது ஒரு மின்பகுளிக் கரைசலின் மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்பும் அதிகரிக்கிறது என்பதை அவர் கண்டறிந்தார். இதை சரியாக புரிந்து கொள்வதற்காக ஒரு சோதனை முடிவுகள் பின்வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

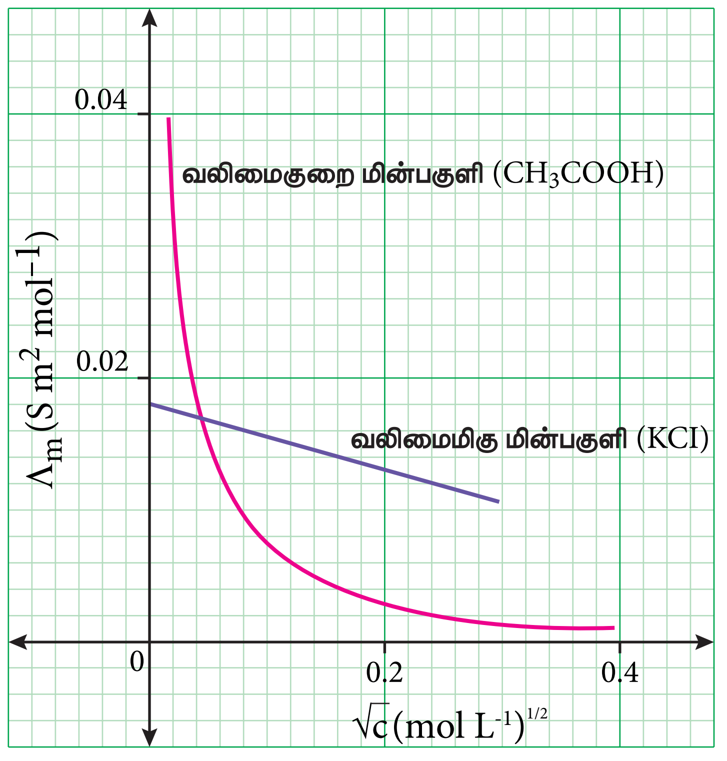
செறிவு (M)	மோலார் கடத்துத்திறன் $(\times 10^{-3} Sm^2\ mol^{-1})$		
	NaCl	KCl	HCl
0.1	10.674	12.896	39.132
0.01	11.851	14.127	41.20
0.0001	12.374	14.695	42.136

மேற்காண் முடிவுகளின் அடிப்படையில், மோலார் கடத்துத்திறன் (Λ_m) மற்றும் மின்பகுளிக் கரைசலின் செறிவு (C) ஆகியவற்றிற்கிடையேயான எளிய தொடர்பை கோல்ராஷ் வருவித்தார்.

$$\Lambda_m = \Lambda^\circ_m - k\sqrt{C} \qquad .....(9.11)$$

மேற்காண் சமன்பாடானது $y = mx + c$ வடிவிலுள்ள நேர்கோட்டு சமன்பாடாகும். எனவே, Λ_m Vs $\sqrt{C}$ வரைபடமானது ஒரு நேர்கோட்டை தருகிறது. இதன் சாய்வு $-k$ மற்றும் y அச்சு வெட்டுத்துண்டு Λ°_m. இங்கு Λ°_m என்பது வரம்பு நிலை மோலார் கடத்துத்திறன் என்றழைக்கப்படுகிறது. அதாவது, மோலார் கடத்துத்திறனானது அதிநீர்க்கப்பட்ட கரைசலில் வரம்பு நிலை மதிப்பை பெறுகிறது.

படம் 9.4 ல் காட்டியுள்ளவாறு KCl, NaCl போன்ற வலிமைமிகு மின்பகுளிகளுக்கு Λ_m Vs $\sqrt{C}$, வரைபடம் ஒரு நேர்க்கோட்டை தருகிறது. இந்த வரைபடம் வலிமைகுறைந்த மின்பகுளிகளுக்கு நேர்கோடாக அமையவில்லை என்பதையும் அறிய முடிகிறது.



படம் 9.4 செறிவைப் பொறுத்து மோலார் கடத்துத்திறனின் மாறுபாடு

வலிமைமிகு மின்பகுளிக்கு, உயர் செறிவில், கொடுக்கப்பட்ட கனஅளவிலுள்ள மின்பகுளியின் பகுதிக்கூறு அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாக இருக்கும். எனவே, எதிரெதிர் மின்சுமை கொண்ட அயனிகளுக்கிடைப்பட்ட கவர்ச்சி விசையும் அதிகமாக இருக்கும். மேலும், கரைப்பானேற்றத்தின் காரணமாக, அயனிகள் பாகுநிலை பின்னிழுவையும் உணர்கின்றன. உயர் செறிவு கொண்ட கரைசல்களின் குறைந்த மோலார் கடத்துத்திறனுக்கு இந்த காரணிகள் காரணமாகின்றன. நீர்த்தல் அதிகரிக்கும்போது, அயனிகள் தொலைவில் உள்ளதால் அவற்றிற்கிடையே கவர்ச்சி விசை குறைகிறது. அளவிலா நீர்த்தலில் அயனிகள் வெகு தொலைவில் இருப்பதால், அயனிகளுக்கிடைப்பட்ட கவர்ச்சிவிசையானது முக்கியத்துவத்தை இழக்கிறது, இதனால், மோலார் கடத்துத்திறன் அதிகரித்து அளவிலா நீர்த்தலில் உட்சபட்ச மதிப்பை அடைகிறது.

XII U9 Electro Chemistry.indd 43 08-12-2021 23:26:27

வலிமைகுறைந்த மின்பகுளிக்கு, உயர் செறிவில், வரைபடமானது ஏறக்குறைய செறிவு அச்சிற்கு இணையாக நகர்கிறது. நீர்த்தல் அதிகரிக்கும்போது கடத்துத்திறன் சிறிதளவு அதிகரிக்கிறது. செறிவு பூஜ்ஜியத்தை அடையும்போது திடீரென மோலார் கடத்துத்திறன் அதிகரித்து ஏறக்குறைய Λm அச்சிற்கு இணையாகிறது. இதற்கு காரணம், நீர்த்தல் அதிகரிக்கும்போது வலிமைகுறைந்த மின்பகுளியின் பிரிகையடைதல் அதிகரிக்கிறது (ஆஸ்வால்ட் நீர்த்தல் விதி). படம் (9.2) ல் காட்டியுள்ளவாறு வலிமைமிகு மின்பகுளிகளுக்கு நேர்க்கோட்டை நீட்டி Λ_m மதிப்பை பெற முடியும். ஆனால், வரைபடம் நேர்க்கோடாக இல்லாததால், இதே செயல்முறையை வலிமைகுறைந்த மின்பகுளிகளுக்கு பயன்படுத்த இயலாது. வலிமைகுறை மின்பகுளிகளுக்கு Λ_m^0 மதிப்பை கோல்ராஷ் விதியை பயன்படுத்தி பெற முடியும்.

9.2.1 டிபை – ஹூக்கல் மற்றும் ஆன்சாகர் சமன்பாடு

அளவிலா நீர்த்தலில், மின்பகுளிக் கரைசலிலுள்ள அயனிகளுக்கிடைப்பட்ட இடையீடுகள் ஒதுக்கத்தக்கவை என்பதை நாம் கற்றறிந்தோம். இதைத் தவிர, அயனிகளுக்கிடைப்பட்ட நிலைமின்னியல் கவர்ச்சி விசைகள், தனி அயனி மதிப்புகளிலிருந்து எதிர்பார்க்கப்பட்ட கரைசலின் பண்புகளை மாறுபாடு அடையச் செய்கின்றன. வலிமைமிகு மின்பகுளிகளின் கடத்துத்திறனின் மீது அயனி– அயனி இடையீடுகளின் விளைவை டிபை மற்றும் ஹூக்கல் ஆகியோர் ஆராய்ந்தனர். ஒவ்வொரு அயனியும், தமக்கு எதிரான மின்சுமை கொண்ட அயனிகளாலான அயனி மண்டலத்தால் சூழப்பட்டுள்ளன எனக் கருதினர். மேலும், அவர்கள் வலிமைமிகு மின்பகுளிகள் முழுவதுமாக அயனியுறுவதாக கருதி அவற்றின் மோலார் கடத்து திறனையும், செறிவையும் தொடர்புபடுத்தும் சமன்பாட்டை வருவித்தனர். அதன் பின்னர், அச்சமன்பாடானது ஆன்சாகர் என்பவரால் மாற்றியமைக்கப்பட்டது. ஒரு ஒற்றை– ஒற்றைஇணைதிற மின்பகுளிக்கான டிபை ஹூக்கல் மற்றும் ஆன்சாகர் சமன்பாடு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\Lambda_m = \Lambda_m^0 - \left(A + B\,\Lambda_m^0\right)\sqrt{C} \qquad .....(9.12)$$

இங்கு A மற்றும் B ஆகியன மாறிலிகளாகும், இவை கரைப்பானின் தன்மை மற்றும் வெப்பநிலையை மட்டும் சார்ந்து அமைகின்றன. A மற்றும் B க்கான கோவைகள் பின்வருமாறு

$$A = \frac{82.4}{\sqrt{DT}\,\eta} \quad ; \quad B = \frac{8.20 \times 10^5}{\sqrt[3]{DT}}$$

இங்கு, D என்பது ஊடகத்தின் மின்காப்பு மாறிலி ஆகும். η என்பது ஊடகத்தின் பாகுநிலைத்தன்மை மற்றும் T என்பது கெல்வின் வெப்பநிலை.

9.2.2 கோல்ராஷ் விதி

வரம்புநிலை மோலார் கடத்துத்திறன் Λ_m^0 மதிப்பானது கோல்ராஷ் விதிக்கு அடிப்படையாக விளங்குகிறது. அளவிலா நீர்த்தலில், ஒரு மின்பகுளியின் வரம்புநிலை மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்பானது, அதன் பகுதிக்கூறு அயனிகளின் வரம்புநிலை மோலார் கடத்துத்திறன்களின் கூடுதலுக்கு சமமாக இருக்கும். அதாவது நேரயனிகள் ஒரு திசையிலும், எதிரயனிகள் அதற்கு எதிர்திசையிலும் ஒன்றையொன்று சாராமல் நகர்வதால் மோலார் கடத்துத்திறன் கிடைக்கிறது.

NaCl போன்ற ஒற்றை– ஒற்றைஇணைதிற மின்பகுளிக்கு கோல்ராஷ் விதியானது பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$\left(\Lambda_m^0\right)_{NaCl} = \left(\lambda_m^0\right)_{Na^+} + \left(\lambda_m^0\right)_{Cl^-}$$

பொதுவாக, அளவிலா நீர்த்தலில் A_xB_y எனும் வாய்ப்பாடு கொண்ட ஒரு மின்பகுளியின் மோலார் கடத்துத்திறனை கோல்ராஷ் விதிப்படி பின்வருமாறு எழுதலாம்.

XII U9 Electro Chemistry.indd 44 08-12-2021 23:26:28

$$\left(\Lambda_m^0\right)_{A_xB_y} = x\left(\lambda_m^0\right)_{A^{y+}} + y\left(\lambda_m^0\right)_{B^{x-}} \quad .....(9.13)$$

சோதனை முடிவுகளின் அடிப்படையில் கோல்ராஷ் மேற்கூறிய தொடர்பை வருவித்தார். அத்தகைய ஒரு சோதனை முடிவு அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அளவிலா நீர்த்தலில் மின்பகுளியின் ஒவ்வொரு பகுதிக்கூறு அயனியும் உடனமைந்த மற்ற அயனிகளின் தன்மையை சாராமல் மின்பகுளியின் மோலார் கடத்துத்திறனுக்கு நிகர பங்களிப்பை அளிக்கின்றன என்பதை மேற்காண் முடிவுகள் காட்டுகின்றன.

$$\left(\Lambda_m^\circ\right)_{KCl} - \left(\Lambda_m^\circ\right)_{NaCl} = 149.86 - 126.45$$

$$\left\{\left(\lambda_m^\circ\right)_{K^+} + \left(\lambda_m^\circ\right)_{Cl^-}\right\} - \left\{\left(\lambda_m^\circ\right)_{Na^+} + \left(\lambda_m^\circ\right)_{Cl^-}\right\} = 23.41$$

$$\left(\lambda_m^\circ\right)_{K^+} - \left(\lambda_m^\circ\right)_{Na^+} = 23.41$$

இதே போல $\left(\lambda_m^\circ\right)_{Br^-} - \left(\lambda_m^\circ\right)_{Cl^-} = 2.06$ என தீர்மானிக்கலாம்

மின்பகுளி	298 K ல் Λ_m^0	வேறுபாடு
KCl	149.86	
NaCl	126.45	23.41
KBr	151.92	
NaBr	128.51	23.41
KNO_3	114.96	
$NaNO_3$	121.55	23.41

மின்பகுளி	298 K ல் Λ_m^0	வேறுபாடு
KBr	151.92	
KCl	149.86	2.06
NaBr	128.51	
NaCl	126.45	2.06
LiBr	117.09	
LiCl	115.03	2.06

கோல்ராஷ் விதியின் பயன்கள்

1. அளவிலா நீர்த்தலில் வலிமைகுறைந்த மின்பகுளியின் மோலார் கடத்துத்திறனை கணக்கிடல்.

அளவிலா நீர்த்தலில் ஒரு வலிமைகுறைந்த மின்பகுளியின் மோலார் கடத்துத்திறனை சோதனை மூலம் நிர்ணயித்தல் என்பது சாத்தியமே இல்லாத ஒன்றாகும். எனினும், அதே மதிப்பை கோல்ராஷ் விதியை பயன்படுத்தி கணக்கிட முடியும்.

எடுத்துக்காட்டாக, HCl, NaCl மற்றும் CH_3COONa போன்ற வலிமைமிகு மின்பகுளிகளின் சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்புகளிலிருந்து CH_3COOH அமிலத்தின் மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்பை கணக்கிட முடியும்.

$$\Lambda^o_{CH_3COONa} = \lambda^o_{Na^+} + \lambda^o_{CH_3COO^-} \quad .....(1)$$

$$\Lambda^o_{HCl} = \lambda^o_{H^+} + \lambda^o_{Cl^-} \quad .....(2)$$

$$\Lambda^o_{NaCl} = \lambda^o_{Na^+} + \lambda^o_{Cl^-} \quad .....(3)$$

சமன்பாடு (1) + சமன்பாடு (2) – சமன்பாடு (3) கொடுப்பது,

$$\left(\Lambda^o_{CH_3COONa}\right) + \left(\Lambda^o_{HCl}\right) - \left(\Lambda^o_{NaCl}\right) = \lambda^o_{H^+} + \lambda^o_{CH_3COO^-}$$

$$= \Lambda^\circ_{CH_3COOH}$$

2. வலிமைகுறைந்த மின்பகுளியின் பிரிகை வீதத்தை கணக்கிடல்

குறிப்பிட்ட செறிவில் மோலார் கடத்துத்திறன் மற்றும் அளவிலா நீர்த்தலில் மோலார் கடத்துத்திறன் ஆகிய மதிப்புகளிலிருந்து பின்வரும் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி வலிமைகுறைந்த மின்பகுளியின் பிரிகை வீதத்தை கணக்கிட முடியும்.

XII U9 Electro Chemistry.indd 45 08-12-2021 23:26:30

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda^\circ_m} \quad .....(9.14)$$

Λ_m **மதிப்புகளை பயன்படுத்தி பிரிகை மாறிலியை கணக்கிடல்.** ஆஸ்வால்ட் நீர்த்தல் விதிப்படி,

$$K_a = \frac{\alpha^2 C}{(1-\alpha)} \quad .....(9.15)$$

மேற்காண் சமன்பாடு (9.15) ல் α மதிப்பை பிரதியிட

$$K_a = \frac{\Lambda_m^2 C}{\Lambda_m^{\circ 2}\left(1-\frac{\Lambda_m}{\Lambda^\circ_m}\right)}$$

$$K_a = \frac{\Lambda_m^2 C}{\Lambda_m^{\circ 2}\frac{(\Lambda^\circ_m - \Lambda_m)}{\Lambda^\circ_m}}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{\Lambda_m^2 C}{\Lambda^\circ_m (\Lambda^\circ_m - \Lambda_m)} \quad .....(9.16)$$

3. சொற்ப அளவு கரையும் உப்புகளின் கரைதிறன்களை கணக்கிடல்

AgCl, $PbSO_4$ போன்ற உப்புகள் நீரில் மிகச் சிறிதளவே கரைகின்றன. கடத்துத்திறன் அளவீடுகளை பயன்படுத்தி, இந்த சேர்மங்களின் கரைதிறன் பெருக்க மதிப்புகளை கணக்கிட முடியும்.

AgCl உப்பை ஒரு எடுத்துக்காட்டாக கருதுவோம்

$$AgCl\,(s) \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

செறிவு $[Ag^+]$ இன் செறிவை ‘C’ $molL^{-1}$ எனக் கொள்க.

விகிதக் கூறு அடிப்படையில் $[Ag^+]$ = C, எனில், $[Cl^-]$ இன் செறிவும் ‘C’ mol L^{-1} க்கு சமமாகவே இருக்கும் .

$$K_{sp} = C.C$$

$$\Rightarrow K_{sp} = C^2$$

கரைசலின் செறிவானது (mol dm^{-3} அலகில்) மோலார் மற்றும் நியம கடத்துத்திறன் மதிப்புகளுடன் பின்வரும் சமன்பாட்டால் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது என்பதை நாம் அறிவோம்.

$$\Lambda_o = \frac{\kappa \times 10^{-3}}{C\,(mol\,L^{-1})}$$

(அல்லது)

$$C = \frac{\kappa \times 10^{-3}}{\Lambda^\circ}$$

செறிவு மதிப்புகளை $K_{sp} = C^2$ எனும் தொடர்பில் பிரதியிட

$$K_{sp} = \left(\frac{\kappa \times 10^{-3}}{\Lambda^\circ}\right)^2 \quad .....(9.17)$$

9.3 மின்வேதிக் கலன்

மின்வேதிக் கலன் என்பது வேதி ஆற்றலை மின்னாற்றலாகவும், மின்னாற்றலை வேதி ஆற்றலாகவும் மாற்றும் ஒரு அமைப்பாகும். இதில் இரண்டு வெவ்வேறு மின்பகுளி கரைசல்களுடன்

தொடர்பிலுள்ள இரண்டு தனித்தனி மின்முனைகள் உள்ளன. மின்வேதிக் கலன்கள் பொதுவாக பின்வரும் இரண்டு வகைகளாக பிரிக்கப்படுகின்றன.

1. கால்வானிக் மின்கலன் (வோல்டா மின்கலன்): இந்த மின்கலத்தில் தன்னிச்சையான வேதி வினையினால் மின்னோட்டம் உருவாகிறது. அதாவது, இந்த மின்கலம் வேதி ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றுகிறது. பொதுவாக இவை சேமிப்பு மின்கலன்கள் என அறியப்படுகின்றன.
2. மின்னாற்பகுப்புக் கலன் இந்த மின்கலத்தில் வெளி மின்மூலத்திலிருந்து பெறப்படும் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு தன்னிச்சையற்ற வினை நிகழ்த்தப்படுகிறது. அதாவது, இந்த மின்கலன் மின்னாற்றலை, வேதி ஆற்றலாக மாற்றுகிறது.

9.3.1 கால்வானிக் மின்கலன்

ஜிங்க் உலோக பட்டையை, காப்பர் சல்பேட் கரைசலில் வைக்கும்போது, கரைசலின் நீல நிறம் வெளுத்து, ஜிங்க் பட்டை மீது சிவப்பு–பழுப்பு நிறத்தில் காப்பர் படிகிறது, என்பதை நாம், XI வகுப்பிலேயே கற்றறிந்தோம். இதற்கு காரணம் பின்வரும் தன்னிச்சை வினையாகும்.

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4\,(aq)} \rightarrow ZnSO_{4\,(aq)} + Cu_{(s)}$$

மேற்கண்ட வினையில் உருவாக்கப்படும் ஆற்றலானது, வெப்ப ஆற்றலாக சூழலுக்கு இழக்கப்படுகிறது.

மேற்காண் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையில், ஜிங்க் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து Zn^{2+} அயனிகளும், Cu^{2+} அயனிகள் ஒடுக்கமடைந்து உலோக காப்பரும் உருவாகின்றன. இந்த அரை வினைகள் கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

$$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \qquad \text{(ஆக்ஸிஜனேற்றம்)}$$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2\,e^{-} \rightarrow Cu_{(s)} \qquad \text{(ஒடுக்கம்)}$$

மேற்கூறிய இரண்டு அரை வினைகளை படம் 9.5 ல் காட்டியுள்ளவாறான அமைப்பில் தனித்தனியாக நிகழ்த்தும்போது, உருவாக்கப்படும் ஆற்றலின் ஒரு பகுதியானது மின்னாற்றலாக மாற்றப்படக் கூடும். டேனியல் மின்கலத்தை எடுத்துக்காட்டாக கொண்டு கால்வானிக் மின்கலத்தின் செயல்பாட்டை புரிந்து கொள்வோம். இந்த மின்கலமானது மேற்கூறிய வினையை பயன்படுத்தி மின்னாற்றலை உருவாக்குகிறது.

இந்த அரை வினைகளை தனித்தனியாக நடத்துதலே டேனியல் மின்கல கட்டமைப்பின் அடிப்படை ஆகும். இது இரண்டு அரை மின்கலங்களை கொண்டுள்ளது.

ஆக்ஸிஜனேற்ற அரை மின்கலன்

படம் 9.5 ல் காட்டியுள்ளவாறு முகவையிலுள்ள நீர்த்த ஜிங்க் சல்பேட் கரைசலில் ஜிங்க் உலோகப் பட்டை மூழ்க வைக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒடுக்க அரை மின்கலன்

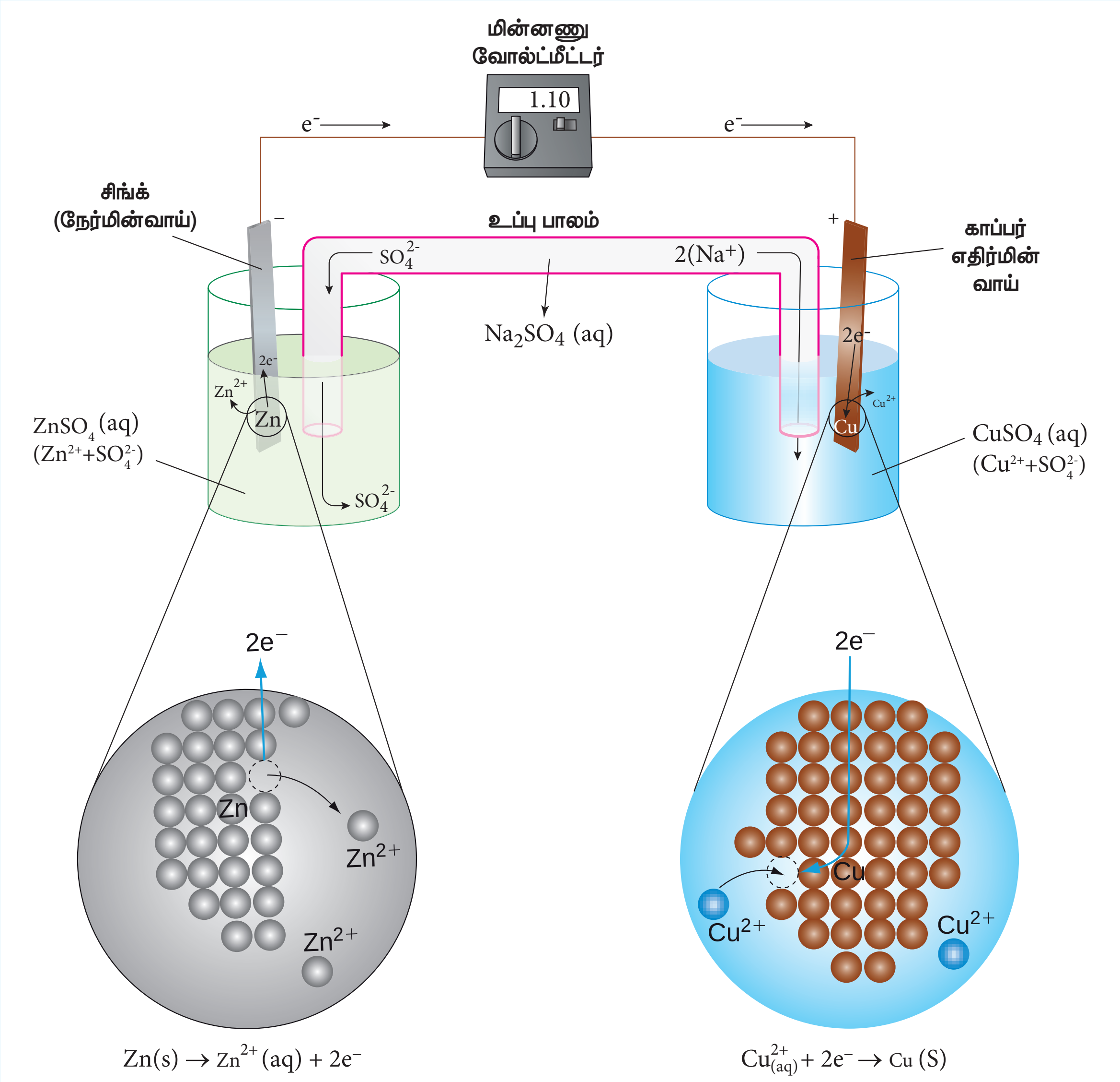
படம் 9.5 ல் காட்டியுள்ளவாறு முகவையிலுள்ள நீர்த்த காப்பர் சல்பேட் கரைசலில் காப்பர் உலோகப் பட்டை மூழ்க வைக்கப்பட்டுள்ளது.

அரை மின்கலங்களை இணைத்தல்

ஜிங்க் மற்றும் காப்பர் பட்டைகள் வெளிப்புறமாக ஒரு கம்பி மூலம் இணைக்கப்படுகின்றன. இதனூடே ஒரு இணைப்பியும் (k) ஒரு மின்மூலமும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. (எடுத்துக்காட்டு: வோல்ட் மீட்டர்). எதிர்மின்முனைப் பகுதி மற்றும் நேர்மின்முனைப் பகுதிகளிலுள்ள மின்பகுளிக் கரைசல்கள், தலைகீழாக கவிழ்த்து வைக்கப்பட்டுள்ள U வடிவ குழாய் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த U

வடிவ குழாயில், அகார்–அகார் ஜெல்லுடன் KCl, Na_2SO_4 போன்ற வினையுறா மின்பகுளிகள் கலந்த பசை வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வினையுறா மின்பகுளிகளின் அயனிகள் அரை மின்கலன்களிலுள்ள மற்ற அயனிகளுடன் வினைபுரிவதில்லை, மேலும் அவை மின்முனைகளில் ஆக்ஸிஜனேற்றமோ அல்லது ஒடுக்கமோ அடைவதில்லை. உப்புப்பாலத்தில் உள்ள கரைசல் வழிவதில்லை ஆனால், இந்த உப்புப்பாலத்தின் வழியே அயனிகள் அரை மின்கலத்திலிருந்து உள்ளேயோ அல்லது வெளியேயோ செல்ல முடியும்.

இணைப்பி (k) மூலம் மின்சுற்றை மூடும்போது, எலக்ட்ரான்கள் ஜிங்க் பட்டையிலிருந்து காப்பர் பட்டைக்கு பாய்கின்றன. இதற்கு காரணம் அந்தந்த மின்முனைகளில் நிகழும் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளே ஆகும். அவை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 9.5 : டேனியல் மின்கலன்

நேர்மின்வாய் ஆக்ஸிஜனேற்றம்

எந்தமின்முனையில்ஆக்ஸிஜனேற்றம்நிகழ்கிறதோஅது,நேர்மின்முனைஎன்றழைக்கப்படுகிறது. டேனியல் மின்கலத்தின், ஜிங்க் மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நிகழ்கிறது. அதாவது, ஜிங்க் ஆனது Zn^{2+} அயனிகளாகவும், எலக்ட்ரான்களாகவும் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகின்றன. இந்த Zn^{2+}

XII U9 Electro Chemistry.indd 48 08-12-2021 23:26:34

அயனிகள் கரைசலுக்குள் நுழைகின்றன. மேலும், எலக்ட்ரான்கள் கம்பியின் வழியே வெளிச்சுற்றிற்கு பாய்கின்றன, பின்னர் அவை காப்பர் பட்டைக்குள் நுழைகின்றன. ஜிங்க் மின்முனையில் எலக்ட்ரான்கள் விடுவிக்கப்படுவதால், எதிர்குறியை (– ve) பெறுகிறது.

$$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$$ (எலக்ட்ரான் இழப்பு– ஆக்ஸிஜனேற்றம்)

எதிர்மின்வாய் ஒடுக்கம்

முன்னரே விவாதித்தபடி, எலக்ட்ரான்கள் மின்சுற்று வழியே ஜிங்க் பட்டையிலிருந்து காப்பர் பட்டைக்கு பாய்கின்றன. இங்கு கரைசலிலுள்ள Cu^{2+} அயனிகள் எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக்கொண்டு காப்பர் உலோகமாக ஒடுக்கமடைகின்றன, மேலும் இவை காப்பர் மின்முன்னையின்மீதே படிகின்றன. காப்பர் மின்முனை எலக்ட்ரான்களை உட்கொள்ளப்படுவதால் நேர்க்குறியை (+ve) பெறுகிறது.

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$$ (எலக்ட்ரான் ஏற்பு– ஒடுக்கம்)

உப்புப் பாலம்

இரண்டு அரை மின்கலன்களிலுள்ள மின்பகுளிக் கரைசல்கள் உப்புப் பாலத்தை பயன்படுத்தி இணைக்கப்படுகின்றன. ஜிங்க் மின்முனையின் நேர்மின்முனை ஆக்ஸிஜனேற்றத்தால் கரைசலில் Zn^{2+} அயனிச் செறிவு அதிகரிக்கிறது என்பதை நாம் கற்றறிந்தோம். அதாவது, SO_4^{2-} அயனிகளுடன் ஒப்பிடும்போது அதிகளவில் Zn^{2+} அயனிகளை கொண்டிருப்பதால் நேர்மின்முனைப்பகுதியானது அதிக நேர்மின்சுமையை பெறுகிறது. இதேபோல, எதிர்மின்முனைப் பகுதியில் Cu^{2+} அயனிகள் காப்பராக ஒடுக்கப்படுவதால், அதிக எதிர்மின்சுமையை பெறுகிறது. அதாவது Cu^{2+} அயனிகளுடன் ஒப்பிடும்போது SO_4^{2-} அயனிகள் அதிகமாக உள்ளன.

இரண்டு பகுதிகளிலும் மின்நடுநிலைத்தன்மையை பராமரிக்கும் பொருட்டு, வினையுறா எதிரயனிகள் Cl^{-} (உப்புப் பாலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள KCl லிருந்து) உப்புப் பாலத்திலிருந்து நேர்மின்முனைப்பகுதிக்குள் நுழைகின்றன. அதே நேரத்தில் K^{+} அயனிகள் உப்புப்பாலத்திலிருந்து எதிர்மின்முனைப்பகுதிக்குள் நகருகின்றன.

மின்சுற்று முழுமையடைதல்

எதிர்மின்சுமை கொண்ட ஜிங்க் மின்முனையிலிருந்து , நேர்மின்சுமை கொண்ட காப்பர் மின்முனையை நோக்கி வெளிச்சுற்றின் வழியே எலக்ட்ரான்கள் பாய்கின்றன. அதே நேரத்தில், எதிரயனிகள் நேர்மின்முனைப் பகுதியை நோக்கியும், நேரயனிகள் எதிர்மின்முனைப் பகுதியை நோக்கியும் நகருகின்றன. இதனால் மின்சுற்று முழுமையடைகிறது.

மின்முனைகள் அழிதல்

டேனியல் மின்கலமானது செயல்பட, ஜிங்க் மின்முனையில் நிறை தொடர்ந்து குறைகிறது, ஆனால் காப்பர் மின்முனையின் நிறை தொடர்ந்து அதிகரிக்கிறது. எனவே ஜிங் மின்முனையானது முற்றிலுமாக Zn^{2+} அயனிகளாக மாறும் வரையிலோ அல்லது மொத்த Cu^{2+} அயனிகளும் உலோக காப்பராக மாறும் வரையிலோ மின்கலன் வேலை செய்யும்.

டேனியல் மின்கலம் போலல்லாமல், சில நேர்வுகளில், வினைபடுபொருட்கள் அல்லது வினைவிளை பொருட்கள் மின்முனைகளாக செயல்படுவதில்லை, அத்தகைய நேர்வுகளில் கிராஃபைட் அல்லது பிளாட்டினம் போன்ற வினையுறா மின்முனைகளை பயன்படுத்தப்படுகின்றன, இவை மின்னோட்டத்தை வெளிச்சுற்றுக்கு கடத்துகின்றன.

XII U9 Electro Chemistry.indd 49 08-12-2021 23:26:36

9.3.2 கால்வானிக் மின்கலம் குறியீடு

கால்வானிக் மின்கலமானது மின்கல குறியீட்டின் மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக டேனியல் மின்கலமானது பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

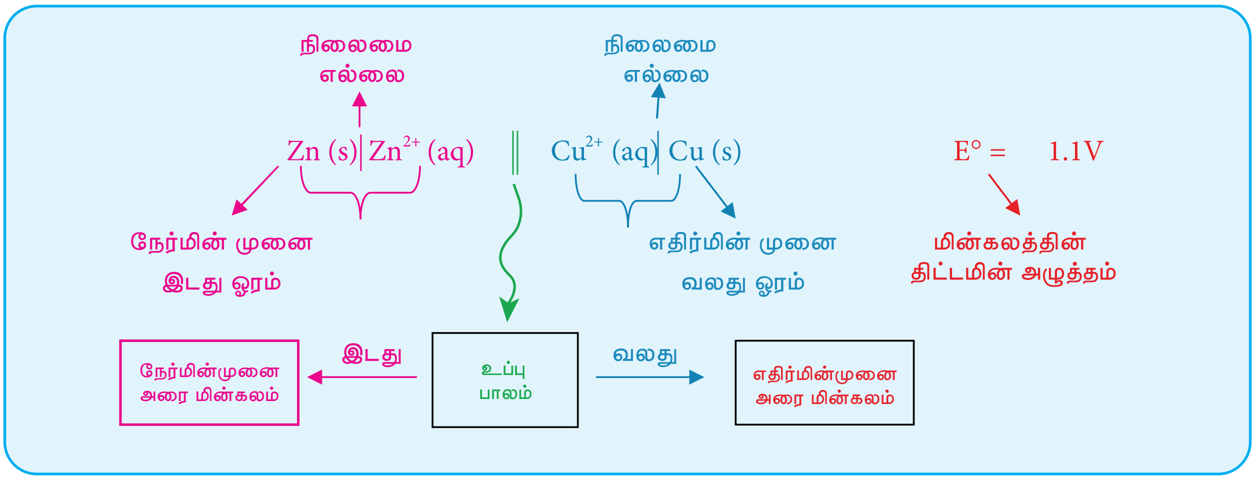
$$Zn\ (s)|Zn^{2+}(aq)||Cu^{2+}(aq)|Cu\ (s)$$

மேற்காண் குறியீட்டில், ஒற்றை செங்குத்துக் கோடானது (|) நிலைமை எல்லையையும், இரட்டை செங்குத்து கோடானது (||) உப்புப் பாலத்தையும் குறிப்பிடுகிறது.

நேர்மின்முனை அரை மின்கலமானது உப்புப்பாலத்திற்கு இடது புறத்திலும், எதிர்மின்முனை அரை மின்கலமானது உப்புப்பாலத்திற்கு வலது புறத்திலும் எழுதப்படுகின்றன.

நேர்மின்முனை மற்றும் எதிர்மின்முனைகள் முறையே இடது ஓரத்திலும், வலது ஓரத்திலும் எழுதப்படுகின்றன.

மின்கலத்தின் emf மதிப்பானது மின்கல குறியீட்டின் வலது புறத்தில் எழுதப்படுகிறது.



எடுத்துக்காட்டு

கால்வானிக் மின்கலத்தில் நிகழும் நிகர வினையானது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$2\ Cr\ (s) + 3Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}\ (aq) + 3Cu\ (s)$$

மின்கல குறியீட்டை பயன்படுத்தி மின்கலத்தை விளக்குக, மேலும் அரை வினைகளை எழுதுக.

நேர்மின்வாய் ஆக்ஸிஜனேற்றம்: $2Cr\ (s) \rightarrow 2Cr^{3+}\ (aq) + 6e^-$ .....(1)

எதிர்மின்வாய் ஒடுக்கம்: $3Cu^{2+}\ (aq) + 6e^- \rightarrow 3\ Cu\ (s)$ .....(2)

மின்கலக் குறியீடு

$$Cr\ (s)|Cr^{3+}(aq)||Cu^{2+}(aq)|Cu(s)$$

9.3.3 மின்கலத்தின் *emf* மதிப்பு

டேனியல் மின்கலத்தின் இரண்டு அரை மின்கலங்களை ஒன்றாக இணைக்கும்போது தன்னிச்சையான ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிகழ்கிறது. இதனால் நேர்மின்முனையிலிருந்து எதிர்மின்முனைக்கு எலக்ட்ரான்கள் பாய்கின்றன. நேர்மின்முனையிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை வெளித்தள்ளவும், எலக்ட்ரான்களை எதிர்மின்முனை நோக்கி இழுக்கவும் காரணமான விசையானது மின்னியக்குவிசை (emf) அல்லது மின்கல மின்னழுத்தம் என்றழைக்கப்படுகிறது. மின்கல மின்னழுத்தத்தின் SI அலகு வோல்ட் (V).

XII U9 Electro Chemistry.indd 50 08-12-2021 23:26:37

நேர் மற்றும் எதிர்மின்முனைக்கிடையே ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்த வேறுபாடு இருக்கும்போது, அவற்றிற்கிடையே ஒவ்வொரு கூலூம் மின்னூட்டம் நகரும்போதும் ஒரு ஜூல் ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது.

i.e., $1J = 1C \times 1V$ .....(9.18)

கல மின்னழுத்தமானது மின்முனைகளின் தன்மை, மின்பகுளிகளின் செறிவு மற்றும் மின்கலம் செயல்படும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றை பொருத்தது.

எடுத்துக்காட்டாக $25^{\circ}C$ வெப்பநிலையில், கீழே குறிப்பிட்டுள்ள டேனியல் மின்கலத்தின் emf மதிப்பு 1.107 வோல்ட் ஆகும்.

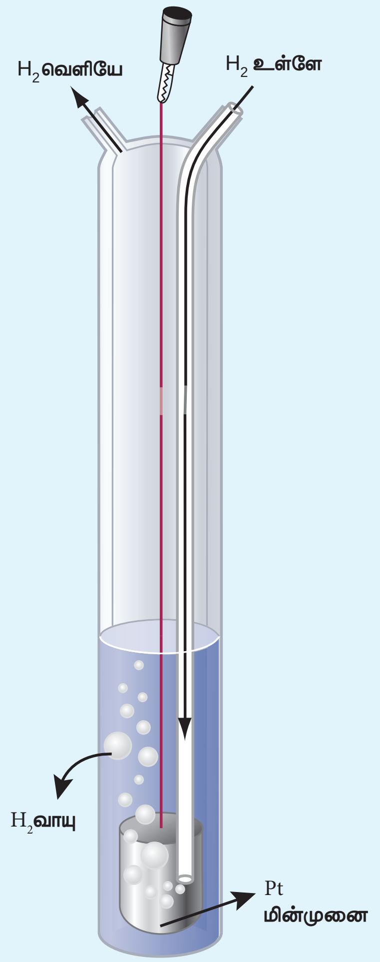
$$Zn\,(s)|Zn^{2+}(aq,1M)||Cu^{2+}(aq,1M)|Cu\,(s) \qquad E^{0} = 1.107\ V$$

9.3.4 மின்முனை மின்னழுத்தத்தை அளவிடல்

ஒட்டு மொத்த ஆக்ஸிஜனேற்ற–ஒடுக்க வினையானது இரண்டு அரை வினைகளின் கூடுதலாக கருதப்படுகிறது. அதாவது, ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்கம். இதேபோல, மின்கலத்தின் emf மதிப்பும், எதிர்மின்முனை மற்றும் நேர்மின்முனைகளில் உள்ள மின்முனை மின்னழுத்தங்களின் கூடுதலாக கருதப்படுகிறது.

$$E_{cell} = (E_{ox})_{anode} + (E_{red})_{cathode} \qquad .....(9.19)$$

இங்கு, $(E_{ox})_{anode}$ என்பது நேர்மின்முனையின் ஆக்ஸிஜனேற்ற மின்னழுத்தத்தையும், $(E_{red})_{cathode}$ என்பது எதிர்மின்முனையின் ஒடுக்க மின்னழுத்தத்தை குறிப்பிடுகிறது. ஒரு தனித்த மின்முனையின் emf மதிப்பை கணக்கிடுதல் சாத்தியமற்றது. ஆனால், வோல்ட் மீட்டரை பயன்படுத்தி இரண்டு மின்முனைகளுக்கிடைப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை (E_{cell}) நம்மால் அளவிட முடியும்.மின்கலத்திலுள்ள ஏதேனும் ஒரு மின்முனையின் emf மதிப்பு நமக்கு தெரிந்தால், அளவிடப்பட்ட மின்கல மின்னழுத்த (சமன்பாடு 9.19) மதிப்பைக் கொண்டு மற்றொரு மின்முனையின் emf மதிப்பை நம்மால் கணக்கிட முடியும். எனவே, emf மதிப்பு தெரிந்த ஒரு நோக்கீட்டு மின்முனை நமக்குத் தேவை.



படம் 9.6 நிலையான ஹைட்ரஜன் மின்முனை (SHE)

இந்த நோக்கத்திற்காக, திட்ட ஹைட்ரஜன் மின்முனையானது (SHE) நோக்கீட்டு மின்முனையாக (reference electrode) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் emf மதிப்பு தன்னிச்சையாக பூஜ்ஜியம் வோல்ட் என நிர்ணயிக்கப்பட்டது. இது, 1M HCl கரைசல் மற்றும் 1 atm ஹைட்ரஜன் வாயுவுடன் தொடர்பிலுள்ள பிளாட்டின மின்முனையை கொண்டுள்ளது. படம் 9.6 ல் காட்டியுள்ளவாறு $25^{\circ}C$ வெப்பநிலையில் ஹைட்ரஜன் வாயுவானது கரைசலின் வழியே குமிழிகளாக செலுத்தப்படுகிறது. SHE எதிர்மின்முனையாகவும், நேர்மின்முனையாகவும் செயல்பட முடியும். அரைக் கலவினைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

SHE ஆனது எதிர்மின்வாயாக பயன்படுத்தப்பட்டால் நிகழும் ஒடுக்கம் வினை

$$2H^{+}(aq,1M)+2e^{-} \rightarrow H_2(g,\ 1\ atm) \qquad E^{o} = 0\ volt$$

XII U9 Electro Chemistry.indd 51 08-12-2021 23:26:39

SHE ஆனது நேர்மின்வாயாக பயன்படுத்தப்பட்டால் நிகழும் ஆக்ஸிஜனேற்ற வினை

$H_2(g,1\ atm) \rightarrow 2H^+ (aq, 1M) + 2e^-$ $\qquad E^o = 0$ volt

விளக்கம்

ஜிங்க் சல்பேட் கரைசலில் மூழ்கவைக்கப்பட்டுள்ள ஜிங்க் மின்முனையின் ஒடுக்க மின்னழுத்தத்தை SHE ஐ பயன்படுத்தி நாம் கணக்கிடுவோம்.

படி:1 SHE ஐ பயன்படுத்தி பின்வரும் கால்வானிக் மின்கலம் கட்டமைக்கப்படுகிறது.

$Zn (s) | Zn^{2+} (aq, 1M) \| H^+ (aq, 1M) | H_2 (g, 1atm) | Pt (s)$

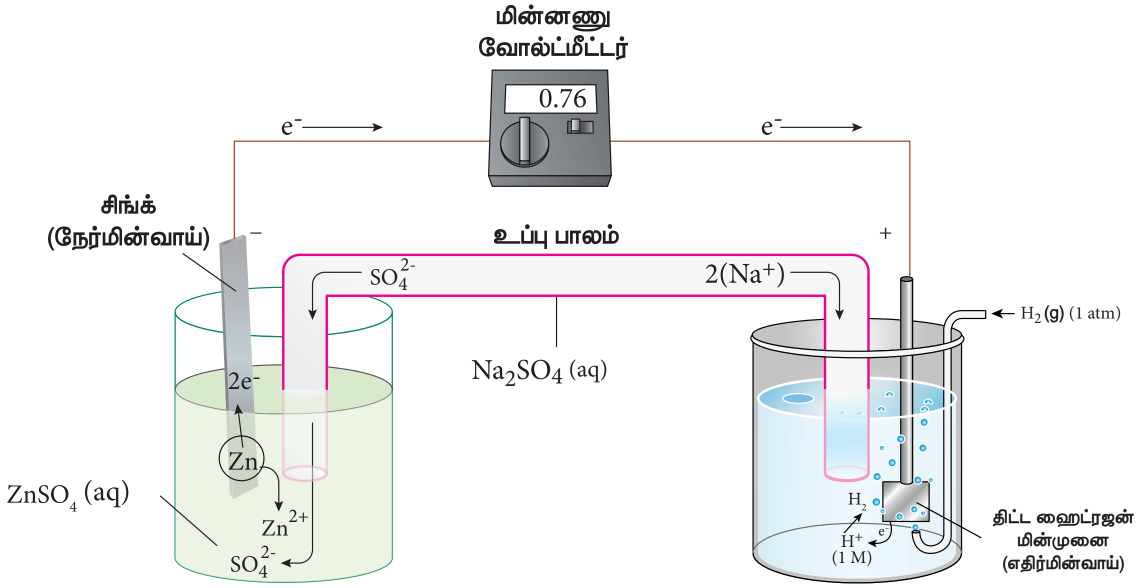
படி:2 மேலே குறிப்பிட்ட கால்வானிக் மின்கலத்தின் emf மதிப்பானது வோல்ட் மீட்டரை பயன்படுத்தி அளக்கப்படுகிறது. இந்த நேர்வில் மேற்காண் கால்வானிக் மின்கலத்தின் அளந்தறியப்பட்ட emf மதிப்பு 0.76V.

கணக்கீடு

நாமறிந்த படி,

$E^o_{cell} = \left(E^o_{ox}\right)_{Zn|Zn^{2+}} + \left(E^o_{red}\right)_{SHE}$ [சமன்பாடு 9.19 லிருந்து]

$E^o_{cell} = 0.76$ and $(E^o_{red})_{SHE} = 0V$. இந்த மதிப்புகளை மேலே உள்ள சமன்பாட்டில் பிரதியிட



படம் 9.7 *emf* அளவிடல் ($Zn | Zn^{2+}$ மின்முனை)

$$\Rightarrow 0.76\ V = \left(E^o_{ஆக்ஸி}\right)_{Zn|Zn^{2+}} + 0$$

$$\Rightarrow \left(E^o_{ஆக்ஸி}\right)_{Zn|Zn^{2+}} = 0.76\ V$$

இந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற மின்னழுத்தமானது கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள எதிர்மின்முனையில் நிகழும் அரைக்கல வினையுடன் தொடர்புடையதாகும்.

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (ஆக்ஸிஜனேற்றம்)

இதன் மறுதலை வினையில் emf மதிப்பானது ஒடுக்க மின்னழுத்தத்தை தருகிறது.

$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn \ ; E^\circ = -0.76V$ $\therefore (E^\circ_{red})_{Zn^{2+}|Zn} = -0.76V.$

IUPAC வரையறை

மின்முனை மின்னழுத்தம் (E) திட்ட ஹைட்ரஜன் மின்முனையை இடதுபுற அரை மின்கலமாகவும், கொடுக்கப்பட்ட மின்முனையை வலதுபுற அரை மின்கலமாகவும் கொண்டுள்ள மின்கலத்தின் மின்னியக்குவிசை.

திட்ட மின்முனை மின்னழுத்தம் E° இடதுபுற அரை மின்கலத்தில் திட்ட அழுத்தநிலையில் மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து நீரேற்றம் பெற்ற புரோட்டான்களாக மாற்றமடையும் மின்கலத்தின் திட்ட *emf.*

தன் மதிப்பீடு

1. $25^\circ C$ ல் பின்வரும் மின்கலத்தின் emf மதிப்பு 0.34V. காப்பர் மின்முனையின் ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்பை கணக்கிடுக.
   $Pt\,(s)\,|\,H_2\,(g, 1atm)\,|\,H^+(aq, 1M)\,||\,Cu^{2+}(aq, 1M)\,|\,Cu\,(s)$
2. ஜிங்க் மற்றும் காப்பர் மின்முனைகளின் கணக்கிடப்பட்ட emf மதிப்புகளைப் பயன்படுத்தி, $25^\circ C$ ல் பின்வரும் மின்கலத்தின் emf மதிப்பை காண்க.
   $Zn\,(s)\,|\,Zn^{2+}\,(aq, 1M)\,||\,Cu^{2+}(aq, 1M)\,|\,Cu\,(s)$

தன் மதிப்பீடு

பின்வரும் கால்வானிக் மின்கலத்தில் நிகழும் ஒட்டுமொத்த ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையை எழுதுக.

$Pt(s)|Fe^{2+}(aq),Fe^{3+}(aq)||MnO_4^-(aq), H^+(aq),Mn^{2+}(aq)|Pt(s)$

9.4 கலவினைகளின் வெப்ப இயக்கவியல்

கால்வானிக் மின்கலத்தில் வேதி ஆற்றலானது மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது என்பதை நாம் கற்றறிந்தோம். மின்கலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட மின்னாற்றலானது, எலக்ட்ரான்களின் மொத்த மின்சுமை மற்றும், மின்முனைகளுக்கிடையே எலக்ட்ரான்களை இயக்க உதவும் மின்கலத்தின் emf மதிப்பு ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்கு சமமாக இருக்கும்.

ஒட்டுமொத்த கலவினைவில் ஆக்ஸிஜனேற்றி மற்றும் ஒடுக்கிகளுக்கிடையே பரிமாற்றம் செய்யப்பட்ட எலக்ட்ரான்களின் மோல் எண்ணிக்கையை 'n' எனக் கொண்டால், மின்கலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட மின்னாற்றலின் அளவு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

மின்னாற்றல் = n **மோல் எலக்ட்ரான்களின் மின்னூட்டம்** X $E_{\text{மின்கலம்}}$ ......(9.20)

1 மோல் எலக்ட்ரான்களின் மின்னூட்டம் = ஒரு ஃபாரடே (1F)

$\therefore$ **n மோல் எலக்ட்ரான்களின் மின்னூட்டம்** = nF

சமன்பாடு (9.20) $\Longrightarrow$ **மின்னாற்றல் =** $nF\,E_{\text{மின்கலம்}}$ ......(9.21)

1 எலக்ட்ரானின் மின்சுமை = 1.602×10^{-19} C

$\therefore$ 1 மோல் எலக்ட்ரான்களின் மின்சுமை = $6.023 \times 10^{23} \times 1.602 \times 10^{-19}$ C

= 96488 C

i.e., 1F $\simeq$ 96500 C

XII U9 Electro Chemistry.indd 53 08-12-2021 23:26:41

இந்த ஆற்றலானது, மின்னாற் வேலை செய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே, ஒரு கால்வானிக் மின்கலத்திலிருந்து பெறக்கூடிய அதிகபட்ச வேலை

$$(W_{max})_{cell} = - nFE_{cell} \quad .....(9.22)$$

அமைப்பானது சூழலின்மீது வேலையை செய்வதை குறிப்பிட (–) குறி புகுத்தப்பட்டுள்ளது.

வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிப்படி,அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலையானது, அமைப்பின் கட்டிலா ஆற்றலில் ஏற்பட்ட மாற்றத்திற்கு சமமாக இருக்கும் என்பதை நாம் அறிவோம்.

$$\text{i.e.,} \quad W_{max} = \Delta G \quad .....(9.23)$$

(9.22) மற்றும் (9.23) லிருந்து,

$$\Delta G = - nFE_{cell} \quad .....(9.24)$$

தன்னிச்சையான கலவினைகளுக்கு , ΔG மதிப்பு எதிர்குறி மதிப்பாக இருத்தல் அவசியம். எதிர்குறி ΔG மதிப்பை பெற $E_{மின்கலன்}$ மதிப்பானது நேர்குறி கொண்டதாக இருத்தல் அவசியம் என்பதை சமன்பாடு (9.24) காட்டுகிறது.

மின்கலத்தின் அனைத்து உட்கூறுகளும் அவற்றின் திட்ட நிலைகளில் உள்ளபோது, சமன்பாடு (9.24) ஆனது பின்வருமாறு மாறுகிறது.

$$\Delta G^{o} = - nFE^{o}_{cell} \quad .....(9.25)$$

திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றமானது சமநிலை மாறிலியுடன் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தொடர்பு படுத்தப்பட்டுள்ளதை நாம் அறிவோம்.

$$\Delta G^{o} = - RT \ln K_{eq} \quad .....(9.26)$$

(9.25) மற்றும் (9.26) ஆகியவற்றை ஒப்பிடும்போது,

$$nFE^{\circ}_{cell} = RT \ln K_{eq}$$

$$\Rightarrow E^{\circ}_{cell} = \frac{2.303\ RT}{nF} \log K_{eq} \quad .....(9.27)$$

9.4.1 நெர்ன்ஸ்ட் சமன்பாடு

நெர்ன்ஸ்ட் சமன்பாடு என்பது மின்கல மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்வேதி வினையில் ஈடுபடும் கூறுகளின் செறிவு ஆகியவற்றை தொடர்புபடுத்தும் சமன்பாடாகும். பின்வரும் ஒட்டுமொத்த ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிகழும் ஒரு மின்வேதிக் கலனை கருதுவோம்,

$$xA + yB \rightleftharpoons lC + mD$$

மேற்காண் வினைக்கான வினைக்குணகம் (Q) மதிப்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

$$Q = \frac{[C]^{l}\ [D]^{m}}{[A]^{x}\ [B]^{y}} \quad .....(9.28)$$

நாம் முன்னரே கற்றறிந்தபடி,

$$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q \quad .....(9.29)$$

கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றலை மின்கல emf உடன் பின்வருமாறு தொடர்பு படுத்த முடியும்.

[சமன்பாடுகள் (9.24) மற்றும் (9.25)]

$$\Delta G = - nFE_{cell} \quad ; \Delta G^{o} = - nFE^{o}_{cell}$$

இந்த மதிப்புகளையும், சமன்பாடு (9.28) லிருந்து Q மதிப்பையும் சமன்பாடு (9.29) ல் பிரதியிட

XII U9 Electro Chemistry.indd 54 08-12-2021 23:26:43

$$(9.29) \Rightarrow -nFE_{cell} = -nFE^{o}_{cell} + RT \ln \frac{[C]^{l}[D]^{m}}{[A]^{x}[B]^{y}} \quad .....(9.30)$$

சமன்பாடு (9.30) முழுவதையும் (-nF) ஆல் வகுக்க

$$(9.25) \Rightarrow E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[C]^{l}[D]^{m}}{[A]^{x}[B]^{y}}$$

$$\text{(or)}\ E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{2.303RT}{nF} \log \frac{[C]^{l}[D]^{m}}{[A]^{x}[B]^{y}} \quad .....(9.31)$$

மேற்காண் சமன்பாடு (9.31) ஆனது நெர்ன்ஸ்ட் சமன்பாடு என்றழைக்கப்படுகிறது.

25°C (298K), வெப்பநிலையில் சமன்பாடு (9.31) ஐ பின்வருமாறு எழுதலாம்,

$$E_{cell} = E^{o}_{cell} - \frac{2.303 \times 8.314 \times 298}{n(96500)} \log \frac{[C]^{l}[D]^{m}}{[A]^{x}[B]^{y}}$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.0591}{n} \log \frac{[C]^{l}[D]^{m}}{[A]^{x}[B]^{y}} \quad \left[\begin{array}{l} \therefore\ R = 8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1} \\ T = 298\ K. \\ 1\ F = 96500\ C\ mol^{-1} \end{array}\right] \quad .....(9.32)$$

25°C வெப்பநிலையில் நெர்ன்ஸ்ட் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி பின்வரும் மின்கலத்தின் emf மதிப்பை நாம் கணக்கிடுவோம்.

$$Cu\ (s) | Cu^{2+} (0.25\ aq,\ M) || Fe^{3+} (0.005\ aq\ M) | Fe^{2+} (0.1\ aq\ M) | Pt\ (s)$$

$$\text{Given : } (E^{o})_{Fe^{3+}|Fe^{2+}} = 0.77V \text{ and } (E^{o})_{Cu^{2+}|Cu} = 0.34\ V$$

நிகழும் அரைகல வினைகள்

$$Cu\ (s) \rightarrow Cu^{2+} (aq) + 2e^{-} \quad ..... (1)$$

$$2\ Fe^{3+} (aq) + 2e^{-} \rightarrow 2Fe^{2+} (aq) \quad ..... (2)$$

ஒட்டுமொத்த வினை

$$Cu\ (s) + 2\ Fe^{3+} (aq) \rightarrow Cu^{2+} (aq) + 2\ Fe^{2+}\ (aq), \text{ and } n = 2$$

25°C வெப்பநிலையில் நெர்ன்ஸ்ட் சமன்பாட்டை பயன்படுத்த

$$E_{cell} = E^{o}_{cell} - \frac{0.0591}{2} \log \frac{[Cu^{2+}][Fe^{2+}]^{2}}{[Fe^{3+}]^{2}} \quad [\because\ [Cu\ (s)] = 1]$$

$$E^{o}_{cell} = (E^{\circ}_{ox})_{Cu|Cu^{2+}} + (E^{\circ}_{red})_{Fe^{3+}|Fe^{2+}}$$

$Cu^{2+}|Cu$ வின் திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்பு 0.34 V

$$\therefore\ (E^{o}_{ox})_{Cu|Cu^{2+}} = -0.34V$$

$$(E^{o}_{red})_{Fe^{3+}|Fe^{2+}} = 0.77V$$

$$\therefore\ E^{\circ}_{cell} = -0.34 + 0.77$$

$$E^{\circ}_{cell} = 0.43V$$

$$\therefore\ E_{cell} = 0.43 - \frac{0.0591}{2} \times \log\frac{(0.25)(0.1)^2}{(0.005)^2}$$

$$= \log\frac{(0.25)(0.1)^2}{(0.005)^2}$$

$$= \log\frac{25\times10^{-2}\ \times\ 1\times10^{-2}}{25\times10^{-6}}$$

$$= \log 10^2$$

$$= 2\log_{10}10$$

$$= 2.$$

$$= 0.43 - \frac{0.0591}{2} \times 2$$

$$= 0.43 - 0.0591$$

$$= 0.3709V.$$

தன் மதிப்பீடு

டேனியல் மின்கலத்தில் நிகழும் மின்வேதிக் கலவினை

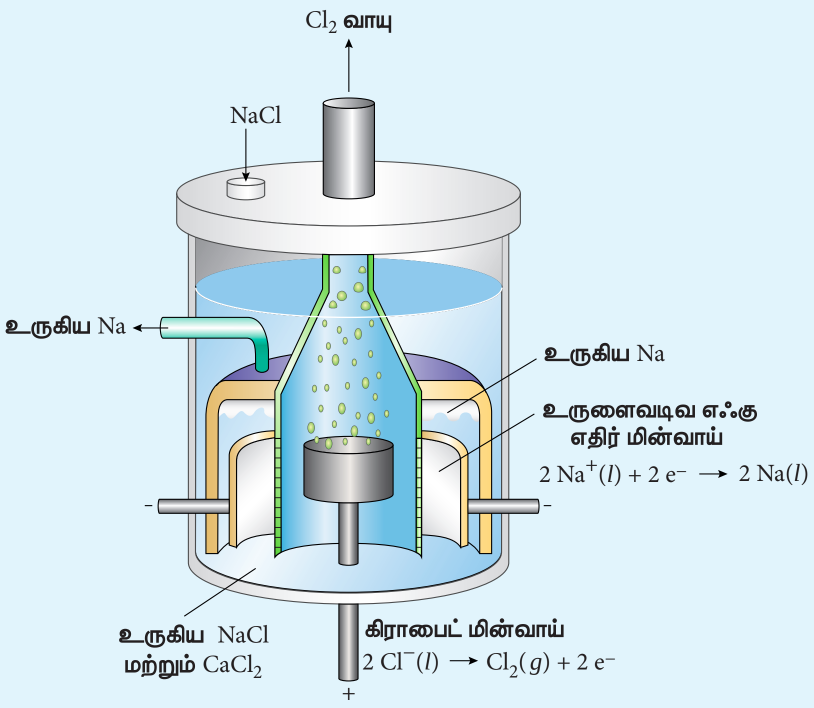
$$Zn\ (s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu\ (s)$$

நேர்மின்முனைப் பகுதியில் அயனிச் செறிவை 10 மடங்கு அதிகரிக்கும்போது மின்கல மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் என்ன?

மின்னாற்பகுப்புக் கலன் மற்றும் மின்னாற்பகுத்தல்

மின்னாற்பகுத்தல் என்பது, மின்னாற்றலைப் பயன்படுத்தி தன்னிச்சையற்ற ஒரு வினையை நிகழ்த்தும் செயல்முறையாகும். பெரும்பாலான நேரங்களில், சேர்மத்தை அதன் தனிமங்களாக சிதைப்பதற்கு மின்னாற்றல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்னாற்பகுத்தலை நிகழ்த்தப் பயன்படும் மின்கலனானது, மின்னாற்பகுப்புக் கலன் என்றழைக்கப்படுகிறது. மின்னாற்பகுப்புக் கலன் மற்றும் கால்வானிக் மின்கலன்களில் நிகழும் மின்வேதிச் செயல்முறைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிரெதிரானவைகளாகும். உருகிய சோடியம் குளோரைடு கரைசலை மின்னாற்பகுப்பதன் மூலம் மின்னாற்பகுப்புக் கலனின் செயல்பாட்டை நாம் அறிந்து கொள்வோம்.

மின்னாற்பகுப்புக் கலனில் இரண்டு மின்முனைகள் உள்ளன. ஒன்று உருளைவடிவ எஃகு எதிர் மின்வாய் மற்றொன்று கிராபைட் நேர் மின்வாய். மின்வாய் இரண்டும் உருகிய சோடியம் குளோரைடினுள் மூழ்கவைக்கப்பட்டுள்ளன, மேலும் அவை DC மின் மூலத்துடன் சாவியின் உதவியால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின் மூலத்தின் எதிர் முனையுடன்



படம் 9.8 உருகிய மின்னாற்பகுப்பு

இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்முனையானது எதிர்மின்முனை என்றழைக்கப்படுகிறது. மின்மூலத்தின் நேர் முனையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்முனையானது நேர்மின்முனை என்றழைக்கப்படுகிறது. சாவி கொண்டு மூடிய உடன் வெளிப்புற DC மின்மூலமானது, எதிர்மின்முனை வழியே எலக்ட்ரான்களை பாய்ச்சுகிறது. அதே நேரத்தில், நேர்மின்முனை வழியே எலக்ட்ரான்களை இழுக்கிறது.

கலவினைகள்

Na^+ அயனிகள் எதிர்மின்முனையை நோக்கி கவரப்படுகின்றன, அங்கு அவை எலக்ட்ரான்களுடன் இணைந்து, திரவ சோடியமாக ஒடுக்கமடைகின்றன.

எதிர்மின்முனை (ஒடுக்கம்)

$$Na^+(l) + e^- \rightarrow Na\,(l) \qquad E^o = -2.71V$$

இதேபோல Cl^- அயனிகள் நேர்மின்முனையை நோக்கி கவரப்படுகின்றன, அங்கு அவை அவற்றின் எலக்ட்ரான்களை இழந்து ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து குளோரின் வாயுவாக மாறுகின்றன.

நேர்மின்முனை (ஆக்ஸிஜனேற்றம்)

$$2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^- \qquad E^o = -1.36V$$

ஒட்டுமொத்த வினை,

$$2Na^+(l) + 2Cl^-(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g) \qquad E^o = -4.07V$$

மேற்காண் வினை தன்னிச்சையற்றது என்பதை எதிர்குறி E^o மதிப்பு காட்டுகிறது. எனவே, உருகிய சோடியம் NaCl ன் மின்னாற்பகுத்தலை நிகழ்த்த 4.07V ஐவிட அதிகமான மின்னழுத்தத்தை நாம் செலுத்தவேண்டும்.

மின்னாற்பகுப்புக் கலனில், கால்வானிக் மின்கலத்தில் நிகழ்வதைப்போலவே நேர்மின்முனை ஆக்ஸிஜனேற்றமும், எதிர்மின்முனையில் ஒடுக்கமும் நிகழ்கின்றன, ஆனால் மின்முனைகளின் குறி எதிரெதிரானது. அதாவது மின்னாற்பகுப்புக் கலனில் எதிர்மின்முனையின் குறி –ve மற்றும் நேர்மின்முனையின் குறி +ve.

மின்னாற்பகுத்தல் பற்றிய ஃபாரடே விதிகள்:

முதல் விதி

மின்னாற்பகுத்தலின் போது மின்முனைகளில் விடுவிக்கப்படும் பொருளின் நிறையானது (m) மின்கலத்தின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவிற்கு (Q) நேர்விகிதத்திலிருக்கும்.

i.e $m \propto Q$

மின்னோட்டத்தின் அளவானது, மின்னேற்றத்துடன் பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் தொடர்பு படுத்தப்படுகிறது என்பதை நாம் அறிவோம். $I = \dfrac{Q}{t} \Rightarrow Q = It$

$\therefore \quad m \propto It$

(or)

$$m = Z\,It \qquad \text{..... (9.33)}$$

இங்கு Z என்பது மின்முனையில் விடுவிக்கப்பட்ட பொருளின் மின்வேதிச் சமானம் ஆகும்.

I = 1A மற்றும் t = 1 விநாடி, Q = 1C , எனில் அத்தகைய நேர்வுகளில் சமன்பாடு (9.33) ஆனது சமன்பாடு (9.34) போல மாறுகிறது

$$\Rightarrow m = Z \qquad \text{.....(9.34)}$$

அதாவது, மின்வேதிச் சமானம் என்பது 1 கூலும் மின்னூட்டத்தால் மின்முனையில் விடுவிக்கப்பட்ட பொருளின் அளவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

மின்வேதிச் சமான நிறை மற்றும் மோலார் நிறை

பின்வரும் பொதுவான மின்வேதி ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையை கருதுக.

$M^{n+}(aq)+ne^- \rightarrow M(s)$

மேற்காண் சமன்பாட்டிலிருந்து 1 மோல் M^{n+} அயனிகளை $M(s)$ ஆக வீழ்படிவாக்குவதற்கு n மோல்கள் எலக்ட்ரான்கள் தேவைப்படும் எனபதை அறியலாம்.

1 மோல் M^{n+} அயனிகளை வீழ்படிவாக்க தேவைப்படும் மின்னூட்டம் = 'n' மோல் எலக்ட்ரான்களின் மின்சுமை

= nF

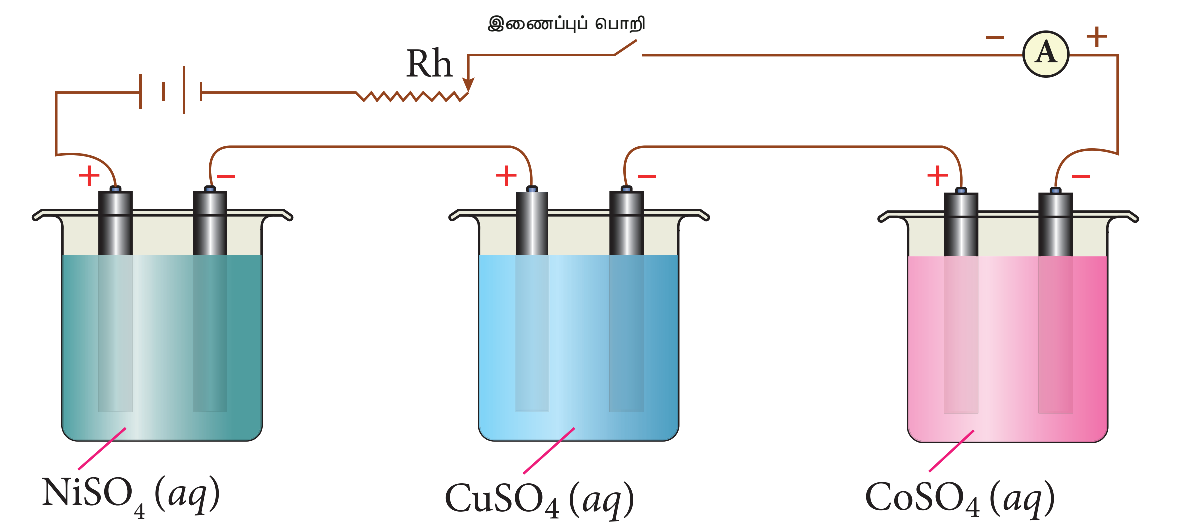
ஒரு கூலூம் மின்னூட்டத்தினால் வீழ்படிவாக்கப்பட்ட பொருளின் நிறை

$$M^{n+} \text{ ன் மின்வேதிச் சமான நிறை} = \frac{M \text{ ன் மோலார் நிறை}}{n\ (96500)}$$

(அல்லது)

$$Z = \frac{M \text{ ன் சமான நிறை}}{96500} \qquad .....(9.35)$$

இரண்டாம் விதி



படம் 9.9 ஒரே அளவுடைய மின்னூட்டத்தை கொண்டு வெவ்வேறு மின்பகுளிகளை மின்னாற்பகுத்தல்

ஒரே அளவு மின்னோட்டத்தை வெவ்வேறு மின்பகுளிக் கரைசல்களின் வழியே செலுத்தும்போது, மின்முனைகளில் விடுவிக்கப்படும் பொருளின் அளவானது அவற்றின் மின்வேதிச் சமானங்களுக்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும்.

படம் 9.9ல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரே DC மின்மூலத்துடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மூன்று மின்னாற்பகுப்புக் கலன்களை கருதுவோம். ஒவ்வொரு மின்கலமும் வெவ்வேறு மின்பகுளிகளை முறையே $NiSO_4$, $CuSO_4$ மற்றும் $CoSO_4$ கரைசல்களைக் கொண்டு நிரப்பப்பட்டுள்ளன.

Q கூலூம் மின்னூட்டத்தை மின்னாற்பகுப்புக் கலன்களின் வழியே செலுத்தும்போது அந்தந்த மின்முனைகளில் விடுவிக்கப்பட்ட உலோகங்கள் நிக்கல், காப்பர் மற்றும் கோபால்ட் ஆகியவற்றின்

நிறைகள் முறையே m_{Ni}, m_{Cu}, மற்றும் m_{Co}

∴பாரடேயின் இரண்டாம் விதிப்படி

$$m_{Ni} \alpha Z_{Ni}, m_{Cu} \alpha Z_{Cu} \text{ மற்றும் } m_{Co} \alpha Z_{Co}$$

(அல்லது)

$$\frac{m_{Ni}}{Z_{Ni}} = \frac{m_{Cu}}{Z_{Cu}} = \frac{m_{Co}}{Z_{Co}} \quad .....(9.36)$$

எடுத்துக்காட்டு

2 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு, சில்வர் நைட்ரேட் கரைசலானது 20 நிமிடங்களுக்கு மின்னாற்பகுக்கப்படுகிறது எனில், எதிர்மின்முனையில் வீழ்படிவாகும் சில்வரின் நிறையை கணக்கிடுக.

எதிர்மின்முனையில் நிகழும் மின்வேதி வினை $Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$ (ஒடுக்கம்)

$$m = ZIt$$

$$m = \frac{108 \text{ gmol}^{-1}}{96500 \text{ C mol}^{-1}} \times 2400C$$

$$m = 2.68 \text{ g.}$$

$$Z = \frac{\text{Ag ன் மோலார் நிறை}}{(96500)} = \frac{108}{1 \times 96500}$$

$$I = 2A$$

$$t = 20 \times 60S = 1200 \text{ S}$$

$$It = 2A \times 1200S = 2400C$$

தன் மதிப்பீடு 0.15 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை கொண்டு, ஒரு உலோக உப்புக் கரைசலானது 15 நிமிடங்களுக்கு நீராற்பகுக்கப்படும்போது, எதிர்மின்முனையில் விடுவிக்கப்பட்ட உலோகத்தின் நிறை 0.783 கிராம் எனில், அந்த உலோகத்தின் சமான நிறையை கணக்கிடுக.

மின்சேமிப்புக் கலன்கள் :

நவீன மின்னணு உலகில் மின்சேமிப்புக் கலன்கள் இன்றியமையாதவைகளாகும். எடுத்துக்காட்டாக, கைப்பேசிகளில் பயன்படும் Li – அயனி சேமிப்புக் கலன்கள், மின்கலவிளக்குகளில் பயன்படும் பசைமின்கலன்கள் போன்றவை. இந்த மின்சேமிப்புக் கலன்கள் நிலையான மின்னழுத்தம் கொண்ட நேர்மின்னோட்ட மூலங்களாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நாம் இந்த மின்சேமிப்புக் கலன்களை முதன்மை மின்கலன்கள் (மின்னேற்றம் செய்ய இயலாதவை - non-rechargable) மற்றும் துணை மின்கலன்கள் (மின்னேற்றம் செய்ய இயலுபவை - rechargable) என இருவகைகளாக வகைப்படுத்தலாம். இந்த பாடப்பகுதியில் சில மின்சேமிப்புக் கலன்களின் மின்வேதியியலைப் பற்றி சுருக்கமான விவாதிப்போம்.

லெக்லாஞ்சே மின்கலம்

நேர்மின்முனை : ஜிங்க் கலன்

எதிர்மின்முனை : MnO_2 உடன் தொடர்பிலுள்ள கிராஃபைட் தண்டு

மின்பகுளி : நீரிலுள்ள அம்மோனியம் குளோரைடு மற்றும் ஜிங்க் குளோரைடு

மின்கலத்தின் Emf மதிப்பு ஏறத்தாழ 1.5V

கலவினைகள்:

நேர்மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம்

$$Zn\ (s) \rightarrow Zn^{2+}(aq)+2e^{-} \qquad .....(1)$$

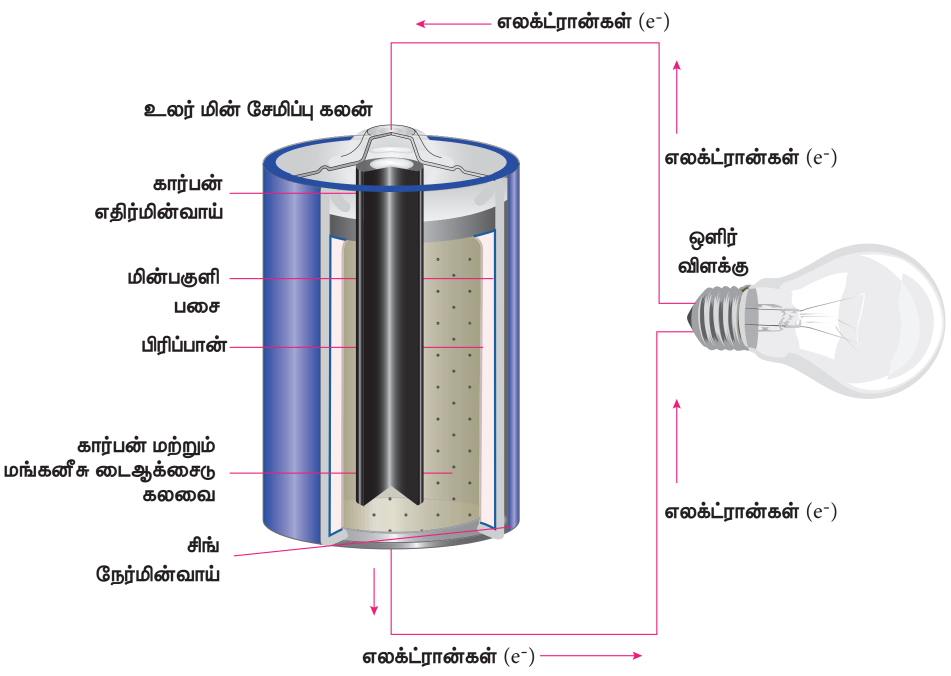
எதிர்மின்முனையில் ஒடுக்கம்

$$2\ NH_4^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2NH_3\ (aq) + H_2(g) \qquad .....(2)$$

ஹைட்ரஜன் வாயுவானது MnO_2 வினால் நீராக ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யப்படுகிறது

$$H_2\ (g) + 2\ MnO_2\ (s) \rightarrow Mn_2O_3\ (s) + H_2O\ (l) \qquad .....(3)$$

சமன்பாடுகள் (1) + (2)+(3) ஐ கூட்ட ஒட்டுமொத்த ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை



படம் 9.10 லெக்லாஞ்சே மின்கலன்

$$Zn\ (s) + 2NH_4^{+}\ (aq) + 2\ MnO_2(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Mn_2O_3\ (s) + H_2O\ (l) + 2NH_3 \qquad ......\ (4)$$

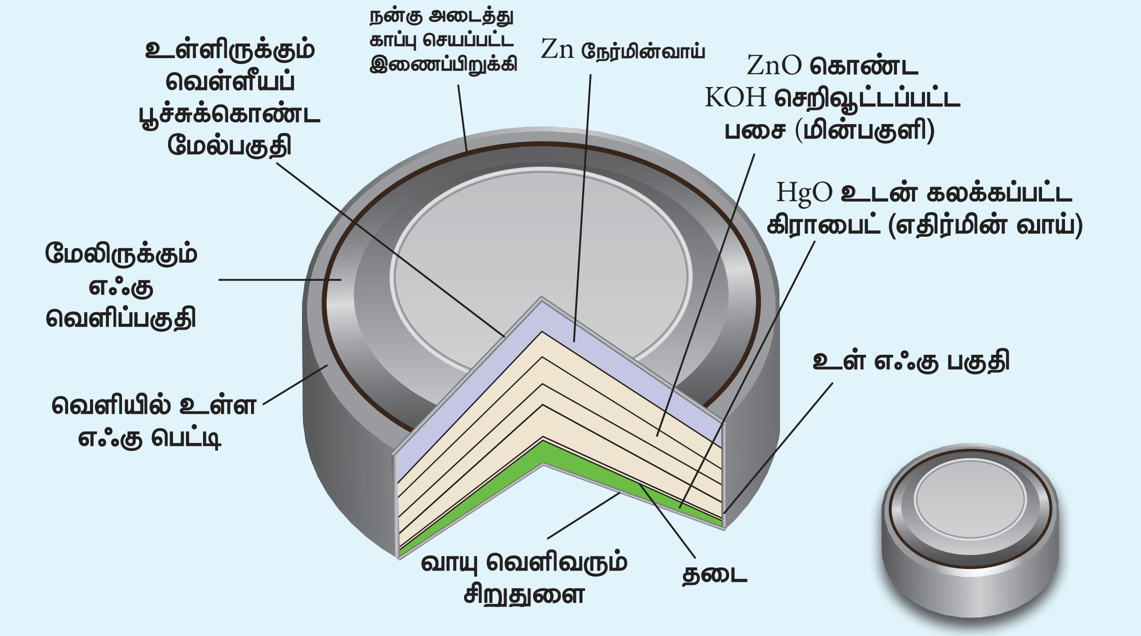
எதிர்மின்முனையில் உருவாக்கப்பட்ட அம்மோனியாவானது Zn^{2+} அயனிகளுடன் இணைந்து $[Zn\ (NH_3)_4]^{2+}$ (aq) எனும் அணைவு அயனியை உருவாக்குகிறது. வினை நிகழ, நிகழ NH_4^{+} அயனிச் செறிவு குறைந்து கொண்டே செல்கிறது, மேலும் நீரிய NH_3 அதிகரித்துக்கொண்டே இருப்பதால் மின்கலனின் emf குறைகிறது.

பாதரச பட்டன் மின்சேமிப்புக் கலகலம்

நேர்மின்முனை	:	பாதரசத்துடன் இரசக்கலவையாக்கப்பட்ட ஜிங்க்
எதிர்மின்முனை	:	கிராஃபைட்டுடன் கலக்கப்பட்ட HgO
மின்பகுளி	:	KOH மற்றும் ZnO கலந்த பசை

XII U9 Electro Chemistry.indd 60 08-12-2021 23:26:52

நேர்மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நிகழ்கிறது	:	$\overset{0}{Zn}(s) + \underset{\text{from KOH}}{2OH^-(aq)} \rightarrow \overset{+2}{ZnO}(s) + H_2O\ (l) + 2e^-$
எதிர்மின்முனையில் ஒடுக்கம் நிகழ்கிறது	:	$\overset{+2}{HgO}(s) + H_2O\ (l) + 2e^- \rightarrow \overset{0}{Hg}(l) + 2OH^-\ (aq)$
ஒட்டுமொத்த வினை	:	$Zn\ (s) + HgO\ (s) \rightarrow ZnO\ (s) + Hg\ (l)$
மின்கல emf	:	ஏறத்தாழ 1.35V.
பயன்கள்	:	இது அதிக திறன் மற்றும் நீண்ட ஆயுள் கொண்டது. பேஸ்மேக்கர், மின்னணு கடிகாரங்கள், கேமராக்கள் போன்றவற்றில் பயன்படுகின்றன.



படம் 9.11 பாதரச பட்டன் மின்சேமிப்புக் கலம்

துணை மின்கலங்கள்:

கால்வானிக் மின்கலன்களில் நிகழும் மின்வேதி வினைகளை, அந்த மின்கலன் உருவாக்கிய emf மதிப்பை விட சற்றே அதிகமான மின்னழுத்தத்தை செலுத்துவதன் மூலம் எதிர்திசையில் நிகழச்செய்யலாம் என முன்னரே கற்றறிந்தோம். இக்கொள்கையானது, துணைமின்கலங்களில், ஆரம்ப வினைப்பொருட்களை மீளுறுவாக்குவதற்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது. லெட் சேமிப்புக் கலனை எடுத்துக்காட்டாக கொண்டு துணை மின்கலன்களின் செயல்பாட்டை நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

லெட் சேமிப்பு கலன்

நேர்மின்முனை	:	மிருதுவான லெட்
எதிர்மின்முனை	:	PbO_2 பூசப்பட்ட லெட் தகடு
மின்பகுளி	:	38% நிறை சதவீதமுடைய, 1.2g / mL அடர்த்தி கொண்ட H_2SO_4.

நேர்மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நிகழ்கிறது

$$Pb(s) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2e^- \qquad .....(1)$$

Pb^{2+} அயனிகள் SO_4^{-2} உடன் இணைந்து $PbSO_4$ வீழ்படிவை உருவாக்குகின்றன.

XII U9 Electro Chemistry.indd 61 08-12-2021 23:26:53

$$Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4\ (s) \quad .....(2)$$

எதிர்மின்முனையில் ஒடுக்கம் நிகழ்கிறது

$$PbO_2\ (s) + 4\,H^+(aq) + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}\ (aq) + 2H_2O\ (l) \quad ......(3)$$

இந்த Pb^{2+} அயனிகள் H_2SO_4 இல் உள்ள SO_4^{2-} உடன் இணைந்து $PbSO_4$ வீழ்படிவை உருவாக்குகின்றன.

$$Pb^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq) \rightarrow PbSO_4\,(s) \quad .....(4)$$

ஒட்டுமொத்த வினைகள்

சமன்பாடுகள் (1) + (2) + (3) + (4)

$$Pb\ \ (s) + PbO_2\ (s) + 4H^+(aq) + 2SO_4^{2-}\ (aq) \rightarrow 2\,PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$$

ஒரு மின்கலத்தின் emf மதிப்பு ஏறக்குறைய 2V . வழக்கமாக ஆறு மின்கலன்களை தொடர் வரிசையில் இணைத்து 12 வோல்ட் உருவாக்கப்படுகிறது.

மின்கலத்தின் emf ஆனது H_2SO_4 ன் செறிவைப் பொருத்தமைகிறது. கலவினையில் SO_4^{2-} அயனிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுவிடுவதால் H_2SO_4 ன் செறிவு குறைகிறது. மின்கல மின்னழுத்தம் ஏறக்குறைய 1.8V ஆக குறையும்போது, மின்கலம் மின்னேற்றம் செய்யப்பட வேண்டும்.

மின்கலத்தை மின்னேற்றம் (recharge) செய்தல்

முன்னர் கூறியவாறு, 2V க்கும் அதிகமான மின்னழுத்தம் மின்முனைகளுக்கிடையே வழங்கப்படுகிறது, மின்னிறக்க(discharge) செயல்பாட்டின்போது நிகழ்ந்த கலவினைகள் தற்பொழுது எதிர்திசையில் நிகழ்கின்றன. மின்னேற்றம் செய்யும் செயல்முறையில், நேர்மின்முனை மற்றும் எதிர்மின்முனையின் பங்கு தலைகீழாக மாறுகிறது, மேலும் H_2SO_4 மீளுருவாக்கப்படுகிறது.

எதிர்மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நிகழ்கிறது (தற்போது நேர்மின்முனையாக செயல்படுகிறது)

$$\overset{+2}{Pb}SO_4\ (s) + 2H_2O\ (l) \rightarrow \overset{+4}{Pb}O_2\ (s) + 4\,H^+(aq) + SO_4^{2-}\ (aq) + 2e^-$$

நேர்மின்முனையில் ஒடுக்கம் நிகழ்கிறது (தற்போது எதிர்மின்முனையாக செயல்படுகிறது)

$$PbSO_4(s) + 2e^- \rightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$$

ஒட்டுமொத்த வினை

$$2PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l) \rightarrow Pb\ (s) + PbO_2\ (s) + 4H^+(aq) + 2SO_4^{2-}\ (aq).$$

அதாவது ஒட்டுமொத்த கலவினையானது, மின்னிறக்கத்தின்போது நிகழ்ந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைக்கு எதிர்திசையில் நிகழும் வினையாகும்.

பயன்கள்:

தானியங்கி மோட்டார் வாகனங்கள், இரயில்கள், மாறுதிசை மின்மாற்றி ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

லித்தியம்– அயனி மின்சேமிப்புக் கலன்

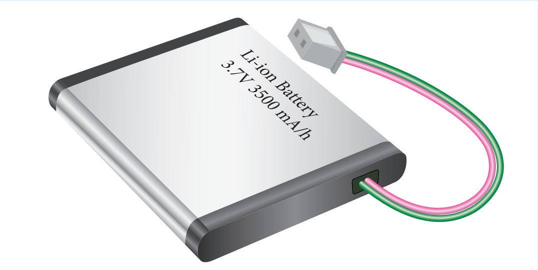
நேர்மின்முனை : துளைகளுடைய கிராஃபைட்

எதிர்மின்முனை : CoO_2 போன்ற இடைநிலை உலோக ஆக்சைடு.

மின்பகுளி : கரிம கரைப்பானில் கரைந்த லித்தியம் உப்பு

நேர்மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நிகழ்கிறது

$$Li\ (s) \rightarrow Li^+\ (aq) + e^-$$



படம் 9.12 லித்தியம் அயனி மின்சேமிப்புக்கலன்

எதிர்மின்முனையில் ஒடுக்கம் நிகழ்கிறது

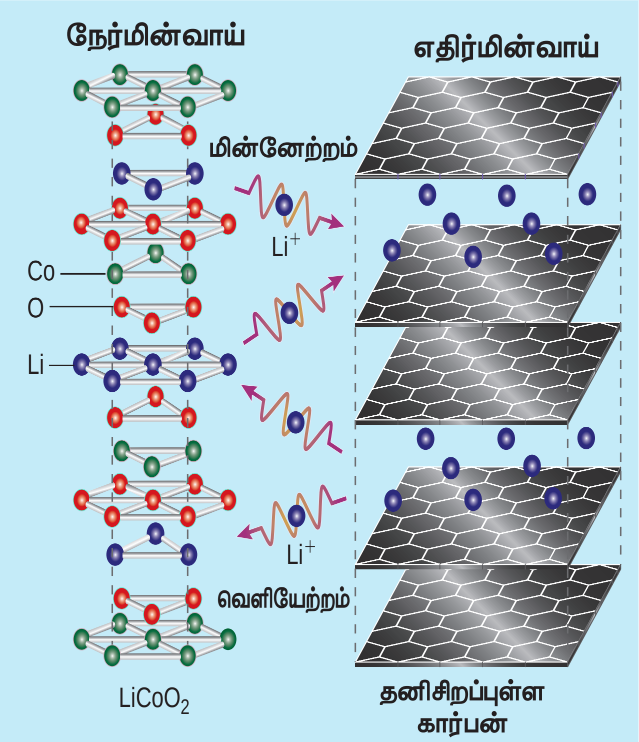
$$Li^{+} + CoO_2\ (s) + e^{-} \rightarrow Li\,CoO_2\ (s)$$

ஒட்டுமொத்த வினைகள்

$$Li\ (s) + CoO_2 \rightarrow LiCoO_2\ (s)$$

இந்த இரண்டு மின்முனைகளும் தங்களின் அமைப்பிற்குள்ளேயும் வெளியேயும் சென்று வர Li^{+} அயனிகளை அனுமதிக்கின்றன.

மின்னிறக்கத்தின் போது, நேர்மின்முனையில் உருவாக்கப்பட்ட Li^{+} அயனிகள் கரிம மின்பகுளி வழியாக எதிர்மின்முனையை நோக்கி நகருகின்றன. மின்கலத்தால் உருவாக்கப்பட்ட emf ஐவிட அதிகமான மின்னழுத்தத்தை, மின்முனைகளுக்கிடையே செலுத்தும்போது கலவினையானது எதிர்திசையில் நிகழ்கிறது. மேலும் இப்போது Li^{+} அயனிகள் எதிர்மின்முனையிலிருந்து நேர்மின்முனை நோக்கி நகருகின்றன, அங்கு அவை நுண்துளைகளுடைய மின்முனையின்மீது சென்று படிகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியானது ஊடுகலத்தல் (intercalation) என அறியப்படுகிறது.



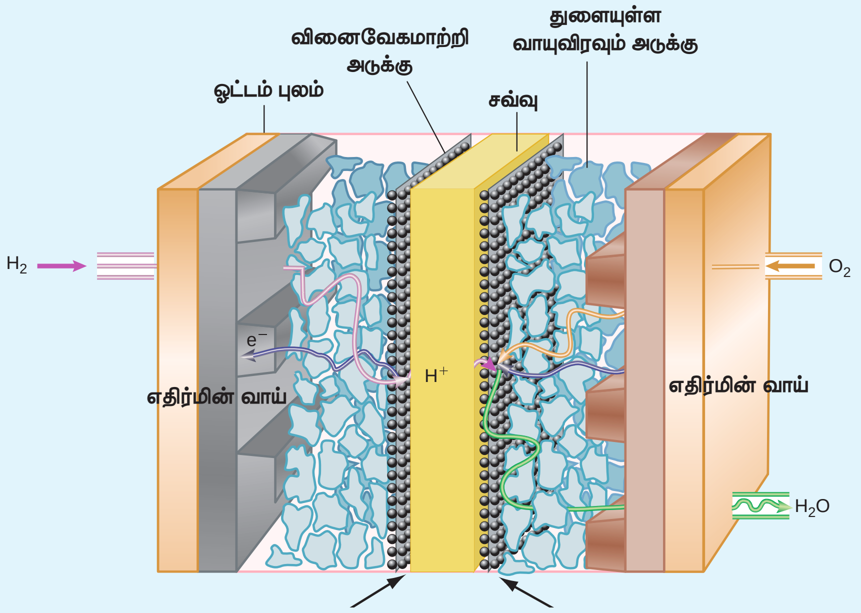
படம் 9.13 லித்தியம் அயனி மின்சேமிப்புக்கலன்

பயன்கள் :

இவை கைப்பேசி, மடிகணினி, கணினிகள், கேமராக்கள் மோன்றவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எரிபொருள் மின்கலம் :

எரிபொருட்களை எரிப்பதால் உருவாகும் ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றக்கூடிய கால்வானிக் மின்கலமானது எரிபொருள் மின்கலம் என்றழைக்கப்படுகிறது. இது தொடர்ந்து வேலை செய்வதற்கு, வினைப்பொருள் தொடர்ந்து வழங்கப்பட வேண்டும். பொதுவாக, எரிபொருள் மின்கலமானது பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.



படம் 9.14 H_2 -O_2 எரிபொருள் மின்கலம்

XII U9 Electro Chemistry.indd 63 08-12-2021 23:26:59

எரிபொருள் | மின்முனை | மின்பகுளி | மின்முனை | ஆக்ஸிஜனேற்றி

ஹைட்ரஜன் – ஆக்ஸிஜன் எரிபொருள் மின்கலத்தை கருதுவதன் மூலம் எரிபொருள் மின்கலத்தின் செயல்பாட்டை நாம் புரிந்து கொள்வோம். இந்த நேர்வில், ஹைட்ரஜன், எரிபொருளாகவும், ஆக்ஸிஜன், ஆக்ஸிஜனேற்றியாகவும், $200^{\circ}C$ வெப்பநிலை மற்றும் 20 – 40 atm அழுத்தத்தில் பராமரிக்கப்படும் நீர்த்த KOH கரைசல் மின்பகுளியாகவும் செயல்படுகின்றன. Ni மற்றும் NiO ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ள நுண்துளைகளையுடைய கிராஃபைட் மின்முனையானது வினையுறா மின்முனையாக செயல்படுகிறது.

ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் வாயுக்கள் முறையே நேர்மின்முனை மற்றும் எதிர்மின்முனைகளில் குமிழிகளாக செலுத்தப்படுகின்றன.

நேர்மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நிகழ்கிறது:

$$2H_2(g) + 4\,OH^-\,(aq) \rightarrow 4\,H_2O\,(l) + 4\,e^-$$

எதிர்மின்முனையில் ஒடுக்கம் நிகழ்கிறது $O_2(g) + 2\,H_2O\,(l) + 4e^- \rightarrow 4\,OH^-\,(aq)$

ஒட்டுமொத்த வினை $2H_2\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2H_2O\,(l)$

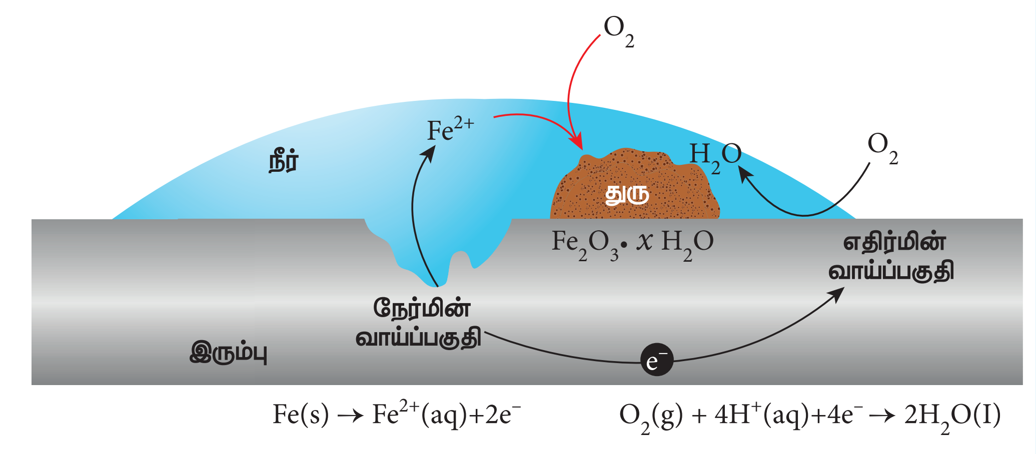
மேற்கண்ட வினையானது ஹைட்ரஜனின் எரிதல் வினையை ஒத்துள்ளது. எனினும், அவை நேரடியாக வினைபுரிவதில்லை. அதாவது, ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்கம் வினைகள் முறையே நேர்மின்முனை மற்றும் எதிர்மின்முனைகளில் தனித்தனியாக நிகழ்கின்றன. H_2–O_2 எரிபொருள் மின்கலத்தைப் போலவே புரப்பேன் –O_2 மற்றும் மீத்தேன் –O_2 போன்ற எரிபொருள் கலன்களும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

அரிமானம்

இரும்பு துருப்பிடித்தல் பற்றி நாம் நன்றாக அறிவோம். காப்பர் மற்றும் பித்தளை பாத்திரங்களின் மீது பச்சை நிற படலம் உருவாவதை நீங்கள் கவனித்ததுண்டா? இவ்விரண்டிலும், ஈரப்பதத்தின் முன்னிலையில், ஆக்ஸிஜனால் உலோகங்கள் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யப்படுகின்றன. இந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க செயல்முறைகளால் உலோகங்கள் சீர்குலையும் நிகழ்வானது அரிமானம் என்றழைக்கப்படுகிறது. இரும்பு அரிக்கப்படுவதால் கட்டிடங்கள், பாலங்கள் போன்றவை சேதமடைகின்றன, எனவே, துருப்பிடித்தல் நிகழ்விலுள்ள வேதியியல் மற்றும் அதனை எவ்வாறு தடுப்பது என்பதை அறிந்து கொள்ளுதல் ஆகியன மிக முக்கியமானவைகளாகும். இரும்பு துருப்பிடித்தல் என்பது ஒரு மின்வேதிச் செயல்முறையாகும்.

அரித்தலின் மின்வேதி வழிமுறை:

துருப்பிடித்தலுக்கு ஆக்ஸிஜனும் நீரும் அவசியம். இது ஒரு மின்வேதி ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க செயல்முறை என்பதால், இரும்பின் வெவ்வேறு புறப்பரப்புகளில் நேர்மின்முனை மற்றும் எதிர்மின்முனை தேவைப்படுகிறது. இரும்பின் புறப்பரப்பு மற்றும் நீர்த்துளி ஆகியன படம் (9.14)ல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு நுண்ணிய கால்வானிக் மின்கலத்தை உருவாக்குகின்றன. நீரினால் சூழப்பட்ட பகுதியானது குறைந்தளவு ஆக்ஸிஜனுக்கு வெளிக்காட்டப்படுவதால் நேர்மின்முனையாக செயல்படுகிறது. மீதமுள்ள பகுதிகள் அதிகளவு ஆக்ஸிஜனை கொண்டுருப்பதால் எதிர்மின்முனைகளாக செயல்படுகின்றன. ஆதலால், ஆக்ஸிஜனின் அளவைப் பொருத்து ஒரு மின்வேதிக்கலன் உருவாக்கப்படுகிறது. நேர்மின்முனையில், அதாவது நீரினால் சூழப்பட்டுள்ள பகுதியில் கீழே விளக்கியுள்ளவாறு அரித்தல் நிகழ்கிறது.



படம் 9.15 இரும்பு துருப்பிடித்தல்

நேர்மின்முனை (ஆக்ஸிஜனேற்றம்) நேர்மின்முனைப் பகுதியில் இரும்பு கரைகிறது.

$$2Fe(s) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 4e^- \qquad E^\circ = 0.44V.$$

இந்த எலக்ட்ரான்கள் நேர்மின்முனைப் பகுதியிலிருந்து எதிர்மின்முனைப் பகுதிக்கு உலோகத்தின் வழியே நகருகின்றன. இங்கு நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜன் நீராக ஒடுக்கப்படுகிறது.

எதிர்மின்முனை (ஒடுக்கம்)

வளிமண்டல கார்பன் டை ஆக்சைடானது நீருடன் வினைப்பட்டு கார்பானிக் அமிலத்தை தருகிறது. இந்த அமிலமானது, ஒடுக்கத்திற்கு தேவையான H^+ அயனிகளை வழங்குகிறது.

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

நீர்த்துளியின் வழியே அயனிகள் நகர்வதால் மின்சுற்று முழுமையடைகிறது.

ஒட்டுமொத்த ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள்,

$$2Fe(s) + O_2(g) + 4H^+(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \qquad E^\circ = 0.444 + 1.23 = 1.67V$$

வினை தன்னிச்சையாக நிகழ்கிறது என்பதை நேர்குறி emf மதிப்பு காட்டுகிறது.

Fe^{2+} அயனிகள் மேலும் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து Fe^{3+} அயனிகளாக மாறுகின்றன, இவை மேலும் ஆக்ஸிஜனுடன் வினைப்பட்டு துரு (rust) உருவாகிறது.

$$4Fe^{2+}(aq) + O_2(g) + 4H^+(aq) \rightarrow 4Fe^{3+}(aq) + 2H_2O(l)$$

$$2Fe^{3+}(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow Fe_2O_3.H_2O(s) + 6H^+(aq)$$

அலுமினியம், காப்பர் போன்ற பிற உலோகங்களும், சில்வரும் அரித்தலுக்கு உட்படுகின்றன. ஆனால் இவை இரும்பை விட குறைவான வேகத்தில் அரிக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அலுமினியத்தின் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தை கருதுவோம்.

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

Al^{3+} அயனிகள் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் வினைப்பட்டு Al_2O_3 எனும் பாதுகாப்பு அடுக்கை உருவாக்குகின்றன, இந்த அடுக்கானது உள்பரப்பை பாதுகாக்கக்கூடிய பாதுகாப்பு உறையாக செயல்படுகிறது, எனவே தொடர்ந்து அரித்தல் நிகழ்வது தடுக்கப்படுகிறது.

XII U9 Electro Chemistry.indd 65 08-12-2021 23:27:02

உலோகங்களை அரித்தலிலிருந்து பாதுகாத்தல்

இது பின்வரும் முறைகளில் சாத்தியமாகிறது.

i. உலோக பரப்புகளின் மீது வர்ணம் பூசுதல்.

ii. **துத்தநாக முலாம் பூசுதல்:** ஜிங்க் போன்ற மற்ற உலோகங்களைக் கொண்டு முலாம் பூசுதல். ஜிங்க் உலோகமானது இரும்பை விட வலிமைமிகுந்த ஒடுக்கியாகும், அதாவது, இரும்பிற்கு பதிலாக ஜிங்க் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது.

iii. **எதிர்முனைப் பாதுகாப்பு** :மின்முலாம் பூசுதலைப் போலல்லாமல், இந்த தொழிற்நுட்ப உத்தியில் பாதுகாக்கப்படவேண்டிய உலோகம் முழுவதும் பாதுகாப்பு உலோகத்தை பூசவேண்டிய அவசியமில்லை.மாறாக, Mg அல்லது ஜிங்க் போன்ற இரும்பைவிட எளிதில் அரிமானமடையும் உலோகங்களை தன்னிழப்பு நேர்மின்முனையாக (sacrificial anode) பயன்படுத்த முடியும். இரும்பு எதிர்மின்முனையாக செயலாற்றுகிறது. எனவே இரும்பு பாதுகாக்கப்படுகிறது. ஆனால் Mg அல்லது Zn அரித்தலுக்கு உள்ளாகின்றன.

செயலறுத்தல் (Passivation): உலோகமானது, அடர் HNO_3 போன்ற வலிமைமிகு ஆக்ஸிஜனேற்ற காரணிகளுடன் வினைபுரிய அனுமதிக்கப்படுகின்றன. இதனால், உலோக புறப்பரப்பின்மீது ஒரு பாதுகாப்பு அடுக்கு உருவாக்கப்படுகிறது.

உலோக கலவை உருவாக்கம் மற்ற அதிக நேர்மின் தன்மை கொண்ட உலோகங்களுடன் சேர்ந்து உலோக கலவைகளை உருவாக்குவதன் மூலம் இரும்பின் ஆக்ஸினேற்றமடையும் திறனை குறைக்க முடியும். எடுத்துக்காட்டு, துருப்பிடிக்கா எஃகு – Fe மற்றும் Cr சேர்ந்த உலோக கலவை.

மின்வேதி வரிசை

திட்ட ஹைட்ரஜன் மின்முனையை பயன்படுத்தி திட்ட மின்முனை மின்னழுத்தங்கள் அளவிடப்படுகின்றன என்பதை நாம் முன்னரே கற்றறிந்தோம். 298K வெப்பநிலையில் பல்வேறு உலோகம்–உலோக அயனி மின்முனைகளின் திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்தங்களின் இறங்குவரிசையில் படத்தில் காட்டியபடி அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

அரைவினைகள்					திட்டமின் அழுத்தம் (V)
F_2	+	$2e^-$	⇌	$2F^-$	+2.87
Pb^{4+}	+	$2e^-$	⇌	Pb^{2+}	+1.67
Cl_2	+	$2e^-$	⇌	$2Cl^-$	+1.36
O_2+4H^+	+	$4e^-$	⇌	$2H_2O$	+1.23
Ag^+	+	$1e^-$	⇌	Ag	+0.80
Fe^{3+}	+	$1e^-$	⇌	Fe^{2+}	+0.77
Cu^{2+}	+	$2e^-$	⇌	Cu	+0.34
$2H^+$	+	$2e^-$	⇌	H_2	0.00
Pb^{2+}	+	$2e^-$	⇌	Pb	-0.13
Fe^{2+}	+	$2e^-$	⇌	Fe	-0.44
Zn^{2+}	+	$2e^-$	⇌	Zn	-0.76
Al^{3+}	+	$3e^-$	⇌	Al	-1.66
Mg^{2+}	+	$2e^-$	⇌	Mg	-2.36
Li^+	+	$1e^-$	⇌	Li	-3.05

வலிமை மிகு ஆக்ஸிஜனேற்றிகள் ↑

வலிமை மிகு ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கிகள் ↓

இந்த வரிசையானது மின்வேதி வரிசை என்றழைக்கப்படுகிறது.

திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்தம் (E°) என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட கூறின் ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும் திறனின் அளவீடாகும். ஒரு கூறின் E° மதிப்பு அதிகம் எனில் அக்கூறானது எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்கொண்டு ஒடுக்கமடையும் திறனும் அதிகமாக இருக்கும். எனவே, (E°) மதிப்பு அதிகம் எனில் அதன் அரிமானம் அடையும் திறன் குறைவாக இருக்கும்.

மதிப்பீடு

சரியான விடையைத் தெரிவு செய்க

1. மொத்தமாக 9650 கூலூம்கள் மின்னூட்டத்தை பெற்றுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

அ) 6.22×10^{23} ஆ) 6.022×10^{24} இ) 6.022×10^{22} ஈ) 6.022×10^{-34}

2. பின்வரும் அரைக்கல வினைகளை கருதுக

$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn \quad E^\circ = -1.18V$ $\qquad Mn^{2+} \rightarrow Mn^{3+} + e^- \quad E^\circ = -1.51V$

$3Mn^{2+} \rightarrow Mn + 2Mn^{3+}$, என்ற வினையின் E° மதிப்பு மற்றும் முன்னோக்கு வினையின் சாத்தியக்கூறு முறையே

அ) 2.69V மற்றும் தன்னிச்சையானது ஆ) -2.69 மற்றும் தன்னிச்சையற்றது

இ) 0.33V மற்றும் தன்னிச்சையானது ஈ) 4.18V மற்றும் தன்னிச்சையற்றது

3. கை கடிகாரங்களில் பயன்படும் பட்டன் மின்சேமிப்புக் கலன்கள் பின்வருமாறு செயல்புரிகின்றன.

$Zn\ (s) + Ag_2O\ (s) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons 2\ Ag\ (s) + Zn^{2+}(aq) + 2OH^-\ (aq) \quad E^0 =$ 0.76V $\quad Ag_2O\ (s) + H_2O\ (l) + 2e^- \rightarrow 2Ag\ (s) + 2\ OH^-\ (aq) \quad E^\circ = 0.34V$ மற்றும்

$Zn\ (s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^- \quad E^0 = 0.76\,V$ எனில் மின்கல மின்னழுத்தம்.

அ) 0.84V ஆ) 1.34V இ) 1.10V ஈ) 0.42V

4. 298 K வெப்பநிலையில் 0.5 mol dm^{-3} செறிவுடைய $AgNO_3$ கரைசலின் மின்பகுளிக் கடத்துத்திறன் மதிப்பு 5.76×10^{-3} S cm^{-1} எனில், அதன் மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்பு

அ) 2.88 S $cm^2 mol^{-1}$ ஆ) 11.52 S $cm^2 mol^{-1}$

இ) 0.086 S $cm^2 mol^{-1}$ ஈ) 28.8 S $cm^2 mol^{-1}$

5.

மின்பகுளி	KCl	KNO_3	HCl	NaOAC	NaCl
Λ_{∞} (S cm^2 mol^{-1})	149.9	145.0	426.2	91.0	126.5

அளவிலா நீர்த்தலில், 25°C வெப்பநிலையில், மின்பகுளிகளின் மோலார் கடத்துத்திறன் மதிப்புகள் மேலேயுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றிலிருந்து தகுந்த மதிப்புகளை பயன்படுத்தி Λ°_{HOAC} மதிப்பை கணக்கிடுக.

அ) 517.2 ஆ) 552.7 இ) 390.7 ஈ) 217.5

6. ஃபாரடே மாறிலி ___________ என வரையறுக்கப்படுகிறது

அ) 1 எலக்ட்ரானால் சுமந்து செல்லப்படும் மின்னூட்டம்

ஆ) 1 மோல் எலக்ட்ரான்களால் சுமந்து செல்லப்படும் மின்னூட்டம்

இ) ஒரு மோல் பொருளை விடுவிக்க தேவைப்படும் மின்னூட்டம்

ஈ) 6.22×10^{10} எலக்ட்ரானால் சுமந்து செல்லப்படும் மின்னூட்டம்

7. பின்வரும் வினை நிகழ எவ்வளவு ஃபாரடே மின்னோட்டம் தேவைப்படும்? $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$

அ) 5F ஆ) 3F இ) 1F ஈ) 7F

8. உருகிய கால்சியம் ஆக்சைடு கரைசலின் வழியே, 3.86 A அளவுள்ள மின்னோட்டமானது, 41 நிமிடங்கள் மற்றும் 40 விநாடிகளுக்கு செலுத்தப்படுகிறது. எதிர்மின்முனையில் வீழ்படிவாகும் கால்சியத்தின் நிறை கிராமில் கணக்கிடுக. (Ca ன் அணு நிறை 40 கிராம் / மோல் மற்றும் 1F = 96500C).

அ) 4 ஆ) 2 இ) 8 ஈ) 6

9. உருகிய சோடியம் குளோரைடு மின்னாற்பகுத்தலில், 3A மின்னோட்டத்தை பயன்படுத்தி 0.1 மோல் குளோரின் வாயுவை உருவாக்க தேவைப்படும் நேரம்

அ) 55 நிமிடங்கள் ஆ) 107.2 நிமிடங்கள்

இ) 220 நிமிடங்கள் ஈ) 330 நிமிடங்கள்

10. 1A மினோட்டத்தை பயன்படுத்தி மின்னாற்பகுக்கும்போது 60 விநாடிகளில் , எதிர்மின்முனையில் விடுவிக்கப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (எலக்ட்ரானின் மின்சுமை = 1.6 × 10 −19C)

அ) 6.22×10^{23} ஆ) 6.022×10^{20} இ) 3.75×10^{20} ஈ) 7.48×10^{23}

11. பின்வரும் மின்பகுளிக் கரைசல்களில் குறைந்தபட்ச நியம கடத்துத்திறனைப் பெற்றுள்ளது எது?

அ) 2N ஆ) 0.002N இ) 0.02N ஈ) 0.2N

12. லெட் சேமிப்புக் கலனை மின்னேற்றம்(charging) செய்யும் போது

அ) எதிர்மின்முனையில் $PbSO_4$ ஆனது Pb ஆக ஒடுக்கமடைகிறது

ஆ) நேர்மின்முனையில் $PbSO_4$ ஆனது PbO_2 ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது

இ) நேர்மின்முனையில் $PbSO_4$ ஆனது Pb ஆக ஒடுக்கமடைகிறது

ஈ) எதிர்மின்முனையில் $PbSO_4$ ஆனது Pb ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது

13. பின்வரும் மின்கலங்களில்

I) லெக்லாஞ்சே மின்கலம் II) நிக்கல் – காட்மியம் மின்சேமிப்புக்கலம்

III) லெட் சேமிப்புக் கலம் IV) மெர்குறி மின்கலம்

எவை முதன்மை மின்கலங்களாகும்?

அ) I மற்றும் IV ஆ) I மற்றும் III இ) III மற்றும் IV ஈ) II மற்றும் III

14. இரும்பின்மீது ஜிங்க் உலோகத்தை பூசி முலாம்பூசப்பட்ட இரும்பு தயாரிக்கப்படுகிறது, இதன் மறுதலை சாத்தியமற்றது, ஏனெனில்

அ) இரும்பை விட ஜிங்க் லேசானது

ஆ) இரும்பை விட ஜிங்க் குறைந்த உருகுநிலையை பெற்றுள்ளது

இ) இரும்பை விட ஜிங்க் குறைந்த எதிர்குறி மின்முனை மின்னழுத்த மதிப்பை பெற்றுள்ளது

ஈ) இரும்பை விட ஜிங்க் அதிக எதிர்குறி மின்முனை மின்னழுத்த மதிப்பை பெற்றுள்ளது

15. கூற்று :தூய இரும்பை உலர்ந்த காற்றில் வெப்பப்படுத்தும்போது துருவாக மாறுகிறது. காரணம் : துருவின் இயைபு $Fe3O_4$

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணம் கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, ஆனால், காரணம் கூற்றிற்கான சரியான விளக்கமல்ல

இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு   ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

16. H_2-O_2 எரிபொருள் மின்கலத்தில் எதிர்மின்முனையில் நிகழும் வினை

அ) $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ ஆ) $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

இ) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ ஈ) $H^+ + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2$

17. $M/36$ செறிவு கொண்ட வலிமைகுறைந்த ஒற்றைக்கார அமிலத்தின் சமான கடத்துத்திறன் மதிப்பு 6 mho cm^2 equivalent $^{-1}$ மற்றும் அளவிலா நீர்த்தலில் அதன் சமான கடத்துத்திறன் மதிப்பு 400 mho cm^2 equivalent $^{-1}$ எனில், அந்த அமிலத்தின் பிரிகை மாறிலி மதிப்பு

அ) 1.25×10^{-6} ஆ) 6.25×10^{-6} இ) 1.25×10^{-4} ஈ) 6.25×10^{-5}

18. நியம கடத்துத்திறன் மதிப்பு $\kappa = 1.25 \times 10^{-3}$ S cm^{-1} கொண்டுள்ள 0.01M சுறிவுடைய 1:1 மின்பகுளிக் கரைசலை மின்கலத்தில் நிரப்பி ஒரு மின்கடத்து மின்கலனானது அளவுத்திருத்தம் செய்யப்படுகிறது. $25^\circ C$ வெப்பநிலையில் இதன் அளந்தறியப்பட்ட மின்தடை 800 Ω எனில் கலமாறிலி மதிப்பு,

அ) 10^{-1} c m^{-1} ஆ) 10^{1} c m^{-1} இ) 1 c m^{-1} ஈ) 5.7×10^{-12}

19. 298K வெப்பநிலையில், AB எனும் சொற்ப அளவு கரையும் உப்பின் (1:1 மின்பகுளி) தெவிட்டிய கரைசலின் கடத்துத்திறன் 1.85×10^{-5} S m^{-1}. 298K வெப்பநிலையில், AB உப்பின் கரைதிறன் பெருக்க மதிப்பை கணக்கிடுக. $(\Lambda^\circ_m)_{AB} = 14 \times 10^{-3}$ S m^2 mol^{-1}.

அ) 5.7×10^{-12} ஆ) 1.32×10^{-12} இ) 7.5×10^{-12} ஈ) 1.74×10^{-12}

20. $Zn|ZnSO_4\ (0.01M)||CuSO_4(1.0M)|Cu$ எனும் மின்வேதிக்கலனை கருதுக. இந்த டேனியல் மின்கலத்தின் emf மதிப்பு E_1. $ZnSO_4$ ன் செறிவை 1.0M ஆகவும், $CuSO_4$ ன் செறிவை 0.01M ஆகவும் மாற்றும்போது அதன் emf E_2 ஆக மாறுகிறது. பின்வருவனவற்றுள் எந்த ஒன்று E_1 மற்றும் E_2 க்கு இடையேயுள்ள தொடர்பாக இருக்கும்?

அ) $E_1 < E_2$ ஆ) $E_1 > E_2$ இ) $E_2 \geq E_1$ ஈ) $E_1 = E_2$

21. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வெவ்வேறு emf மதிப்புகளைச் சார்ந்து புரோமினின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றத்தை கருத்திற் கொள்க.

$$BrO_4^- \xrightarrow{1.82V} BrO_3^- \xrightarrow{1.5V} HBrO \xrightarrow{1.595V} Br_2 \xrightarrow{1.0652V} Br^-$$

இவற்றில் விகிதச் சிதைவு அடையும் கூறு எது?

அ) Br_2 ஆ) BrO_4^- இ) BrO_3^- ஈ) HBrO

22. பின்வரும் கலவினைக்கு

$$2Fe^{3+}(aq) + 2I^-(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + I_2(aq)$$

298K வெப்பநிலையில் $E^0_{மின்கலம்} = 0.24V$ எனில், கலவினையின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்ற (Δ, G°) மதிப்பு

அ) -46.32 KJ mol^{-1} ஆ) -23.16 KJ mol^{-1} இ) 46.32 KJ mol^{-1} ஈ) 23.16 KJ mol^{-1}

23. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின்னோட்டமானது 2 மணி நேரத்தில் 0.504 கிராம் ஹைட்ரஜனை விடுவிக்கிறது. அதே அளவு மின்னோட்டத்தை, அதே அளவு நேரத்திற்கு காப்பர் சல்பேட் கரைசலின்

XII U9 Electro Chemistry.indd 69   08-12-2021 23:27:13

வழியே செலுத்தினால் எவ்வளவு கிராம் காப்பர் வீழ்படிவாக்கப்படும்?

அ) 31.75 ஆ) 15.8 இ) 7.5 ஈ) 63.5

24. $25^{\circ}C$ வெப்பநிலையில் $1MY^{-}$ மற்றும் $1MZ^{-}$ ஆகியவற்றை கொண்டுள்ள கரைசலின் வழியே 1 atm அழுத்தத்தில் X எனும் வாயு குமிழிகளாக செலுத்தப்படுகிறது. அவற்றின் ஒடுக்க மின்னழுத்தங்கள் Z>Y>X எனில்,

அ) Y ஆனது X ஐ ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யும் ஆனால் Z ஐ ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யாது

ஆ) Y ஆனது Z ஐ ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யும் ஆனால் X ஐ ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யாது

இ) Y ஆனது X மற்றும் Z இரண்டையும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யும்

ஈ) Y ஆனது X மற்றும் Z இரண்டையும் ஒடுக்குமடையச் செய்யும்

25. கலவினை : $A + 2B^{-} \rightarrow A^{2+} + 2B;$

$A^{2+} + 2e^{-} \rightarrow A \quad E^{\circ} = +0.34V$ மற்றும் 300K வெப்பநிலையில் இந்த கலவினைக்கு $\log_{10}K = 15.6$ at 300K எனில், $B^{+} + e^{-} \rightarrow B$ எனும் கலவினைக்கு E° மதிப்பை காண்க (AIIMS – 2018)

அ) 0.80 ஆ) 1.26 இ) -0.54 ஈ) -10.94

சுருக்கமாக விடையளி

1. நேர்மின்முனை மற்றும் எதிர்மின்முனைகளை வரையறு.
2. நீர்த்தல் அதிகரிக்கும்போது கரைசலின் கடத்துத்திறன் குறைகிறது ஏன்?
3. கோல்ராஷ் விதியை கூறு. அளவிலா நீர்த்தலில் ஒரு வலிமைகுறைந்த மின்பகுளியின் மோலார் கடத்துத்திறன் நிர்ணயித்தலில் கோல்ராஷ் விதி எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
4. வினையுறா மின்முனைகளைப் பயன்படுத்தி உருகிய NaCl ஐ மின்னாற்பகுத்தல் பற்றி விளக்குக.
5. மின்னாற்பகுத்தல் பற்றிய ஃபாரடே விதிகளைக் கூறு.
6. டேனியல் மின்கல கட்டமைப்பை விளக்குக. கலவினையை எழுதுக.
7. கால்வானிக் மின்கலத்தில் நேர்மின்முனையானது எதிர்குறி கொண்டதாகவும், எதிர்மின்முனையானது நேர்குறி கொண்டதாகவும் கருதப்படுகிறது ஏன்?
8. 298K வெப்பநிலையில், 0.01M செறிவு கொண்ட 1:1 வலிமைகுறைந்த மின்பகுளி கரைசலின் கடத்துத்திறன் மதிப்பு 1.5×10^{-4} $S\ cm^{-1}$. எனில் .

   i) கரைசலின் மோலார் கடத்துத்திறன்

   ii) வலிமைகுறைந்த மின்பகுளியின் பிரிகை வீதம் மற்றும் பிரிகை மாறிலி ஆகியவற்றை கணக்கிடுக.

   குறிப்பு: λ° நேரயனி = 248.2 $S\ cm^{2}\ mol^{-1}$; λ° எதிரயனி = 51.8 $S\ cm^{2}\ mol^{-1}$
9. 0.1M HCl மற்றும் 0.1 M KCl இந்த இரண்டு கரைசல்களில் எது அதிக $\overset{0}{\Lambda}_{m}$ கடத்துத்திறனை கொண்டது? ஏன்?
10. பின்வரும் கரைசல்களை அவற்றின் நியம கடத்துத்திறன்களின் இறங்குவரிசையில் வரிசைப்படுத்துக.

    i) 0.01M KCl ii) 0.005M KCl iii) 0.1M KCl

    iv) 0.25 M KCl v) 0.5 M KCl
11. மின்பகுளிக் கடத்துத்திறன் அளவிடுதலில் DC மின்னோட்டத்திற்கு பதிலாக AC மின்னோட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறதுஏன்?
12. முறையே 0.5 மற்றும் 0.25 cm^{-1} எனும் கலமாறிலி மதிப்புகளைக் கொண்ட இரண்டு வெவ்வேறு மின்கலன்களில் 0.1M NaCl கரைசல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டில் எது அதிக நியம கடத்துத்திறன் மதிப்பை கொண்டிருக்கும்?

13. 1.608A அளவுள்ள மின்னோட்டமானது 250 mL கனஅளவுள்ள 0.5M காப்பர் சல்பேட் கரைசல் வழியே 50 நிமிடங்களுக்கு செலுத்தப்படுகிறது. கன எவு மாறாமல் உள்ளது எனவும் மின்திறன் 100% எனவும் கருதி மின்னாற்பகுத்தல் முடிந்த பிறது மீதமுள்ள கரைசலில் Cu^{2+} அயனிச் செறிவை கணக்கிடுக.

14. Fe^{3+} அயனிகள் திட்ட நிலைமைகளில் புரோமைடை புரோமினாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச் செய்யுமா?

கொடுக்கப்பட்டது: $E^{\circ}_{Fe^{3+}|Fe^{2+}} = 0.771$

$E^{\circ}_{Br_2|Br^-} = 1.09V.$

15. நீண்ட காலத்திற்கு காப்பர் சல்பேட்டை இரும்புக் கலனில் சேமித்து வைக்க இயலுமா?

கொடுக்கப்பட்டது : $E^{\circ}_{Cu^{2+}|Cu} = 0.34\,V$ மற்றும் $E^{\circ}_{Fe^{2+}|Fe} = -0.44\,V$.

16. M_1 மற்றும் M_2 ஆகிய உலோகங்களின் ஒடுக்க மின்னழுத்தங்கள் முறையே -xV மற்றும் +yV. எது H_2SO_4 லிருந்து H_2 வாயுவை ஐ விடுவிக்கும்?

17. M_1 மற்றும் M_2 ஆகிய இரண்டு உலோகங்களின் ஒடுக்க மின்னழுத்தங்கள் முறையே $E^{\circ}_{M_1^{2+}|M_1} = -2.3V$ மற்றும் $E^{\circ}_{M_1^{2+}|M_2} = 0.2V$. இவை இரண்டில் எந்த ஒன்று இரும்பின் புறப்பரப்பின் மீது பூசுவதற்கு சிறந்தது? கொடுக்கப்பட்டுள்ளது: $E^{\circ}_{Fe^{2+}|Fe} = -0.44V$

18. $Cd|Cd^{2+}\|Cu^{2+}|Cu$ எனும் மின்கலத்தின் திட்ட emf ஐ கணக்கிடுக. $Cu^{2+}|Cu$ மற்றும் $Cd^{2+}|Cd$ ஆகியவற்றின் திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்புகள் முறையே 0.34V மற்றும் -0.40 V. கலவினைவின் நிகழும் தன்மையினை கண்டறிக.

19. எரிபொருள் மின்கலத்தில் H_2 மற்றும் O_2 வினைபுரிந்து மின்னோட்டத்தை உருவாக்குகின்றன. இந்த செயல்முறையில், H_2 வாயு நேர்மின்முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது,எதிர்மின்முனையில் O_2 ஒடுக்கமடைகிறது. $25^{\circ}C$ வெப்பநிலை மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் 44.8 லிட்டர் H_2 வாயு 10 நிமிடங்களுக்கு செலுத்தப்படுகிறது. உருவாக்கப்பட்ட சராசரி மின்னோட்ட அளவு யாது? மொத்த மின்னோட்டத்தையும் Cu^{2+} லிருந்து Cuஐ மின்வீழ்படிவாக்கலுக்கு பயன்படுத்தினால், எவ்வளவு கிராம் காப்பர் வீழ்படிவாகும்?

20. முறையே நிக்கல் நைட்ரேட் மற்றும் குரோமியம் நைட்ரேட் கரைசல்களை கொண்டுள்ள இரண்டு தனித்தனி மின்னாற்பகுப்புக் கலன்களில் ஒரே அளவுள்ள மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. முதல் மின்கலத்தில் 2.935 கிராம் Ni வீழ்படிவாகிறது எனில் மற்றொரு மின்கலத்தில் வீழ்படிவாகும் குரோமியத்தின் அளவு என்ன?

கொடுக்கப்பட்டுள்ளது : நிக்கல் மற்றும் குரோமியத்தின் மோலார் நிறைகள் முறையே 58.74 மற்றும் 52 கிராம் மோல்$^{-1}$.

21. $25^{\circ}C$ வெப்பநிலையிலுள்ள 0.1M காப்பர் சல்பேட் கரைசலில் காப்பர் மின்முனை மூழ்கவைக்கப்பட்டுள்ளது. காப்பரின் மின்முனை மின்னழுத்தத்தை கணக்கிடுக. [குறிப்பு: $E^{\circ}_{Cu^{2+}|Cu} = 0.34\,V$]

22. $Mg\,(s)|Mg^{2+}(aq)\|Ag^{+}(aq)|Ag\,(s),$ எனும் மின்கலத்திற்கு, $25^{\circ}C$ வெப்பநிலையில், சமநிலை மாறிலி மற்றும் மின்கலம் செயல்படும்போது அதிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் அதிகபட்ச வேலையை கணக்கிடுக.

குறிப்பு : $E^{\circ}_{Mg^{2+}|Mg} = -2.37V$ மற்றும் $E^{\circ}_{Ag^{+}|Ag} = 0.80V$

23. ஒரு ஏரியில் 9×10^{12} லிட்டர் நீர் நிரம்பியுள்ளது. ஒரு திறன் அணு உலையானது தகுந்த மின்னழுத்தத்தில் ஏரியிலுள்ள நீரை மின்னாற்பகுத்து $2\times10^{6}\ Cs^{-1}$ வேகத்தில் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. ஏரியிலுள்ள நீர் முழுவதும் மின்னாற்பகுத்தலுக்கு உட்பட எவ்வளவு வருடங்களாகும்? மின்னாற்பகுத்தலைத் தவிர வேறெந்த வகையிலும் நீர் இழக்கப்படவில்லை என கருதுக.

24. நெர்ன்ஸ்ட் சமன்பாட்டைத் தருவி

25. தன்னிழப்பு பாதுகாப்பு பற்றி குறிப்பு வரைக.

26. H_2 - O_2 எரிபொருள் மின்கலத்தின் செயல்பாடுகளை விளக்குக.

27. அளவிலா நீர்த்தலில் Al^{3+} மற்றும் $SO_4^{\ 2-}$ ஆகிய அயனிகளின் அயனிக் கடத்துத்திறன் மதிப்புகள் முறையே 189 மற்றும் 160 மோ செ.மீ^{2} சமானம்$^{-1}$. அளவிலா நீர்த்தலில் $Al_2(SO_4)_3$ மின்பகுளியின் சமான மற்றும் மோலார் கடத்துத்திறனை கணக்கிடுக.

XII U9 Electro Chemistry.indd 71 08-12-2021 23:27:18

இணையச் செயல்பாடு

ஒரு வோல்டா மின்கலத்தினை தூண்டுதல்

இச்செயல்முறையைப் பயன்படுத்தி Ag/Cu/Zn கொண்ட ஒரு மின்வேதி மின்கலத்தினை அமைதது மேலும் அம்மின்கலத்தின் மின்னியக்கு விசையினை கண்கிடலாம். மேலும் மின்இயக்கு விசையின் மதிப்பை செறிவு மதிப்புகள் எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதையும் நீங்கள் அறியலாம்.

படி 1 :

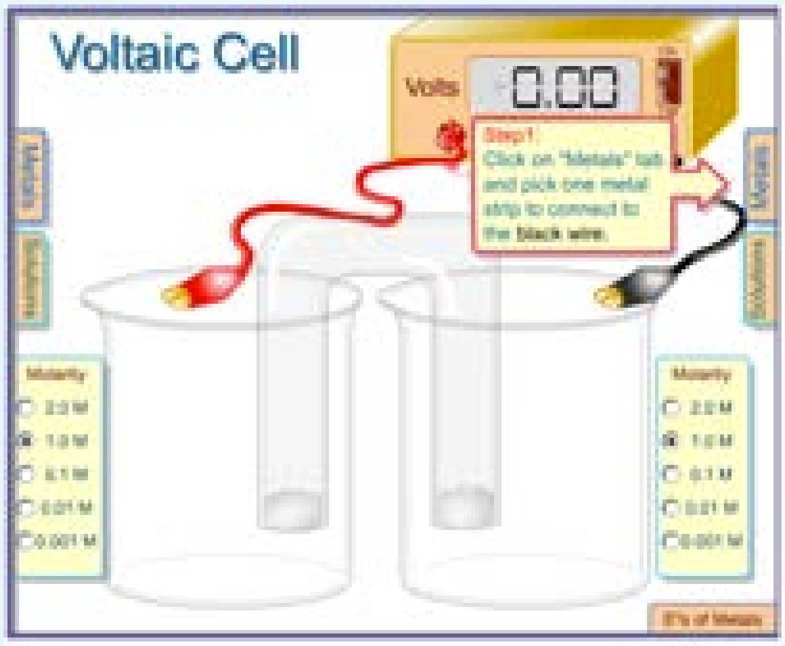
இணையப்பக்கத்தினை திறந்து கொடுக்கப்பட்ட உரலியைத் (URL) தட்டச்சு செய்க அல்லது விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை ஸ்கேன் செய்க) அதில் கீழ்காணும் படத்தில் உள்ளது போன்ற குறும்புலனத்தை காணலாம்.

படி 2 :

திரையில் தோன்றும் அறிவுறுத்தல்கள் கொண்டு சரியான நேர்மின் முனை, எதிர் மின்முனை மற்றும் அவைகளுக்கான சரியான மின்பகுளிகளை தேர்வு செய்யவும். பின் சிவப்பு மின்விசை மாற்றி குழிழை தெரிவு செய்து வோல்ட் மீட்டர் மின்விசை மாற்றிக் குழிழினை தெரிவு செய்க. இப்போது தாங்கள் எலக்ட்ரான்கள் நகர்வு மற்றும் மின் இயக்கு விசையின் மதிப்பினையும் திரையில் காணலாம்.

படி 3 :

கொடுக்கப்பட்ட அட்டவணையினைக் கொண்டு மின்பகுளி கரைசல்களின் செறிவினை நேர் மற்றும் எதிர் மின் முனைகளில் மாற்றி மேற்கண்ட படிகளை திரும்ப மீண்டும் நிகழ்த்தலாம்.



Please go to the URL https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/voltaicCellEMF.html
(or) வலகு பக்கமுள்ள விரைவுத் துலக்கக் குறியீட்டினை (QR code)ஸ்கேன் செய்க